

AJUSTE DAS DISTRIBUIÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO SERTÃO SERGIPANO

Thaiza Monteiro Paz de Araujo¹, Wellington Jorge Cavalcanti Lundgren² Inajá
Francisco de Sousa³

¹Mestranda do PRODEMA/UFS – e-mail: thaizapaz@gmail.com, ²Prof. Adjunto da UAST/UFRPE- email: wellingtonlundgren@yahoo.com.br , ³Prof. Adjunto da UFS – email: inajafrancisco@gmail.com,

RESUMO

O total de precipitação mensal de chuvas de dezoito estações meteorológicas do semiárido sergipano foram registradas durante intervalos onze anos e cem anos dependendo da série histórica. Com os dados tabulados foram construídos histogramas de precipitações para cada um dos doze meses. Seis funções de distribuição de probabilidade: Normal, Exponencial, Log Normal, Beta, Gama e Weibull foram testadas quanto ao ajuste pelo teste de aderência qui-quadrado (histogramas). Cada um dos parâmetros de cada uma das seis distribuições foi ajustado por aproximações sucessivas até fornecerem o menor erro quadrático possível. As distribuições de probabilidade que alcançaram o p-valor maior que 0,05 foram consideradas aptas para previsões mensais de chuvas. Não foi possível o ajuste de nenhuma das distribuições testadas para os meses de março, maio e novembro. A distribuição que foi mais efetiva se ajustando ao maior número de meses foi a distribuição Gama que se ajustou aos meses de janeiro, abril, junho, julho, agosto setembro, outubro, novembro e dezembro, seguida da Beta que se ajustou aos meses fevereiro, abril, junho, setembro, outubro e dezembro. A distribuição Weibull se ajustou aos meses de abril, junho, setembro, e outubro. As distribuições Normal e Log Normal não se ajustaram a nenhum mês.

Palavras chaves: Semiárido; Pluviometria; Agricultura; Hidrologia e Climatologia.

ABSTRACT

The total monthly precipitation of rain eighteen weather stations semiarid Sergipe were recorded during intervals of years ranging between eleven and one hundred years depending on the series. With the tabulated data were constructed histograms precipitation for each of the twelve months. Six of probability distribution functions:

Normal, Exponential, Log Normal, Beta, Gamma and Weibull were tested for adhesion test set by chi-square to the observed data (histograms). Each of the parameters for each of the six distribution was adjusted by successive approximations until provide the lowest possible squared error. The probability distributions that reached the p-value greater than 0.05 were considered suitable for forecasting monthly rainfall. Could not fit any of the tested distributions for the months of March, May and November. The distribution was more effective than adjusting to the greater number of months was the Gamma distribution that fitted the months of January, April, June, July, August, September, October, November and December, then the Beta that fitted the months February, April, June, September, October and December. The Weibull distribution was fitted to the months of April, June, September, and October. The Normal and Log Normal distributions did not fit to any month.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro tem como principal característica física a irregularidade das precipitações no tempo e no espaço, o qual é determinado pela isoietas de 800 mm de chuva por ano, pelo índice de aridez de até 0,5 e pelo risco de seca maior que 60% (BRASIL, 2005). Na região semiárida brasileira, a quantidade e distribuição das chuvas são fatores preponderantes para o sucesso ou fracasso da agricultura, sendo a sua distribuição, no tempo e no espaço, a principal responsável pela perda de safras agrícolas.

A escassez de água em regiões semiáridas é um dos maiores problemas enfrentado na região do nordeste, apesar de o semiárido brasileiro ser considerado como um dos mais chuvosos do planeta. De acordo com Silva et al. (2003) a precipitação é a variável meteorológica que influencia diretamente no balanço hídrico de uma região, podendo-se por meio dela determinar o excesso ou escassez de chuvas de uma determinada região. Por esse motivo, a produção de conhecimento e tecnologia a fim de obter alternativas de convivência com o semiárido têm se intensificado em universidades, centros tecnológicos e agências governamentais.

