



Probabilidades para pressão atmosférica no Município de Mossoró-RN

Probability table for atmospheric pressure in city of Mossoró-RN

Roberto Pequeno de Sousa¹, Janilson Pinheiro de Assis², Ben Deivide de Oliveira Batista³, Tiago Silva Lima⁴, Karla Elita Viegas Pereira⁵

Resumo: Objetivou-se elaborar uma tabela de probabilidades da ocorrência de valores mensais da pressão atmosférica em milibar, para Mossoró, RN, Brasil, a partir dos registros diários das pressões atmosféricas obtidas na Estação Meteorológica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em Mossoró, RN, referentes a uma série histórica de trinta e oito anos (1970-2007). A pressão atmosférica mensal em milibar foi estimada utilizando o modelo da distribuição densidade de probabilidade normal, para os níveis de 1% a 95% de probabilidade. Tendo-se em conta os resultados dos testes de aderência a 10% de probabilidade e utilizando-se o Logaritmo da Máxima Verossimilhança, pode-se concluir pela adequabilidade do processo de construção da Tabela de probabilidades, e que esta representa importante subsídio no planejamento das atividades agropecuárias na região, tirando o máximo proveito dos seus benefícios e evitando os seus efeitos danosos.

Palavras-chave: distribuição de probabilidade, modelagem, meteorologia.

Abstract: The aim of this study was to develop a table of probabilities of occurrence of monthly values of atmospheric pressure in millibars, to Natal, RN, Brazil, from the daily records of atmospheric pressures obtained at the Meteorological Station of the Federal Rural University of the Semi-Arid in Mossley, RN, referring to a historical series thirty-eight-years (1970-2007). The atmospheric pressure in millibars monthly was estimated using the model distribution normal probability density to levels of 1% to 95% probability. Try into account the results of the compliance tests at 10% probability and using the logarithm of Maximum Likelihood, we can conclude the suitability of the construction of the table of probabilities, and that this is an important benefit in the planning of agricultural activities in the region, making the most its benefits and avoid its harmful effects.

Key words: probability distribution, modeling, meteorology.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/10/2015; aprovado em 21/10/2015

¹Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Av. Francisco Mota, s/n, km 47 da Br 110, Bairro Presidente Costa e Silva, Cep. 59500-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: rpequeno@ufersa.edu.br.

²Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Av. Francisco Mota, s/n, km 47 da Br 110, Bairro Presidente Costa e Silva, Cep. 59500-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: janilson@ufersa.edu.br.

³Engenheiro Agrônomo Dr. Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Avenida Francisco Mota 572, Bairro Presidente Costa e Silva, Caixa Postal 137, Cep 59625 - 900, Mossoró, RN, benidevide@gmail.com.

⁴Estudantes do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, E-mail: lima_tiago92@outlook.com

INTRODUÇÃO

O estudo da pressão atmosférica é muito importante, tendo em vista o ar ser um fluido que apresenta tendência de movimentar-se em direção às áreas de menor pressão. Com isso depreende que o movimento da atmosfera está intimamente relacionado com a distribuição da pressão atmosférica, muito embora existam outras forças intervenientes, que modificam bastante a tendência inicial do ar de mover-se diretamente para as regiões onde a pressão estiver mais baixa (SILVA, 2006).

Denomina-se pressão atmosférica o peso exercido por uma coluna de ar, com seção reta de área unitária, que se encontra acima do observador, em um dado instante, e local. Fisicamente, representa o peso que a atmosfera exerce por unidade de área, sendo a temperatura um dos principais fatores de variação da pressão atmosférica, pois, quando o ar arrefece, a pressão atmosférica é mais elevada. Quando a temperatura aumenta, a pressão atmosférica é menor, porém basicamente quase todas as variáveis meteorológicas estão vinculadas a pressão atmosférica.

O estudo do comportamento da meteorologia é um importante instrumento na tomada de decisões relacionadas as atividades agropecuárias e humanas, como na construção civil e turismo. É necessário a utilização de critérios e testes de aderência para verificar se a distribuição de probabilidade dos dados de uma variável em análise pode ser representada por uma determinada função de distribuição de probabilidade conhecida.

