



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Probabilidade de Ocorrência de Chuvas no Município de Senhor do Bonfim, Bahia



Paula Carneiro Viana¹; Neilon Duarte da Silva²; Jigriola Duarte dos Santos³; Monikuelly Mourato Pereira⁴; João Paulo Chaves Couto⁵; Fabineia Amaral Guedes⁶

¹ Tec. Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Fone: (75) 9113-5549,

E-mail: paulinhatmgm@hotmail.com

² Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: neylon_duart@hotmail.com

³ Lic. Matemática, IF-BA, E-mail: jjigrioladuarte@yahoo.com.br

⁴ Tec. Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, UFRB, monikuelly@hotmail.com

⁵ Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: jpauloengagro@gmail.com

⁶ Graduanda em Agronomia, UFRB, E-mail: nevaag@gmail.com

RESUMO: O conhecimento da distribuição das chuvas ao longo do ano é primordial para o planejamento ambiental, urbano e principalmente agrícola. Objetivou-se a partir desse trabalho, realizar testes de estimativas probabilísticas da ocorrência de eventos de chuvas no município de Senhor do Bonfim, Bahia utilizando a função gama. Foram utilizados dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) contendo dados entre os anos de 1980 a 2013. Os dados foram processados a partir dos softwares STATISTICA v7.0 e CLIMA v1.0. A função de densidade cumulativa gama ajustada mensalmente. Aplicou-se diferentes níveis de intervalos de probabilidade (10, 25, 50, 75 e 90%). As distribuições de frequência e seus respectivos ajustes aos valores de precipitação foram feitos a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância. A função gama mostrou significativa ao estimar a ocorrência de eventos de chuva. O município apresenta duas estações bem definidas, período seco (agosto e setembro), e o chuvoso (novembro à março). A probabilidade de dias chuvosos no município é diretamente proporcional aos meses com maiores e menores médias pluviométricas, isso é verificado a partir dos níveis de 75 e 90% de probabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: precipitação, função gama, séries temporais

Probability of Rainfall Occurrence in Senhor do Bonfim, Bahia, Brazil

ABSTRACT: Knowledge of the distribution of rainfall throughout the year is essential for environmental planning, urban and mainly agricultural. The objective was to break this work, make probabilistic estimates of tests of rainfall events in the city of Senhor do Bonfim, Bahia using the gamma function. Meteorological data were the National Institute of Meteorology (INMET) containing data between the years 1980 to 2013. The data were processed from the STATISTICA v7.0 and v1.0 software CLIMATE. The cumulative density function range adjusted monthly. Applied to different levels of probability intervals (10, 25, 50, 75 and 90%). The frequency distributions and their adjustments to the precipitation values were made from the Kolmogorov-Smirnov test, at 5% significance level. The range showed significant role in estimating the occurrence of rainfall events. The city has two distinct seasons, the dry season (August and September) and rainy (November to March). The probability of rainy days in the city is directly proportional to the months with the highest and lowest average rainfall, it is seen from the levels of 75 and 90% probability.

KEYWORDS: precipitation, gamma function, time series

INTRODUÇÃO

A precipitação é uma das variáveis meteorológicas importantíssimas e influente nas condições ambientais e de gestão dos recursos hídricos. Atua principalmente na agricultura, especificamente no manejo das culturas agrícolas e na produtividade final (Dallacort *et al.*, 2008; Cardoso *et al.*, 2011).

É interessante e primordial compreender a dinâmica temporal e espacial da ocorrência do volume das chuvas, isso é sem dúvida importante tanto do ponto de vista ambiental, quanto no ponto de vista do planejamento de ações em áreas urbanas, principalmente no que se refere a enchentes e problemas de erosão (Cardoso *et al.*, 2011).

A estimativa da ocorrência de eventos de chuva em um dado local, é estudada por diversos autores como Silva *et al.* (2007); Sampaio *et al.* (2007); apresentando resultados contundentes e significativos estatisticamente. Dentre os mais diversos modelos probabilísticos que possam estimar a ocorrência de um evento, o mais recomendando segundo Thom (1958) e Cunha *et al.* (1996) é a função incompleta gama. Aliado a essa função o teste de Kolmogorov-Smirnov auxilia a interpretação dos resultados e a utilização dos níveis de probabilidades determinados pela função (Catalunha *et al.*, 2002).

Diante da importância de entender o comportamento e ocorrência das chuvas, objetivou-se a partir desse trabalho, realizar testes de estimativas probabilísticas da ocorrência de eventos de chuvas no município de Senhor do Bonfim, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) contendo dados entre os anos de 1980 a 2013 no município de Senhor do Bonfim localizado na Mesorregião do Centro Norte Baiano com coordenadas 10°16' S, 40°0.7' W e altitude de 557 m;

Os dados foram processados com *software* STATISTICA v 7.0 versão demonstrativa e o *software* CLIMA v 1.0 desenvolvido pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR (Faria *et al.* 2003).

A função de densidade cumulativa usada no presente trabalho foi a função gama ajustada mensalmente sem a presença de valores nulos, uma vez que, segundo o INMET, a ocorrência de chuva é dado pela presença de 0.1 mm de água precipitados. O modelo da função gama é proposto segundo a Equação 1 conforme apresentado por (Thon, 1958; Moreira *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2013).