O período principal de chuvas no Nordeste tem início em fevereiro com término em maio, sendo a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o principal sistema meteorológico provocador de chuva nesse período. Também há outros sistemas meteorológicos que agem sobre a região Nordeste são as frentes frias (Serra, 1941;

Aragão 1976; Kousky, 1979), as ondas de leste (Yamazaki e Rao 1977; Chan, 1990), os vórtices ciclônicos da troposfera superior (Kousky e Gan, 1981), sistemas de brisas marítimas-terrestre (Kousky, 1980), e movimentos para este de células convectivas tropicais de circulação direta de larga escala associadas com a Oscilação de 30-60 dias de Madden e Julian (Kayano et al., 1990). Várias ferramentas podem ser utilizadas para detectar padrões de ocorrências de um fenômeno no tempo. A principal é a análise temporal que possibilita, entre outras coisas, em procurar periodicidades relevantes nos dados através, por exemplo, de análise espectral. Estes fatores fazem com que os padrões de distribuição de chuvas durante os dias do ano, em particular nos meses chuvoso, não sejam regulares.

O conhecimento sobre os dados pluviométricos, a distribuição espacial e a probabilidade de precipitações de chuva no sertão são ferramentas fundamentais para qualquer planejamento ou atividade no sertão visando o aumento dos índices produtivos, quer seja na agricultura, ou em projetos civis e hidráulicos, projetos de reflorestamento, ou ainda para a captação e armazenamento da água de chuva e gestão dos recursos hídricos.

Por meio de média, desvio-padrão e coeficiente de variação, é possível detectar processos determinísticos bem marcados nas séries do período em que se deseja estudar e construir histogramas de precipitação para cada mês do ano. Alguns resultados podem mostrar uma grande variabilidade da precipitação, com diferentes dinâmicas. Entretanto, estudos realizados no Estado da Paraíba constataram que a variabilidade de precipitação é menor nos locais e períodos com baixa pluviosidade, do que no litoral e no período chuvoso do estado (SILVA et al., 2003).

Segundo Thom (1958) e Cunha et al. (1996), dentre os modelos probabilísticos avaliados por meio de análises em histogramas de frequência, o modelo de distribuição Gama é o que tem apresentado melhores resultados, em estimativas de probabilidades e na simulação de dados climáticos diários, e para a determinação de totais mensais de precipitação, entretanto há diversos modelos de distribuição de probabilidade que podem ser ajustados aos dados de precipitação.

A região em análise, o semiárido do Estado de Sergipe, ocupa um pouco mais de 50% da região total, representando 11.105,591 km² de espaço geográfico distribuídos em 29 municípios, do total de 21.918,354 km² do espaço geográfico total e de 75

municípios do estado (IBGE, 2010), e possui como maior característica a irregularidade das chuvas, longos períodos de seca, solos rasos, rios intermitentes e escassos recursos hídricos subterrâneos. Alguns fatores antrópicos contribuem para a dificuldade de convivência na região como a contaminação do solo por agrotóxicos e o desmatamento da caatinga.

O estudo atual visa obter o melhor ajuste de distribuição de probabilidade de precipitações de chuvas no sertão sergipano, testando seis funções de distribuição de probabilidade: Normal, Exponencial, LogNormal, Beta, Gama e Weibull.

MATERIAL E MÉTODO

Os dados utilizados neste trabalho foram os totais mensais de precipitação registrados em dezoito postos pluviométricos pertencentes a região semiárida do Estado de Sergipe, referente aos anos de 1913 até 2012. Seis distribuições de probabilidade foram ajustadas aos dados de precipitação e comparadas entre si, sendo as seguintes: Distribuição Normal, Distribuição Exponencial, Distribuição Lognormal, Distribuição Gama, Distribuição Beta e Distribuição de Weibull.

