

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO CLIMA DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE

Mário Bezerra Fernandes¹
Roberto Simionato Moraes²

SINOPSE

No presente trabalho pretendeu-se estabelecer para o Estado do Rio Grande do Norte uma equação cujo modelo geral é:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3) + E,$$

onde Y representa a pluviosidade média mensal ou anual de cada posto ou estação meteorológica; x_1 , x_2 e x_3 representam respectivamente a latitude geográfica, a longitude geográfica e altitude; e E representa um erro aleatório.

INTRODUÇÃO

Entre os diversos elementos do clima, sobressai-se em importância para o polígono das secas, a pluviosidade, cujos efeitos se refletem nos mais variados campos da atividade humana.

Em se tratando de uma região do Nordeste brasileiro, onde a agropecuária desempenha papel preponderante na sua frágil economia, a escassez ou má distribuição deste fator meteorológico tem causado inúmeras calamidades sócio-econômicas.

Muitos estudiosos, em outras regiões do mundo, tem se preocupado exaustivamente deste importante problema, embora, abordando-o sobre o prisma de tendência secular

Com base nestas considerações, procurou-se estudar a pluviosidade média do Estado do Rio Grande do Norte, em função das coordenadas geográficas e relevo, convindo ressaltar que se trata de uma pesquisa pioneira neste aspecto.

FORSTER (1948), por meio

de regressão linear, estudou as precipitações anuais no período de 1871 a 1940, em Omaha, Nebraska, EE. UU., concluindo que existe uma tendência secular traduzida pela equação: $P = 33,86 - 0,1785T$, onde os coeficientes são expressos em polegadas.

AZEVEDO (1952), em trabalho sobre a frequência de quedas pluviométricas de grande intensidade em Luanda-Angola, determinou duas equações:

a) $Y = ax^n$, onde Y representa a intensidade em mm/h, x representa a frequência em anos, a e n representam os parâmetros estimados.

b) $Y = ax$, onde Y representa a altura pluviométrica em mm, x representa o período em minutos, a e n também são parâmetros estimados. Concluiu, finalmente, que as previsões feitas a partir destas equações, eram satisfatórias.

POMPEU MEMÓRIA (1955), em trabalho sobre as precipitações de Nova Lima-MG, através de médias móveis e regressão linear, no período de 1895 a 1951, concluiu que: a) não havia tendências para aumento ou decréscimos das precipitações anuais. b) a distribuição de frequência apresentou uma assimetria positiva porém sem curtose.

(1) Eng^o Agr^o, M. S., Prof. Assist. do Departamento de Fitotecnia da ESAM.

(2) Prof. Assist. Doutor do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ.

ALBUQUERQUE (1964), usando uma metodologia similar, estudou as precipitações anuais de Fortaleza-Ce., no período de 1931 a 1961, concluindo que não existe qualquer tendência secular desde o 1º ao 4º grau.

SCOTON e CRUZ (1966), estudando a ocorrência de aguaceiros de alturas excepcionais, no período de 1903 a 1965, em Piracicaba, São Paulo, através da distribuição de Poisson, construíram tabelas de probabilidade de ocorrência de chuvas de intensidade h maior ou igual a 50mm para os diversos meses e combinação de meses.

AMARAL e SILVA (1970), estudando as precipitações da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, no período de 1900 a 1951, elaboraram uma tabela de probabilidade de chuvas. Nesta tabela constam as probabilidades condicionais (P_c) de chover menos que uma certa quantidade de indicada para cada pentada em níveis que vão desde 0,025 até 0,990, a probabilidade de chover (P_1), a probabilidade de não chover (P_0) e finalmente a probabilidade de chover, esta última expressa por:

$$P = P_0 + P_1 \cdot P_c$$

FERNANDES (1971), em estudo sobre as precipitações anuais da cidade de Mossoró-RN, por meio de polinômios ortogonais, no período de 1920 a 1959, concluiu que nenhum componente de regressão foi significativo.

MATERIAL E MÉTODO

Na execução do presente trabalho, foram utilizados os seguintes dados de cada posto ou estação meteorológica do Rio Grande do Norte:

a) pluviosidade média anual e mensais, em milímetros;

b) latitude geográfica em graus;

c) longitude geográfica em graus, tendo como origem o meridiano correspondente a 30º Oeste Greenwich;

d) raiz quadrada da altitude em metros.