Na literatura existem diversas distribuições de probabilidade para variáveis aleatórias discretas e contínuas. Dentre as que se ajustam a dados discretos estão a de Bernoulli, Binomial, Binomial negativa, Hipergeométrica, Geométrica e Poisson. Já as distribuições Uniforme, Normal, Log-Normal, Gama, Weibull, Gumbell, Exponencial, Beta, Qui-Quadrado, t de Student, F de Snedecor, entre outras, podem ser ajustadas a série de dados contínuos. E também testes de aderência tais como o Kolmogorov-Smirnov, Qui-Quadrado, Cramer Von-Mises, Anderson Darling, Kuiper, Lilliefors, Shapiro-Wilk e do Logaritmo da Máxima Verossimilhança (CAMPOS, 1983; ASSIS; ARRUDA; PEREIRA, 1996; MORETIN; BUSSAB, 2004; COOKE, 1993) que servem para comparar as probabilidades empíricas de uma variável com as probabilidades teóricas estimadas pela função de distribuição sob teste, verificando se os valores da amostra podem ser razoavelmente considerados como provenientes de uma população com aquela distribuição teórica.

Diante do exposto objetivou-se elaborar uma tabela de probabilidade da ocorrência de valores mensais da pressão atmosférica em milibar, usando para estimação o modelo da distribuição densidade de probabilidade normal.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de pressão atmosférica (milibar), referentes a uma série histórica de trinta e oito anos (1970 a 2007), que foram obtidos através da Estação Meteorológica Convencional da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró, Rio Grande do Norte, cujas coordenadas geográficas são: Latitude = 5°11' S; Longitude = 37°22' W e Altitude = 18,14 m. Cada conjunto de dados foi

ajustado a sete modelos de funções de densidade de probabilidade (COOKE, 1993) com o objetivo de verificar qual delas, em particular, seria capaz de descrever, com maior aderência, a distribuição empírica dos dados. Os modelos ajustados foram: Normal, Log-normal, Beta, Gama, Log Pearson tipo III, Gumbel e Weibull. O significado biológico dos parâmetros e a parametrização utilizada para o ajuste de cada distribuição usando recursos disponíveis no programa VTFIT (COOKE, 1993) estão disponíveis na literatura (COOKE, 1993; MEAD; CURNOW; HASTED, 1993; CARNEIRO, 1994; JOHNSON; KOTZ, 1970a; b; GUMBEL, 1958).

As avaliações dos ajustes de séries históricas de pressão atmosférica mensal em milibar às funções densidade de probabilidade mencionadas anteriormente, foram feitas através dos testes de aderência Kolmogorov-Smirnov, Qui-Quadrado, Cramer Von-Mises, Anderson Darling e Kuiper, a 10 % de probabilidade e utilizando-se o Logaritmo da Máxima Verossimilhança (COOKE, 1993; CAMPOS, 1983; ASSIS; ARRUDA; PEREIRA, 1996).

Foi construída uma Tabela de probabilidades da ocorrência de valores mensais da pressão atmosférica em milibar, usando o modelo da distribuição da densidade de probabilidade normal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudando-se o ajuste de vários modelos de distribuição densidade de probabilidade aos dados de pressão atmosférica média mensal, em milibar, em Mossoró, RN, verificou-se que a distribuição densidade de probabilidade normal foi o melhor modelo para representar o comportamento desta variável climática, uma vez que para a maioria dos meses do ano, ocorreu ajuste a este modelo, bem como devido a simplicidade da sua equação, baixo número de parâmetros a serem estimados, facilidade da estimação, a sua ampla utilização nos estudos de inferência estatística e maior aderência às séries estudadas (Tabela 1). Estudos semelhantes foram evidenciados por Silva et al. (1998), Costa Neto (2002), Abumanssur (2006), Blain e Bruninni (2007) e Arraes et al. (2009).

Na Tabela 2 verifica-se os valores da pressão atmosférica mensal em milibar, obtidos para vários níveis de probabilidade, seguindo a distribuição normal e períodos de retorno. A interpretação dessas informações pode ser feita da seguinte forma: tomando-se o mês e dezembro, por exemplo, e a probabilidade de ocorrência de 80%, cujo período de retorno são de cinco anos, o valor da pressão atmosférica corresponde a 7,04 milibares. Neste caso, afirma-se que existe 80% de probabilidade de que o valor da pressão atmosférica para o mês de dezembro não ultrapasse 7,04 milibares, ou seja, para este mesmo mês, em apenas 1 a cada cinco anos o valor da pressão atmosférica será igual ou superior a 7,04 milibares.