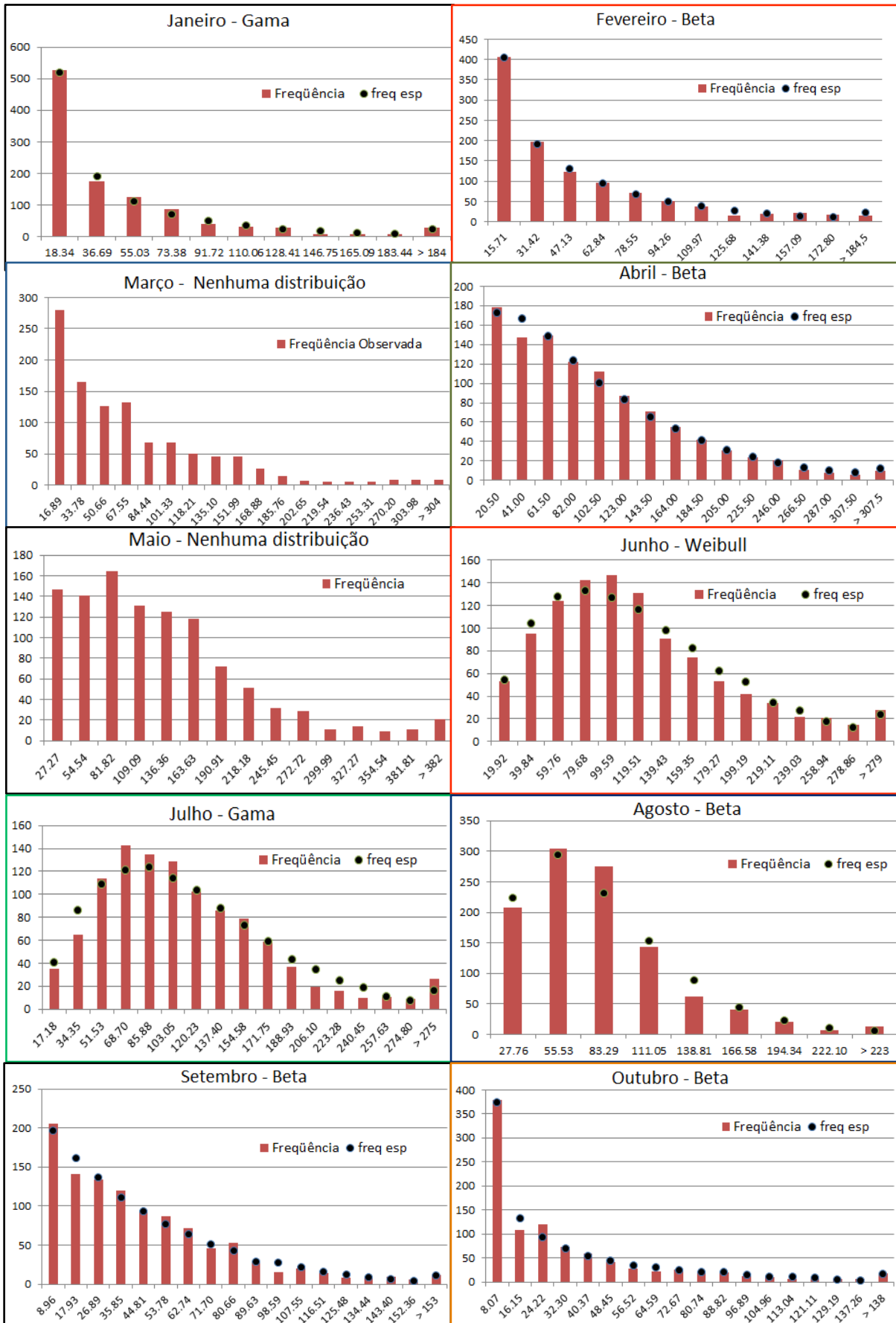
Quando tentamos ajustar dados amostrais a uma determinada distribuição de probabilidade, é necessário realizar um teste de aderência para verificar se os dados se comportam segundo a distribuição escolhida, neste trabalho usamos o teste qui-quadrado.

Para efeito de teste de aderência usamos o p-valor, o p-valor fornece a área à direita na distribuição (no caso, distribuição qui-quadrado) se este valor for superior a 0,05, aceitaremos H_0 , O software Minitab foi utilizado para os testes de qui-quadrado. O software Excel foi usado para a construção de gráficos, tabelas de distribuição de frequência por classe e cálculo dos valores esperados para as seis distribuições comparadas. Os parâmetros das distribuições foram ajustados pelo processo de tentativa e erro, até que se consiga o máximo p-valor possível.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os histogramas construídos são apresentados através da Figura 1 mostrando que os meses janeiro, fevereiro, abril, setembro, outubro e dezembro apresentam forma de J invertido, ou seja, são meses em que as precipitações pluviométricas são pequenas

inclusive a grande maioria é exatamente zero. Esses meses correspondem aos sete meses menos chuvosos sendo uma característica da região semiárida nordestina.



