



## EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS PARA O ESTADO DO AMAPÁ

AFONSO C. QUEIROZ JÚNIOR<sup>1</sup>, VIVIAN M. BRILHANTE DA ENCARNAÇÃO<sup>2</sup>, PAULO H. MARTINS SCARAMUSSA<sup>3</sup>.

1. Eng. Agrônomo, estudante de Mestrado em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Belém – PA;  
Fone: 91-8234-4266; [Aphonso092@hotmail.com](mailto:Aphonso092@hotmail.com);
2. Estudante de graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – PA.
3. Engenheiro Agrônomo da Secretaria de Agricultura de Tomé-Açu- PA

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

**RESUMO:** As equações de chuvas intensas têm sido usadas como ferramenta importante para o dimensionamento de obras hidráulicas. Devido à grande carência de informações relativas às equações de chuvas intensas no Estado do Amapá, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção das relações de intensidade, duração e frequência de chuvas intensas para 8 estações pluviométricas do Estado, utilizando-se a metodologia da desagregação da chuva de 24 h. Foram utilizadas séries históricas de dados pluviométricos, obtidas no Sistema de Informação Hidrológicas da Agência Nacional de Águas-ANA. As equações de intensidade-duração-frequência foram devidamente ajustadas e apresentaram bom ajuste, com coeficientes de determinação acima de 0,99. A média de intensidade de precipitação para as localidades foi de 23,47 mm h<sup>-1</sup>, para uma duração de chuva de 30 min e um tempo de retorno de 15 anos.

**PALAVRA-CHAVE:** Precipitação. Desagregação da chuva de 24 h. Intensidade-duração-frequência.

## EQUATIONS OF INTENSE RAINFALL FOR THE STATE OF AMAPÁ

**ABSTRACT** The equations of heavy rainfall have been used as an important tool for hydraulic works. Due to the great lack of information on the equations of heavy rains in the state of Amapá, the present study aimed to obtain the relations of intensity, duration and frequency of heavy rainfall for eight rainfall stations of the state, using the methodology of the breakdown rain 24 h. We used time series of rainfall data, obtained in the Hydrological Information System of the National Water Agency-ANA. The equations of intensity-duration-frequency were properly adjusted and well adjusted, with correlation coefficients above 0.99. The average rainfall intensity for the villages was 23.47 mm h<sup>-1</sup> for a duration of rain 30 min, and a return time of 15 years.

**KEYWORDS:** Precipitation. disaggregation rain 24 h. Intensidade-duration-frequency.





## INTRODUÇÃO

No planejamento do uso da água e do solo é indispensável dispor de informações relacionadas às variáveis climáticas, tal como as chuvas intensas. A caracterização da variabilidade temporal das chuvas intensas ao longo de sua duração é imprescindível para quantificar adequadamente os efeitos ocasionados no escoamento superficial em áreas urbanas e rurais (Silva & Clarke, 2004).

As equações de chuvas intensas têm sido usadas como ferramenta importante para a elaboração de projetos de obras hidráulicas, como dimensionamento de vertedores, retificação de cursos d'água, galerias de águas pluviais, bueiros, sistemas de drenagem agrícola, urbana e rodoviária (Beijo et al., 2003). As chuvas intensas são caracterizadas por suas intensidade (I), duração (D) e frequência (F) de ocorrência, podendo ser representadas por equações denominadas IDF. Para a obtenção destas equações são necessários dados pluviográficos e, segundo Genovez & Zuffo (2000), apresentam validade regional.

Algumas metodologias foram desenvolvidas no Brasil para a obtenção de chuvas de menor duração a partir de registros pluviométricos diários, devido à existência no território nacional de vasta rede pluviométrica. Essas metodologias empregam coeficientes para transformar chuva de 24 h, em chuvas de menor duração. Dentre elas, está a desagregação da chuva de 24 h.

Devido à grande carência de informações relativas às equações de chuvas intensas no Estado do Amapá, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção das relações de intensidade, duração e frequência de chuvas intensas para 8 estações pluviométricas do Estado.

