

## Determinação de precipitação provável mensal para o município de Goiana-PE *Determination of probable monthly precipitation to the municipality of Goiana-PE*

Eric Gabriel Fernandez Albuquerque Silva<sup>1</sup>, Julyane Silva Mendes Polycarpo<sup>1</sup>, Ralini Ferreira de Mélo<sup>1</sup>,  
Fernando Henrique Galindo Mousinho<sup>2</sup>, José Edvaldo de Oliveira Filho<sup>1</sup>, Marcus Metri Correa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Católica de Pernambuco, Recife, Brasil.

Todos autores contribuíram de forma igualitária

### Palavras-Chave

cana-de-açúcar  
chuva  
distribuição gama  
hidrometeorologia  
precipitação mensal

### Key-word

sugar cane  
rain  
gama distribution  
hydrometeorology  
rainfall monthly

### RESUMO

O conhecimento prévio e confiável do regime pluviométrico pode reduzir significativamente os riscos de prejuízos nas atividades agropecuárias. Sendo assim, devido à necessidade de se obter maiores informações para melhores resultados na produtividade agrícola de cana-de-açúcar para o estado de Pernambuco, esse trabalho teve como objetivo estimar a distribuição da precipitação pluviométrica provável em diferentes níveis de probabilidade para o município de Goiana-PE. Obteve-se uma série histórica de dados de chuva diária com 40 anos. De posse da série histórica, determinou-se a probabilidade de ocorrências de eventos pluviométricos mensais a partir da distribuição Gama. Também se verificou a aderência dos dados de precipitação pluviométrica à referida distribuição por meio de teste de Kolmogorov-Smirnov. Os resultados obtidos permitiram constatar que entre os meses de março e julho, os valores mínimo e máximo de precipitação, a 90% de probabilidade, são, respectivamente, iguais a 100,43 mm, correspondente ao mês de março, e 173,08 mm, que corresponde ao mês de junho. Através do teste de aderência foi possível constatar que a função de distribuição de probabilidade Gama ajustou-se aos dados de precipitações, podendo, portanto, ser usada para estimativas da precipitação pluviométrica provável mensal em diferentes níveis de probabilidade.

### ABSTRACTS

Prior knowledge and reliable rainfall regime can significantly reduce the risk of losses in the agricultural activities. So, due to the need to obtain more information for best results in agricultural productivity of sugar cane for the State of Pernambuco, this paper aims to estimate the distribution probable monthly precipitation to the municipality of Goiana-PE. It was obtained a series of daily rain data with 40 years. It was determined the probability of occurrences of monthly rainfall events from the gamma distribution. Also, checked the data grip of precipitation distribution referred to through Kolmogorov-Smirnov test. Between the months of March and July, the minimum and maximum values of precipitation, in 90% probability, are respectively equal to 100.43 mm, corresponding to the month of March, and 173.08 mm, which corresponds to the month of June. Through the Kolmogorov-Smirnov test, at the 1% level of significance, It was found that the probability distribution function Gamma adjusted to precipitation data, being able, therefore, be used for estimates of probable monthly rainfall at different levels of probability.

### Informações do artigo

Recebido: 09 abril, 2019

Aceito: 24 abril, 2019

Publicado: 30 abril, 2019

## Introdução

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de cana-de-açúcar. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, na safra 2017/2018, a indústria sucroenergética brasileira produziu aproximadamente 650 milhões de toneladas (CONAB, 2019). No Nordeste, o estado de Alagoas apresentou a maior produção de cana-de-açúcar com 17 milhões de toneladas, seguido do estado de Pernambuco com produção de 12 milhões de toneladas.

Nos últimos anos vem se observando queda de produção e parte significativa dessa redução de produtividade pode ser atribuída à baixa fertilidade dos solos (SIMÕES NETO et al., 2011) e principalmente ao déficit hídrico causado pela irregularidade de chuvas (SILVA et al., 2014).

O conhecimento prévio e confiável do regime pluviométrico pode reduzir significativamente os riscos de prejuízos nas atividades agropecuárias (DALLACORT et al., 2011), tornando-se uma informação relevante no planejamento de atividades agrícolas por fornecer subsídios para determinar períodos críticos e reduzir os problemas causados pela variabilidade da chuva, quer pelo emprego de irrigação ou implantação de culturas mais tolerantes ou adaptadas ao regime pluviométrico (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2013; PASSOS; MENDES, 2018).