As estimativas de valores através da distribuição normal é importante para nortear pesquisas no manejo de atividades agropecuárias, na realização de inferências estatísticas através de estimação de valores, fazer previsões probabilísticas, comparar períodos mensais da pressão atmosférica e de retorno, através da construção de intervalos de confiança, ou seja, fazer estimativas com elevadas confiabilidades para um erro de estimação ou de amostragem fixado, na aplicação de

testes de hipóteses, aplicação de modelos de regressão para previsões, estimar correlações com outras variáveis climáticas, medir a variabilidade ou a heterogeneidade, estimar o grau de assimetria e de curtose das respostas, bem como avaliar os riscos inerentes a esta importante variável aleatória contínua para a agricultura desta região. Por exemplo, observando a Tabela 2, verifica-se que tomando-se o mês de janeiro, quanto maior o valor da probabilidade ou menor o risco, menor o valor estimado da pressão atmosférica neste mês, ou seja, para os níveis de probabilidade de 98% e 95% os valores da pressão atmosférica correspondem,

respectivamente, a 5,63 e 5,41 milibares. Nota-se também que a pressão atmosférica varia mês a mês para um mesmo nível de probabilidade, isto, tomando-se o nível de probabilidade de 95%, a pressão atmosférica para os meses de novembro e dezembro, correspondem a 7,38 e 6,78 milibares, respectivamente. Isto mostra que o uso do modelo pode auxiliar de forma segura o manejo de atividades agropecuárias (MEYER, 1969; DOORENBOS; KASSAM, 1976; HAAN, 1994; LANNA, 2001; COSTA NETO, 2002; BUSSAB; MORETTIN, 2003).

Tabela 1. Porcentagem de ajustes à sete modelos de distribuições densidade de probabilidade às series históricas mensais de pressão atmosférica (milibar) Mossoró. Rio Grande do Norte

Mês	Distribuições densidade de probabilidade							Modelo selecionado
	Normal	Log Normal	Gama	Beta	Weibull	Gumbel	Log Pearson Tipo III	
Jan	100	100	100	67	83	67	100	Normal
Fev	67	83	67	33	67	67	67	Log normal
Mar	100	100	100	67	100	100	100	Normal
Abr	83	83	83	50	50	83	83	Normal
Mai	83	83	83	67	67	83	83	Normal
Jun	100	83	83	67	83	100	83	Normal
Jul	100	100	83	67	100	100	100	Normal
Ago	83	83	83	67	83	83	83	Normal
Set	67	67	50	50	83	67	67	Weibull
Out	83	83	83	67	83	83	83	Normal
Nov	83	83	83	67	83	83	83	Normal
Dez	67	67	83	67	83	83	83	Gama

Fonte: Dados mensais de pressão atmosférica (milibar) obtidos através da pesquisa.

Tabela 2. Valores mensais estimados de pressão atmosférica (milibar) para determinados níveis de probabilidade $[p(x \leq X)]$ seguindo a distribuição Normal e períodos de retorno (ano), para a cidade de Mossoró, RN, no período de 1970 a 2007. Mossoró. Rio Grande do Norte.

NIVEL DE PROB. (%)	Tr ¹	MÊS											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	1,01	7,84	6,26	5,03	4,20	4,67	5,72	6,83	8,26	9,11	8,44	8,46	8,09
5	1,05	7,42	5,99	4,71	4,05	4,48	5,40	6,50	7,96	8,82	8,30	8,27	7,86
10	1,11	7,20	5,85	4,55	3,97	4,37	5,23	6,33	7,80	8,66	8,23	8,17	7,74
15	1,18	7,05	5,76	4,43	3,91	4,30	5,12	6,21	7,70	8,56	8,18	8,11	7,66
20	1,25	6,93	5,69	4,34	3,87	4,25	5,03	6,12	7,61	8,47	8,14	8,06	7,60
25	1,33	6,83	5,62	4,27	3,83	4,20	4,95	6,04	7,54	8,40	8,10	8,01	7,54
30	1,43	6,73	5,56	4,20	3,80	4,15	4,88	5,97	7,47	8,33	8,07	7,97	7,49
35	1,54	6,65	5,51	4,13	3,77	4,12	4,82	5,90	7,41	8,27	8,04	7,93	7,45
40	1,67	6,57	5,46	4,07	3,74	4,08	4,76	5,84	7,36	8,22	8,02	7,90	7,40
45	1,82	6,49	5,41	4,01	3,71	4,04	4,70	5,78	7,30	8,16	7,99	7,86	7,36
50	2,00	6,41	5,36	3,95	3,68	4,00	4,64	5,72	7,25	8,11	7,96	7,83	7,32
55	2,22	6,34	5,31	3,90	3,66	3,97	4,58	5,66	7,19	8,05	7,94	7,79	7,28
60	2,50	6,26	5,27	3,84	3,63	3,93	4,52	5,60	7,14	8,00	7,91	7,76	7,24
65	2,86	6,18	5,21	3,78	3,60	3,89	4,46	5,53	7,08	7,94	7,88	7,72	7,19
70	3,33	6,09	5,16	3,71	3,57	3,85	4,40	5,47	7,02	7,88	7,86	7,69	7,15
75	4,00	6,00	5,10	3,64	3,53	3,81	4,33	5,39	6,95	7,82	7,83	7,65	7,10
80	5,00	5,90	5,04	3,56	3,50	3,76	4,25	5,31	6,88	7,75	7,79	7,60	7,04
85	6,67	5,78	4,96	3,47	3,45	3,71	4,16	5,22	6,80	7,66	7,75	7,55	6,98
90	10,00	5,63	4,87	3,36	3,40	3,64	4,04	5,10	6,69	7,56	7,70	7,48	6,90
95	20,00	5,41	4,73	3,19	3,32	3,53	3,88	4,93	6,53	7,40	7,63	7,38	6,78

¹Período de retorno em ano.