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (1)$$

A função acumulada de probabilidade $f(x)$ é representada pela Equação 2:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (2)$$

em que, α - parâmetro de forma (adimensional); β - parâmetro de escala (mm); e - base do logaritmo neperiano; x - total de precipitação (mm); Γ - função gama.

Em detalhe, a função gama é dada pela Equação 3:

$$\Gamma(\alpha + 1) = \sqrt{2\pi} \alpha^\alpha e^\alpha \left(1 + \frac{1}{12\alpha} + \frac{1}{288\alpha^2} - \frac{139}{51840\alpha^3} \right) \quad (3)$$

O método dos momentos aplicado a partir dos parâmetros de forma (α) Equação 4 e o de escala (β) Equação 5, foram os mesmos sugeridos por Varejão-Silva *et al.* (1984); Assis *et al.* (1996).

$$\alpha = \frac{\bar{x}}{S^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{S^2}{x} \quad (5)$$

em que, α – parâmetro de forma; β – parâmetro de escala; x – média; S^2 – variância.

Foram determinados diferentes níveis de intervalos de probabilidade (10, 25, 50, 75 e 90%) a fim de poder analisar de forma mais ampla os resultados.

As distribuições de frequência e seus respectivos ajustes aos valores de precipitação foram feitos a partir da distribuição gama através do teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov, foi observado que a função gama usada na distribuição de probabilidade da ocorrência das chuvas no município de Senhor do Bonfim, se mostrou adequada e significativa ao nível de 5% de probabilidade. Esses resultados corroboram com Araújo et al., 2001; Murta et al., 2005; Longo et al., 2006, no qual a função gama projetada de forma confiável a ocorrência de eventos de precipitação. A Tabela 1 apresenta os níveis de probabilidades, os parâmetros de forma (α) e de escala (β) e os valores calculados e tabelados de d do teste de Kolmogorov-Smirnov. Todos os valores d se mostraram abaixo do valor tabelado, isso confirma que há uma ligeira concordância estatística entre as frequências esperadas e observadas de precipitação no município.

Tabela 15. Parâmetros de forma (α) e de escala (β) da distribuição gama calculados e Níveis de probabilidade de ocorrência de chuva (mm)

Mês	α	β	Kolmogorov-Smirnov		Níveis de probabilidade de ocorrência de chuva (mm)				
			$d - cal$	$d - tab$	10%	25%	50%	75%	90%
Janeiro	0.018	53.82	0.136**	0.25	6.1	47.1	94.8	143.1	186.5
Fevereiro	0.016	62.65	0.174**	0.25	0.14	31.6	77.2	123.4	164.9
Março	0.023	42.76	0.151**	0.25	14.7	45.3	80.9	116.9	149.3
Abril	0.024	41.27	0.167**	0.25	21.0	40.6	63.4	86.4	107.2
Mai	0.044	22.56	0.185**	0.25	14.3	35.5	60.1	85.0	107.4
Junho	0.051	19.60	0.196**	0.25	6.8	25.6	47.5	69.6	89.6
Julho	0.055	17.94	0.174**	0.25	4.6	19.2	36.1	53.2	68.7
Agosto	0.054	18.44	0.132**	0.25	0.16	10.5	30.6	37.9	45.2
Setembro	0.098	10.12	0.157**	0.25	0.4	18.2	36.8	45.7	51.7
Outubro	0.026	37.63	0.183**	0.25	0.2	15.7	51.9	88.5	121.5
Novembro	0.021	46.92	0.174**	0.25	4.4	34.4	69.2	104.4	136.2
Dezembro	0.042	23.63	0.164**	0.25	21.3	64.7	115.1	166.1	212.0
TOTAL	0.037	26.37	0.132**	0.25	95.1	214.2	360.5	575.3	789.2

** Significativo ao nível de 5% pelo teste de Kolmogorov-Smirnov

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Ainda na Tabela 1, pode-se observar que os valores do parâmetro de escala (β) variaram entre 10.12 e 62.65, logo, não houve nenhum valor maior que 100, segundo autores como (Thom 1958, Araújo et al. 2001; Moreira et al, 2010; Silva et al. 2013), isso indica e reforça que o uso da distribuição gama permite com segurança a estimativa de eventos de precipitação. Quando há a presença de valores do parâmetro (β) maior que 100, indica que a estimativa da ocorrência de chuva naquele período específico não é válida.

É constante o uso da função gama na estimativa probabilística de eventos de chuva. Em diversas pesquisas autores como Silva et al. (2013); Moreira et al, (2010); Longo et al. (2006) e Assis et al. 1996 tem apontado o uso de séries probabilísticas nos níveis de 75, 80 e 90% como sendo confiáveis e com o objetivo de ajudar na tomada de decisão de projetos agrícolas bem como de planejamento de abastecimento municipal.