Além da influência na agricultura, períodos de estiagens muito longos afetam o nível de água dos mananciais e dos reservatórios das usinas hidrelétricas, trazendo problemas para o abastecimento urbano e para a geração de energia elétrica (RODRIGUES et al., 2013).

Nesse sentido, estudos são conduzidos para estimar as chuvas de uma região com um determinado nível de probabilidade, denominada precipitação provável, podendo ser definida como a precipitação pluviométrica mínima associada a uma probabilidade de ocorrência, obtida a partir da análise de dados históricos de precipitação pluviométrica. A precipitação provável é a precipitação mínima esperada em uma área, numa determinada época e para determinado nível de probabilidade (SILVA et al., 2013; PASSOS et al., 2017; PASSOS; MENDES, 2018).

Como a precipitação pluviométrica pode ser considerada uma variável aleatória contínua, a sua probabilidade de ocorrência pode ser estimada por alguma distribuição teórica de probabilidade (ALVES et al., 2013; SOBRINHO et al., 2014).

Para se utilizar funções de distribuição de probabilidade, necessita-se da realização de testes para provar a adequabilidade da série de dados. Esses testes são denominados testes de aderência e possuem como função verificar a forma de uma distribuição, através da análise da adequabilidade dos dados à curva de um modelo de distribuição hipotética (ARAUJO et al., 2010; SILVA et al., 2013).

Um dos modelos probabilísticos mais utilizados e confiáveis para se estimar a precipitação provável é a distribuição Gama descrita por Thom (1958). Esta pode ser utilizada para diferentes locais e níveis de probabilidades (PASSOS et al., 2017).

Sendo assim, devido à necessidade de se obter maiores informações para melhores resultados na produtividade agrícola de cana-de-açúcar para o estado de Pernambuco, esse trabalho teve como objetivo estimar a distribuição da precipitação pluviométrica provável em diferentes níveis de probabilidade para o município de Goiana, localizado no Litoral Norte do estado de Pernambuco.

## Material e Métodos

O município de Goiana possui uma área de 445,886 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 79.455 habitantes (IBGE, 2018).

O município apresenta 55 estabelecimentos agropecuários de cana-de-açúcar, com uma quantidade produzida de 627.357,607 toneladas, sendo 12.330,313 hectares de área colhida (IBGE, 2017). Segundo a classificação climática de Koppen, o clima da região é caracterizado como tropical chuvoso tipo As' com chuvas que se concentram entre os meses de março e agosto e temperaturas médias anuais variando em torno de 24°C.

A partir da base de dados disponível no Website HidroWeb, da Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), foram utilizadas as estações ITAPIREMA e GOIANA, localizadas nas coordenadas 7° 40' 0.00" S / 34° 56' 0.00" O / 30m de altitude e 7° 34' 0.12" S / 35° 0' 0.00" S / 13m de altitude, respectivamente.

A proximidade entre as estações permitiu a obtenção de uma série histórica de chuva diária com 40 anos de observação compreendida entre os anos de 1925 e 1985.

De posse da série histórica, determinou-se a probabilidade de ocorrências de eventos pluviométricos mensais a partir da distribuição Gama, considerada, para dados meteorológicos, a mais adequada dentre as distribuições (THOM, 1958).

Para aplicação da distribuição Gama, foi necessário realizar a verificação de aderência dos dados de precipitação pluviométrica à referida distribuição por meio de teste de Kolmogorov-Smirnov, que determina a máxima variação entre funções de probabilidade calculadas e tabeladas, e verificando se os valores apresentados poderão ser considerados para tal série de dados (ASSIS et al., 2016).

Adotou-se então 1% de significância para a realização do teste de aderência.

A equação que determina a distribuição Gama é dada por (THOM, 1958):

$$F(y) = \frac{1}{\beta^\gamma \times \Gamma(\alpha)} \times \int_0^y e^{-\frac{y}{\alpha}} \times y^{\gamma-1} dy \quad (1)$$

Foi então utilizada a metodologia de verossimilhança para determinar os componentes  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $A$  presentes na eq. (1) e que estão demonstradas abaixo (ASSIS et al., 1996):

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \tag{3}$$

$$A = \ln \bar{X} - xg \tag{4}$$

Em que  $\alpha$  e  $\beta$  representam os parâmetros de forma e de escala, respectivamente (PASSOS, 2017). Os valores de  $\bar{X}$  e  $xg$  representam as médias aritmética e geométrica, nesta ordem. (MURTA, 2005).

Foram adotadas, para as estimativas das precipitações prováveis, as probabilidades de 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 90%.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os valores representativos da precipitação pluviométrica registrada na série histórica para o município de Goiana.