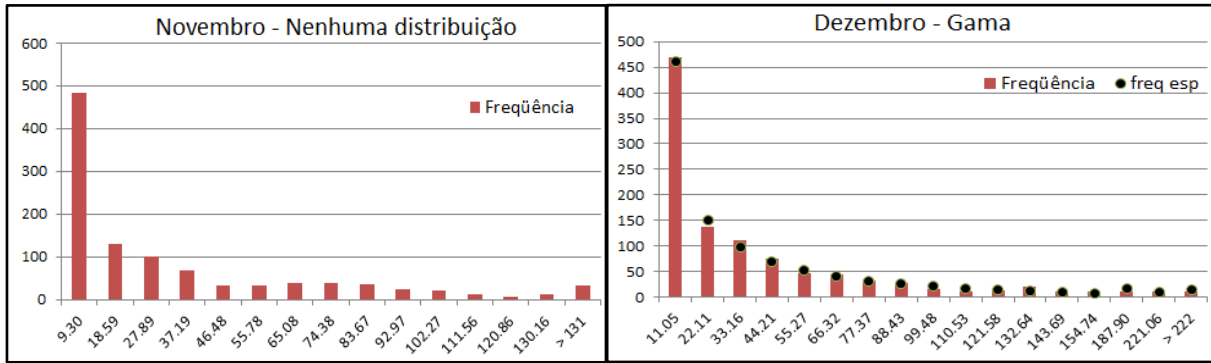


Figura 1. Histogramas das chuvas para cada um dos meses do ano e a frequência esperada pela respectiva distribuição de probabilidade ajustada as chuvas.

Os meses de outubro, novembro e dezembro possuem aparentemente histogramas com formas parecidas, acúmulo maior das chuvas na primeira classe do histograma, o que corresponde a quantidade de chuvas com menores intensidades seguido de uma frequência nas classes subsequentes inferior a metade das chuvas referentes a primeira classe. Os meses de outubro e dezembro foram ajustados pelas distribuições de probabilidade Beta e Gama respectivamente, porém o mês de novembro não se ajustou a nenhuma das seis distribuições testadas. O motivo do não ajustamento de novembro se deve ao fato de que nas classes entre 46,48 mm e 74,38 mm percebe-se um ligeiro aumento nas frequências de chuvas, seguida de diminuição até a precipitação de 120,86 mm, essa elevação seguida de diminuição na frequência dificultou o ajuste dos modelos teóricos utilizados que não possuem parâmetros para acompanhar essa variação no meio do histograma.

O formato irregular dos histogramas dos meses de março e maio também dificultaram os ajustes pelos modelos teóricos, nesses dois meses a frequência das classes não possuem uma continuidade no aumento e diminuição. O mês de março começa com valores altos na primeira classe, com diminuição sucessiva na segunda e terceira seguida de aumento na quarta classe e novamente diminuição na quinta classe seguida de aumento na sexta classe. Esse comportamento oscilatório não consegue ser identificado pelos modelos teóricos testados nessa pesquisa. O mesmo comportamento pode ser notado para o mês de maio.

Em todos os outros nove meses, essas oscilações não ocorreram e puderam ser modeladas por alguma das distribuições testadas.

Tabela – 01. p-valores das curvas teóricas para o teste de aderência qui-quadrado para as chuvas ocorridas no sertão sergipano nos meses do ano. (*) valores significativos a 5% de probabilidade. (**) valores significativos a 1% de probabilidade. (ns) valores não significativos a 5% de probabilidade. Nor = Normal, Exp = Exponencial e Log Nor = Log Normal.