Cabe ressaltar que as médias a que se refere o item acima, foram obtidas de uma série temporal de duração igual a da existência do posto ou estação meteorológica no local considerado. A existência desses postos ou estações datam de 10 a 50 anos.

Esses dados foram extraídos da SUDENE (1965) e estão contidos no Quadro I.

A metodologia estatística empregada neste estudo foi a da Análise de Regressão Polinomial.

O estabelecimento de uma equação de regressão da pluviosidade média, tanto mensal como anual, sobre a latitude, longitude e altitude, foi em suma, a hipótese de trabalho levantada na condução da pesquisa. O modelo que traduz isto matematicamente, em sua expressão geral, será:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3) + E$$

onde Y representa a pluviosidade média mensal ou anual dos postos ou estações meteorológicas, x_1 , x_2 , x_3 representam, respectivamente, a latitude, a longitude e a altitude destes postos ou estações e E é um erro de natureza aleatória.

Tendo em vista a exequibilidade da aplicação prática de uma equação, o comportamento das isoietas traçadas na região, a capacidade do computador IBM-1130, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ e a relevância de determinadas combinações das variáveis, foi postulado, para traduzir (1), o modelo analítico seguinte:

$$\begin{aligned}
Y = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 \\
& + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + \\
& + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{111}x_1^3 + \\
& + b_{222}x_2^3 + b_{333}x_3^3 + b_{123}x_1x_2x_3 \\
& + b_{112}x_1^2x_2 + b_{122}x_1x_2^2 + \\
& + b_{133}x_1x_3^2 + b_{113}x_1^2x_3 + \\
& + b_{223}x_2^2x_3 + b_{233}x_2x_3^2 + \\
& + b_{1111}x_1^4 + b_{2222}x_2^4 + \\
& + b_{3333}x_3^4 + b_{1112}x_1^3x_2 + \\
& + b_{1222}x_1^2x_2^3 + b_{1113}x_1^3x_3 + \\
& + b_{1333}x_1x_3^3 + b_{2223}x_2^3x_3 + \\
& + b_{2333}x_2x_3^3 + b_{2233}x_2^2x_3^2 + E
\end{aligned}$$

RESULTADOS E CONCLUSÕES

São apresentados a seguir 13 equações de regressão polinomial, provenientes do ajustamento dos dados ao modelo (1). Estas equações correspondem aos 12 meses do ano e uma corresponde ao total anual.

Para comprovar a hipótese de nulidade relativa a regressão, isto é:

$H : E(Y) = 0$, usou-se o teste "F", enquanto que para testar esta mesma hipótese relativa aos parâmetros individualmente, utilizou-se o teste "t". A conveniência destes testes deveu-se ao fato de que o programa IBM - 1130 elaborado por ROSENTHAL (1966) usado fornecia os elementos necessários a essas aplicações. Desta forma, foram obtidas as equações seguintes:

1. Mês de Janeiro:

$$\begin{aligned}
Y = & 229,5009 - 39,9634x_2 + \\
& + 0,0374x_2^4
\end{aligned}$$

2. Mês de fevereiro:

$$\begin{aligned}
Y = & 232,2086 - 45,6630x_2 - \\
& - 1,0749x_1x_3 + 0,7956x_1x_3^3 + \\
& + 0,0244x_2x_3^2
\end{aligned}$$

3. Mês de março:

$$\begin{aligned}
Y = & 1970,7988 + 699,3066x_1 - \\
& - 728000x_3 - 55,1428x_1^2 + \\
& + 12,3639x_2x_3 + 0,0350x_2x_3^2 - \\
& - 0,0641x_1^3x_3
\end{aligned}$$

4. Mês de abril:

$$Y = 121,6870 + 0,0126x_2^4$$

5. Mês de maio:

$$\begin{aligned}
Y = & 2308,0477 + 773,3409x_1 - \\
& - 55,0963x_1^2 + 1,7335x_2^2 - \\
& - 7,1712x_1x_3 - 0,0012x_3^4 + \\
& + 0,0022x_2x_3^3
\end{aligned}$$