A Figura 2 apresenta as médias mensais da precipitação no município de Senhor do Bonfim. O período de estiagem ocorre nos meses de agosto e setembro. A média nesse período ficou em 37.7 mm, esse valor ficou bem próximo do que estar previsto nesses meses na Tabela 1 nos níveis de 75 e 90%. O mês com maior precipitação, fevereiro, corroborou com o nível de 75% apresentando em média 119.2 mm.

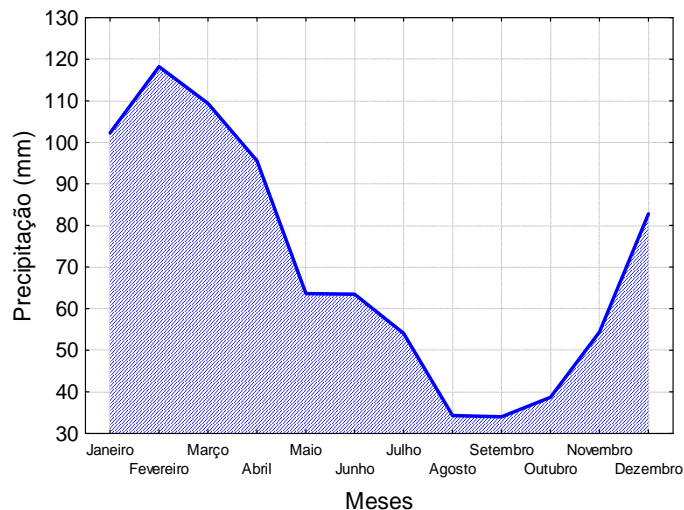


Figura 26. Distribuição mensal da precipitação no município de Senhor do Bonfim - BA

Na Tabela 2 são apresentados os números de dias de chuva com probabilidade de chuva para cada mês e seus respectivos níveis. Foi observado que os maiores números de dias com precipitação ocorre nos meses com as maiores médias de precipitações, respectivamente: novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril. Essa ocorrência é apontada pelos níveis de 75 e 90% de probabilidade de ocorrência.

Tabela 2. Número de dias com chuva para os níveis de probabilidade

Mês	Níveis de probabilidade				
	10%	25%	50%	75%	90%
Janeiro	4	5	7	9	15
Fevereiro	3	8	9	10	18
Março	5	6	8	11	12
Abril	5	8	9	10	13
Mai	4	7	8	8	11
Junho	3	3	6	7	9
Julho	2	2	8	9	11
Agosto	2	3	5	7	8
Setembro	3	5	6	8	9
Outubro	4	6	7	9	10
Novembro	5	9	10	11	13
Dezembro	4	8	9	10	12

CONCLUSÕES

A função gama de mostrou significativa ao estimar a ocorrência de eventos de chuva no município de Senhor do Bonfim.

O município apresenta duas estações bem definidas, sendo elas o período de seca (agosto e setembro) e o chuvoso (novembro à março). Estas estações corroboram com os níveis de 75 e 90% de probabilidade de ocorrência de chuvas.

A probabilidade de dias chuvosos no município é diretamente proporcional aos meses com maiores e menores médias pluviométricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, W. F. et al. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. *Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática*. Pelotas: UFPel, 1996.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R. Mapeamento temporal e espacial da precipitação pluviométrica da região metropolitana de Goiânia. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4594.

CATALUNHA, M.J.; SEDIYAMA, G.C.; LEAL, B.G.; SOARES, C.P.; RIBEIRO, A.B. Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.10, n.1, p.153-162, 2002.

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.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



DALLACORT, R.; FREITAS, P.S.L; GONÇALVES, A.C.A; FARIA, R.T. de; RESENDE, R; BERTONHA, A. Níveis de probabilidade de rendimento de quatro cultivares de soja em cinco datas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.2, p.261-266, 2008.

FARIA, R.T.; CARAMORI, P.H.; CHIBANA, E.Y.; BRITO, L.R.S. CLIMA – Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.372-387, 2003.

LONGO, A.J.; SAMPAIO, S.C.; SUSZEK, M. Modelo computacional para estimativa das precipitações prováveis utilizando as distribuições de probabilidades gama e log-normal. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.6, n.11, p.141-148, 2006.

MOREIRA, P. S. P. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência das chuvas no município de Nova Maringá-MT. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 9-20, 2010.

MURTA, R.M.; TEODORO, S.M.; BONOMO, P.; CHAVES, M.A. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.5, p.988-994, 2005.

SAMPAIO, S.C.; QUEIROZ, M.M.F.; FRIGO, E.P.; LONGO, A.J.; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.38-53, 2007.

SILVA, E.S., ZAVISLAK, F. D., DALLACORT, R, CARVALHO, M. A. C., ARAÚJO, D. V. Distribuição da probabilidade de chuva no município de Sapezal, MT. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

SILVA, J.C.; HELDWEIN, A.B.; MARTINS, F.B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E.L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.67-72, 2007.

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

VAREJÃO-SILVA, M.A. et al. 1984. **ATLAS CLIMATOLÓGICO DO ESTADO DA PARAÍBA**. Universidade Federal da Paraíba, Núcleo de Meteorologia Aplicada, Campina Grande, Pb. 132p.