Observa-se a precipitação média variando entre 354,9mm e 49,1mm para o período avaliado.

Destaca-se ainda os eventos extremos mensais ocorridos, com máxima chegando a 1407,9mm no mês de Junho, assim como uma mínima de 1,2mm o mês de Novembro.

Tabela 1 - Média, desvio-padrão (S) e valores extremos de precipitação pluviométrica mensal para o município de Goiana - PE entre os anos de 1925 e 1985.

Mês	Média (mm)	S (mm)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)
Janeiro	101,3	102,4	516,8	8,5
Fevereiro	160,9	117,7	453,6	15,5
Março	246,5	135,2	667,0	65,8
Abril	299,6	196,0	909,4	79,2
Maió	316,9	150,1	871,0	139,7
Junho	354,9	206,1	1407,9	155,0
Julho	265,2	132,7	595,2	72,3
Agosto	154,7	70,1	303,4	40,6
Setembro	94,6	51,9	232,4	26,4
Outubro	49,1	37,0	175,7	4,6
Novembro	53,7	70,5	394,7	1,2
Dezembro	69,8	57,5	276,7	4,2

Fonte: Autores (2019).

A partir dos dados disponibilizados pela ANA (2019), pôde-se observar a maior ocorrência de precipitação para o município de Goiana ocorrendo no mês de junho de 1936 e a menor ocorrendo no mês de novembro de 1946.

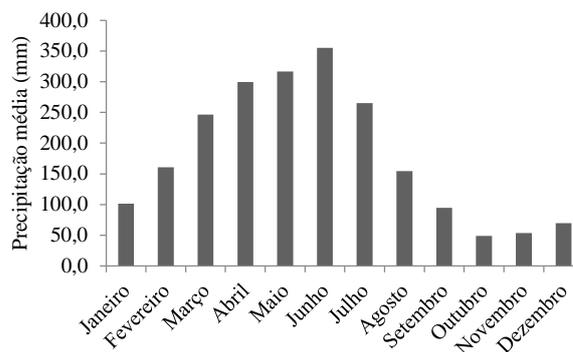
Isto corrobora com as precipitações prováveis determinadas neste trabalho a partir da análise de distribuição Gama, que demonstra novembro como o mês menos chuvoso e junho como o mais chuvoso.

A partir desses dados, pode ser observado na Figura 1 que o maior índice de precipitação está presente entre os meses de março e julho.

A partir desses dados, pode ser observado na Figura 1 que o maior índice de precipitação está presente entre os meses de março e julho.

Observa-se que o fator  $\alpha$  varia entre de 0,96 no mês de novembro a 5,86 no mês de maio. Enquanto isso, o fator  $\beta$  apresentou oscilações de 25,52 no mês de outubro a 77,23 no mês de abril.

Figura 1 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) média mensal para o município de Goiana-PE.



Fonte: Autores (2019).

Os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  não devem ultrapassar os valores máximos limitantes de 10 e 100, respectivamente, possibilitando a utilização da distribuição Gama para o cálculo da estimativa das precipitações prováveis de Goiana-PE, como apresentado por Murta et al. (2005) e Cardoso et al. (2009). Após a aplicação da metodologia de verossimilhança, foram obtidos os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição Gama apresentados na Tabela 2. Na Tabela 3, as precipitações mensais prováveis representam, para cada probabilidade de ocorrência, a mínima precipitação esperada para Goiana-PE nos meses do ano.

Tabela 2 - Valores de  $\alpha$  e  $\beta$  determinados a partir da metodologia de verossimilhança para Goiana-PE.

Mês	$\alpha$	B
Janeiro	1,33	76,44
Fevereiro	2,49	58,98
Março	3,56	69,24
Abril	3,68	77,23
Maió	5,86	54,06
Junho	5,03	70,56
Julho	5,53	46,49
Agosto	4,64	33,30
Setembro	3,40	27,82
Outubro	1,92	25,52
Novembro	0,96	56,08
Dezembro	1,66	42,13

Fonte: Autores (2019).

Desta forma, tomando-se como referência o ciclo anual da cultura da cana-de-açúcar e o nível de probabilidade de 70%, muito próximo do estabelecido por Silva et al. (2013), os sistemas de irrigação instalados no município de Goiana podem ser dimensionados considerando uma chuva mensal esperada de 18,43 mm

Também pode ser observada a distribuição da precipitação ao longo do ano para o município, conforme apresentado na Figura 2. Para a confecção do gráfico foram utilizadas as precipitações de 50%, 70% e 90%. A maior concentração de precipitações pluviométricas ocorre entre os meses de março e julho. Nesse período, os valores mínimo e máximo de precipitação, a 90% de probabilidade, são, respectivamente, iguais a 100,43 mm, correspondente ao mês de março, e 173,08 mm, que corresponde ao mês de junho.