6. Mês de junho:

$$\begin{aligned}
Y = & 1507,6076 + 59,1360x_1 - \\
& - 470,8475x_2 + 32,4366x_2^2 + \\
& + 1,0020x_3^2 - 3,8180x_1x_3 - \\
& - 0,0004x_3^4
\end{aligned}$$

7. Mês de julho:

$$\begin{aligned}
Y = & 1291,9609 - 419,6996x_2 + \\
& + 21,6521x_2^2 - 0,9527x_3^2 + \\
& + 21,2168x_1x_2 - 3,6130x_1x_3 - \\
& - 0,0004x_3^4 + 0,1116x_1^3x_2
\end{aligned}$$

8. Mês de agosto:

$$\begin{aligned}
Y = & 586,9961 + 25,1653x_2 - \\
& - 187,375x_2^2 + 12,7992x_2^2 + \\
& + 0,4065x_2^3 - 1,5245x_1x_3 - \\
& - 0,0001x_3^4
\end{aligned}$$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. Mês de setembro:

$$Y = 379,7688 - 101,1794x_2 - 1,9194x_3 + 6,7795x_2^2 + 0,0377x_1x_2x_3$$

10. Mês de outubro:

$$Y = 152,1212 - 43,1469x_2 + 3,0587x_2^2 + 0,0264x_3^2 - 0,1486x_1x_3 + 0,0058x_1^4$$

11. Mês de novembro:

$$Y = 38,4552 + 11,1590x_1 - 25,8443x_2 + 1,8439x_2^2 - 0,0278x_1^2x_3 + 0,0001x_2x_3^3$$

12. Mês de dezembro:

$$Y = -63,6212 + 15,5982x_1 - 0,2933 + 0,0001x_2^2x_3^2$$

13. Equação anual:

$$Y = 3851,2677 + 1108,3787x_1 - 166,3172x_3 + 3,0833x_3^2 + 1,6596x_2x_3^2 - 0,5934x_1^3x_2 - 0,3595x_1^3x_3 - 0,0392x_2x_3^3$$

Todas estas funções foram apresentadas quanto aos pontos de máximo e mínimo relativos, bem como, em relação aos seus intervalos de confiança.

Estas apreciações finais dos resultados induziram a conclusão de que a pluviosidade média no Estado do Rio Grande do Norte pode ser estimada por uma equação de regressão polinomial com razoável precisão em alguns casos, isto é, nos meses mais chuvosos do ano.

ALBUQUERQUE, J. J. - 1964 - Uma contribuição ao Estudo do Clima. Bol. Soc. Cear. Agron. 5:41-44.

AMARAL E. & J. B. SILVA - 1970 - Tabela de Probabilidades das Precipitações Pluviométricas em Pelotas (R.S.) IPEAS. Cir. nº 44,27p.

AZEVEDO, A. L. - 1952 - Curvas de Frequência das Quedas Pluviais de Grande Intensidade em Luanda. Agron. Angola 6:145-165.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS - 1965 - Dados Pluviométricos Mensais "rin natura". Divisão de Hidrologia. Ilv.

DRAPER, N. R. & H. SMITH - 1966 - Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons. Nova York.

FERNANDES, M. B. - 1972 - Comportamento Pluviométrico da Cidade de Mossoró. Bol. Soc. Cult. Recr. Engº Agrºs Mos. 1:9-12.

FORSTER, E. E. - 1948 - Rain all and Runoff. Mac Millian, Co., Nova York.

ROSENTHAL, M. P. - 1966 - 1130 Stepwise Multiple Regression Programs in 1130. General Program Library.

SCOTON, L. C. & V. F. CRUZ - 1966 - Ocorrência de Aguaceiros de Altura Excepcional em Piracicaba - D. A. E. 62:3-10.

ABSTRACT

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF CLIMATE IN
THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL

An equation for pluviometric precipitation in the State of Rio Grande do Norte, Brazil, is proposed. Such equation has the following model:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3) + E,$$

where \underline{Y} is the average value of rainfall; \underline{x}_1 , \underline{x}_2 , and \underline{x}_3 are the geographical latitude, the geographical longitude, and the altitude, respectively; and \underline{E} is a casual error.