CONCLUSÕES

A distribuição da densidade de probabilidade normal apresentou um bom ajuste à série histórica de trinta e oito anos, da pressão atmosférica para os períodos mensais, em Mossoró, Rio Grande do Norte, permitindo assim utilizar este modelo para estimativas pontuais dos valores da pressão atmosférica provável, em diferentes níveis de probabilidade e períodos de retorno, além de favorecer a realização de inferência estatística, da comparação de períodos mensais da pressão atmosférica e de retorno através da construção de intervalos de confiança, ou seja, fazer estimativas com elevadas confiabilidades, para um erro de estimação ou de amostragem fixados, a aplicação de testes de hipótese, ajustar modelos de regressão para previsões, medição da variabilidade ou heterogeneidade de valores da pressão atmosférica, estimação do grau de assimetria e de curtose, das respostas da pressão atmosférica, bem como a avaliação dos riscos inerentes a esta importante variável aleatória para as atividades agropecuárias desta região.

REFERÊNCIAS

- ABUMANSSUR, C. Estimativa da evapotranspiração mensal no Estado do Paraná, Cascavel, PR. 2006. 91p. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel – PR, 2006.
- ARRAES, F. D. D.; LOPES, F. B.; SOUZA, F.; OLIVEIRA, B. Estimativa do balanço hídrico para as condições climáticas de Iguatu, Ceará, usando modelo estocástico. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.3, n.2, p.78-87, 2009 (On-line), Fortaleza, CE.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. Aplicação de estatística a climatologia: teoria e prática. Pelotas: UFPÊL, 1996. 161p.
- BLAIN, G. C.; BRUNINI, R. Caracterização do regime de evapotranspiração real, em escala decenal, no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.1, 75-82, 2007.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. Estatística Básica. São Paulo: SARAIVA, 5.ed. 2003, 526 p.
- CAMPOS, H. de. Estatística experimental não-paramétrica. 4 ed. Piracicaba: ESALQ, 1983. 349 p.
- CARNEIRO, J. W. P. Avaliação do desempenho germinativo de acordo com os parâmetros da função de distribuição de Weibull. Informativo Abrates, Londrina, v.4, n.2, p.75-83, 1994.
- COOKE, R.A. VTFIT: A routine for fitting homogenous probability density functions - User documentation. Blacksburg: Department of Agricultural Engineering, Virginia Polytechnic Institute, 1993. 21p.
- COSTA NETO, P.L.O.; Estatística. Edgar Blucher, São Paulo, 2002. 280 p.
- distribution, 1. New York: J. Willey & Sons, p.250-271. 1970b.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma: FAO, 1976. 194p.
- GUMBEL, E. J. Statistics of extremes. New York: Columbia University Press, 1958.
- HAAN, C.T. Statistical methods in hydrology. Ames: Iowa State University Press, 1994. 378p.
- JOHNSON, N. L.; KOTZ, S. Extreme value distribution. In: Distribution in statistics: continous univariate distribution, 1, New York: J. Willey & Sons, p.272-295. 1970a.
- JOHNSON, N. L.; KOTZ, S. Weibull distribution. In: Distribution in statistics: continous univariate distribution, 1. New York: J. Willey & Sons, p.250-271. 1970b.
- LANNA, A. E. Elementos de estatística e probabilidade. In: TUCCI, C.E.M. (org) Hidrologia: Ciência e aplicação. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, p. 79 – 176, 2001.
- MEAD, R.; CURNOW, R. N.; HASTED, A. M. Statical methods in agriculture and experimental biology. London: Chapman & Hall, 1993. 335p.
- MEYER, P. L. Probabilidade: aplicações à estatística, Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1969, 391 p.
- MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. Estatística básica. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 526 p.
- SILVA, F. C.; FIETZ, C. R; FOLEGATTI, M. V.; PEREIRA, F.A.C. Distribuição e frequência da evapotranspiração de referência de Cruz das Almas, BA. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.3, p.284-286, 1998, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.
- SILVA, M. A. V. Meteorologia e climatologia: Versão Digital 2. Recife, PE, Brasil. 2006. 449 p.