Mês	Distribuições					
	Nor	Exp.	Log Nor	Beta	Gama	Weibull
janeiro	0,00	0,00	0,00	0,02*	0,06 ns	0,04*
fevereiro	0,00	0,00	0,00	0,08ns	0,01**	0,00**
março	0,00	0,01	0,00	0,00*	0,01**	0,00**
abril	0,00	0,00	0,00	0,95 ns	0,16 ns	0,67 ns
maio	0,00	0,00	0,00	0,00**	0,00**	0,00**
junho	0,00	0,00	0,00	0,38 ns	0,31 ns	0,407ns
julho	0,00	0,00	0,00	0,00**	0,08 ns	0,00**
agosto	0,00	0,00	0,00	0,01*	0,07 ns	0,00**
setembro	0,00	0,06	0,00	0,29 ns	0,12 ns	0,16 ns
outubro	0,00	0,00	0,00	0,33 ns	0,25 ns	0,06 ns
novembro	0,00	0,00	0,00	0,02*	0,00**	0,00**
dezembro	0,00	0,00	0,00	0,08 ns	0,20 ns	0,05*

De acordo com a Tabela 1, observou-se que a distribuição Beta foi a que teve maior quantidade de meses ajustados, chama a atenção o mês de abril em que essa distribuição conseguiu fornecer um p-valor de 0,95 ou seja um ajuste de 95% de certeza aos valores observados. O mês de setembro conseguiu se ajustado por quatro das seis distribuições testadas, esse foi o único mês que a distribuição Exponencial se ajustou.

Ainda de acordo com a Tabela 1, a distribuição Normal não se ajustou a nenhum dos meses, esse resultado não é surpresa, pois as chuvas na região semiárida costumam fornecer histogramas com acumulo a esquerda o que afasta do padrão de simetria exigido pela Normal. Esse resultado coincide com o trabalho desenvolvido por Sousa et al. (2010) que ajustou distribuições de probabilidade para a chuva no semiárido pernambucano, esses autores também não conseguiram o ajuste da distribuição Normal em nenhum dos doze meses.

BIBLIOGRAFIA

ARAGÃO, J. O. R., 1976, “Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas no Nordeste do Brasil” . Dissertação de Mestrado, **Instituto de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos – SP, Brasil, 55 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministérios da Saúde, 2005. 236p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

CHAN, S. C. Análises de distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial Sul. São José dos Campos, 1990, 104. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

CUNHA. A.R.; MARTINS, D.; PASSOS, J.R.S. O modelo de probabilidade aplicado ao estudo da distribuição da chuva na região administrativa de Bauru, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25., 1996, Bauru. Anais... Bauru SBEA, 1996, p.1-7.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – XII Recenseamento Geral do Brasil, 2010.

KAYANO, M. T., KOUSKY, V. E., STUDZINSKI, C. D., e DIAS, P. L. S., 1990. “As variações intra-sazonais da precipitação no Brasil durante o verão de 1989/1990”. **Boletim Climanálise**, INPE, São José dos Campos, Brasil, 5(4), 40-50.

KOUSKY, V. E., 1979, “Frontal influences on Northeast Brazil”, **Mon. Wea. Rev.**, **107**, 1140-1153.

KOUSKY, V. E. 1980, “Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil” **Mon. Wea. Rev** **108**, 488-498.

LIMPERT, ECKHARD; STAHEL, WERNER A.; ABBT MARKUS. **Log-normal Distributions across the ciences: Keys and Clues**. May 2001 / Vol. 51 No. 5 . BioScience 341.

SILVA, D.D.; PEREIRA, S.B.; PRUSKI, F.F.; GOMES FILHO, R.R. Equações de intensidade-duração-freqüência da precipitação pluvial para o estado de Tocantins. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.11, n.1, p.7-4, 2003.

SILVA, V.P.R.; CAVALCANTI, E.P.; NASCIMENTO, M.G.; CAMPOS, J.H.B.C. Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.269-274, 2003.

SOUSA, I. F.; LUNDGREN, W.J. C.; NETTO, A. O. A. Comparação entre distribuições de probabilidades da precipitação mensal no estado de Pernambuco. **SCIENTIA PLENA** v. 6, n. 6 p. 1 -10. 2010.

THOM, H.C.S. A note on the gama distribution. **Monthly Weather Review**, Washington, v.86, p.117- 122, 1958.

YAMAZAKI, Y., RAO, V.B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. *Journal of the Meteorological Society of Japan* 55: 1977.