Tabela 3 - Precipitações prováveis mensais (mm) para o município de Goiana-PE determinados por distribuição Gama.

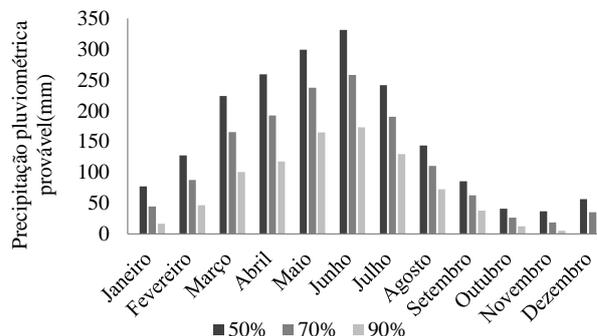
Mês	Probabilidade de ocorrência de precipitação para Goiana-PE								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Janeiro	226,41	158,83	123,73	98,07	77,33	60,06	44,78	30,49	16,71
Fevereiro	273,69	214,01	179,51	150,59	127,59	107,29	87,85	68,52	46,86
Março	424,87	346,29	295,31	256,68	223,86	194,03	165,19	135,47	100,43
Abril	483,05	395,98	339,82	296,36	259,19	225,15	192,35	158,02	117,64
Maió	492,68	418,78	370,62	332,54	299,08	268,16	237,52	204,89	164,76
Junho	566,99	476,76	418,02	371,79	331,66	294,61	258,19	219,13	173,08
Julho	403,26	317,80	302,25	269,40	241,70	215,95	190,52	163,50	129,70
Agosto	250,94	209,67	182,91	161,96	143,74	126,81	110,63	93,32	72,70
Setembro	164,46	132,99	113,49	98,44	85,53	73,88	62,61	51,08	37,64
Outubro	98,05	73,97	59,94	49,49	40,97	33,39	26,47	19,71	12,54
Novembro	129,33	86,85	64,63	48,76	36,59	26,70	18,43	11,35	5,21
Dezembro	142,27	107,33	85,24	69,38	56,34	45,13	34,97	25,25	15,19

Fonte: Autores (2019).

O teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, para cada mês, ao nível de 1% de significância, está apresentado na Tabela 4, onde é possível constatar que a função de distribuição de probabilidade Gama ajustou-se aos dados de precipitações, podendo, portanto, ser usada para estimativas da precipitação pluviométrica provável mensal em diferentes níveis de probabilidade.

Passos et al. (2017) também verificaram boa adequação da distribuição Gama aos dados de precipitação pluviométrica provável para o município de Chapadinha-MA.

Figura 2 - Distribuição de precipitação mensal provável para o município de Goiana-PE a probabilidades de 50%, 70% e 90%.



Fonte: Autores (2019).

Tabela 4 - Teste de aderência de Komolgorov-Smirnov para a precipitação mensal do município de Goiana – PE, no período de 1925 e 1985.

Mês	Teste de aderência Kolmogorov-Smirnov a 1%				
	D+ Calculado	D- Calculado	D Tabelado	D+	D-
Janeiro	0,09061	0,06622	0,250	Adequado	Adequado
Fevereiro	0,10445	0,12142	0,246	Adequado	Adequado
Março	0,07400	0,09110	0,250	Adequado	Adequado
Abril	0,11020	0,13398	0,248	Adequado	Adequado
Maió	0,12049	0,09610	0,250	Adequado	Adequado
Junho	0,10622	0,08183	0,250	Adequado	Adequado
Julho	0,13630	0,16008	0,248	Adequado	Adequado
Agosto	0,09854	0,12293	0,250	Adequado	Adequado
Setembro	0,06445	0,08494	0,254	Adequado	Adequado
Outubro	0,05264	0,06813	0,250	Adequado	Adequado
Novembro	0,09333	0,06894	0,250	Adequado	Adequado
Dezembro	0,07095	0,06043	0,250	Adequado	Adequado

Fonte: Autores (2019).

## Conclusão

O modelo probabilístico Gama adequou-se aos dados de precipitação pluviométrica mensal do município de Goiana-PE.

Os cálculos comprovaram que o município apresenta o mês de junho como o mais chuvoso e novembro como menos chuvoso.

No nível de maior confiabilidade para a irrigação (70%), verificou-se que, mesmo no período de maior estiagem, ainda ocorre precipitação, o que possibilita uma economia de água e de materiais nos sistemas de irrigação utilizados para o cultivo da cana-de-açúcar no município.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências

ALVES, A. V. P.; SANTOS, G. B. S.; MENEZES FILHO, F. C. M.; SANCHES, L. Análise dos métodos de estimativa para os parâmetros das distribuições de Gumbel e Gev em eventos de precipitações máximas na cidade de Cuiabá-MT. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v.6, n.1, p.32-43, 2013.

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Portal HidroWeb**: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. 2019. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 10 Mar 2019.
- ARAÚJO, E. M.; SILVA I. N.; OLIVEIRA, J. B.; CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; ALMEIDA, B. M. Aplicação de seis distribuições de probabilidade a séries de temperatura máxima em Iguatu – CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 36-45, 2010.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R.; **Aplicações de estatística à climatologia**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996.
- ASSIS J. P.; SOUSA, R. P.; LINHARES, P. C. F.; PIMENTA, T. A.; SILVA, E. L. Distribuições de probabilidade para séries históricas mensais de pressão atmosférica no município de Mossoró-RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 3, p. 135-142, 2016.
- CARDOSO, C. O.; SOCCOL, O. J.; SAMPAIO, C. A. P. Chuva mensal provável com a distribuição Gama para Lages, SC. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. **Anais**. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2009.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar – Série Histórica**. 2019. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra/s/cana-serie-historica>>. Acesso em: 03 abr 2019.
- DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.2, p.193-200, 2011.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Goiana**: Censo Agropecuário. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/goiana/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 03 abr 2019.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Goiana**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/goiana/panorama>>. Acesso em: 03 abr 2019.
- 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.
- OLIVEIRA, J. P. B.; CECILIO, R. A.; XAVIER, A. C.; JASPER, A. P. S.; OLIVEIRA, L. B. Precipitação Provável para Alegre-ES através da distribuição de probabilidade Gama. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.2, p.204-211, 2010.
- PASSOS, M. L. V.; RAPOSO, A. B.; MENDES, T. J. Estimativa da distribuição da precipitação pluviométrica provável em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 1, p. 1106-1115, 2017.
- PASSOS, M. L. V.; RAPOSO, A. B.; MENDES, T. J. Análise de eventos pluviométricos extremos no município de Chapadinha – MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 3, p. 1476-1483, 2017.
- PASSOS, M. L. V.; RAPOSO, A. B.; MENDES, T. J. Precipitação pluviométrica mensal e anual provável para o município de São Mateus – ES, **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 2, p. 162-168, 2017.
- PASSOS, M. L. V.; MENDES, T. J. Precipitação pluviométrica mensal e anual provável para o município de Turiaçu – MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 2283-2292, 2018.
- PIZZATO, J. A.; DALLACORT, R.; TIEPPO, R. C.; MODOLO, A. J.; CREMON, C.; MOREIRA, P. S. P. Distribuição e probabilidade de ocorrência de precipitação em Cáceres (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.2, p. 137-147, 2012.
- RODRIGUES, J. A.; SANTOS FILHO, J.; CHAVES, L. M. Funções densidade de probabilidade para a estimativa de precipitação mensal. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 34, n. 1, p. 03-08, 2013.
- SILVA, A. P. N.; MONTENEGRO, A. A. A.; MOURA, G. B. A.; SILVA, J. J. N.; SOUZA, L. R. Chuva mensal provável para o agreste de Pernambuco. **Agrária – Revista brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 2, p. 287-296, 2013.
- 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. 1112-1122, 2013.
- SILVA, I. N.; OLIVEIRA, J. B.; FONTES, L. O.; ARRAES, F. D. D. Distribuição de frequência da chuva para região Centro-Sul do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 481-487, 2013.
- SILVA, M. A.; ARANTES, M. T.; RHEIN, A. F. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.241-249, 2014.
- SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, A. C.; ROCHA, A. T.; FREIRE, F. FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A. Níveis de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar em Pernambuco. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 802-810, 2011.

SOBRINHO, S. P.; MATOS, V. A. T.; PEREIRA, A. P. M. S.; PIVETTA, F.; SEIXAS, G. B.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Determinação dos parâmetros da distribuição Gama e média pluviométrica decenal para estações do estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2, p.183-196, 2014.

THOM, H. C. S. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, v. 86, n. 4, p. 117-122, 1958.