## METODOLOGIA

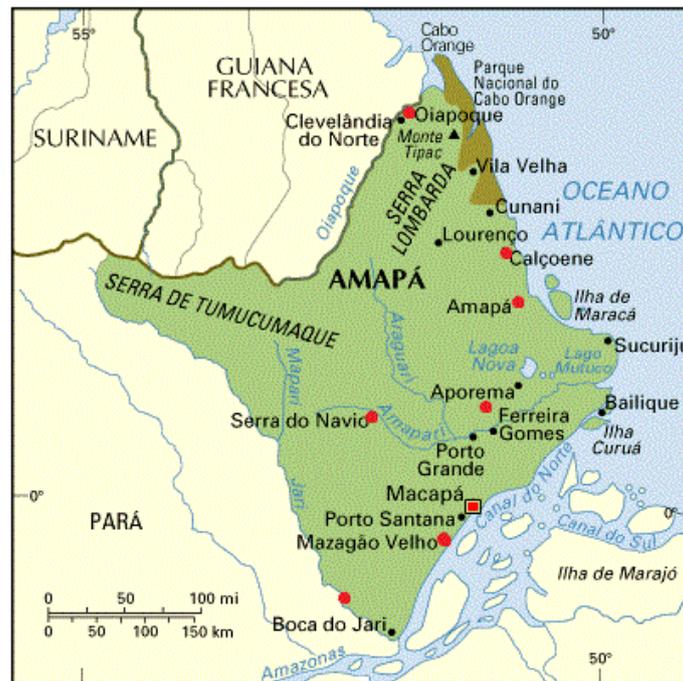
Neste trabalho foram utilizadas séries históricas de dados pluviométricos do estado do Amapá, que apresentavam no mínimo 11 anos de registro. Os dados foram obtidos no Sistema de Informação Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), perfazendo 8 estações pluviométricas (Figura 1). Para cada estação foram elaboradas as séries históricas dos valores máximos anuais de precipitações diárias.

Os dados de precipitação máxima foram ajustados ao modelo de distribuição de Gumbel. Após a verificação da aderência dos dados à distribuição de Gumbel, para cada série de duração de chuva, realizaram-se as estimativas das chuvas máximas para períodos de retorno de 5, 10, 20, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos. A análise de aderência da distribuição de Gumbel foi feita pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 20% de probabilidade para todas as durações estudadas.

A desagregação da chuva de um dia em chuvas de menor duração foi obtida pela metodologia proposta pelo DAEE-CETESB (1980). Foram utilizadas as durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 min, permitindo assim, a geração de pontos suficientes para definir as curvas de intensidade-duração referentes a diferentes períodos de retorno.

**Figura 1.** Localização das estações pluviométricas.





Com os valores obtidos de chuvas máximas para diferentes durações e tempos de retorno, estimaram-se os parâmetros da equação que expressa a relação IDF (Eq. 4), para cada estação observada.

$$I = \frac{K \cdot TR^a}{(t + b)^c} \quad (4)$$

em que:

I - intensidade de precipitação, mm h<sup>-1</sup>

TR - período de retorno, anos

t - tempo de duração da chuva, min

K, a, b, c - constantes

Para a avaliação da distribuição espacial da intensidade de precipitação, a mesma foi calculada considerando um tempo de retorno de 15 anos e uma duração de 30 min com as equações ajustadas de cada estação. Os dados foram espacializados no mapa do Amapá. A estimativa foi realizada para apenas uma duração de chuva e um tempo de retorno, pois não haveria mudanças espaciais representativas dos mapas para as diferentes durações.

Ressalta-se que a escolha do tempo de retorno para o dimensionamento de uma obra hidráulica está relacionada com a vida útil da obra, o tipo de estrutura, a facilidade de reparos e o perigo oferecido à vida humana. A escolha da duração da chuva em projetos de drenagem e barragens de terra está relacionada com o tempo de concentração da bacia de contribuição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 8 séries históricas de precipitação diária máxima anual utilizadas neste trabalho apresentaram duração média de 24 anos. A média das maiores chuvas de cada estação foi de 93,5



mm. A estação do município de Calçoene possui a série histórica com maior média (144,9 mm) e a estação do município de Serra do Navio possui a menor média (69,7 mm). A série histórica de 20 anos da estação de Macapá apresentou o valor máximo de 203,4 mm (1998) com uma média de 84,5 mm e um desvio padrão de 28,6 mm; Para todos os municípios trabalhados, o modelo de distribuição de Gumbel demonstrou-se adequado para representar as estimativas dos valores de precipitação máxima.

Na Tabela 1 podem-se observar os parâmetros ajustados das equações de IDF das localidades estudadas. Para todas elas, verificam-se ajustes adequados, com valores  $r^2$  acima de 0,99.

**Tabela 1** - Coeficientes “K”, “a”, “b” e “c” das equações de chuvas intensas ajustadas para as principais localidades do Estado do Amapá e respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) e duração das séries históricas.

	K	A	b	c	$r^2$	Séries Históricas (anos)
Amapá	968.1928	0.1021	9.7947	0.7243	0.9974	34
Calçoene	1547.4608	0.0930	9.7907	0.7243	0.9981	31
Laranjal do Jarí	993.7990	0.1132	9.7875	0.7242	0.9964	35
Macapá	1063.6362	0.1308	9.7848	0.7244	0.9941	20
Mazagão	1063.0087	0.1381	9.7900	0.7244	0.9929	27
Oiapoque	1133.7655	0.0934	9.8013	0.7245	0.9981	27
Serra do Navio	755.5651	0.0975	9.8014	0.7247	0.9978	11
Tartarugalzinho	1027.0365	0.1136	9.7920	0.7243	0.9963	11

Dentre as constantes ajustadas do modelo, o “K” foi o que apresentou maior variação: de 755.57(Serra do navio) a 1547.46 (Calçoene). Esses resultados indicam variação das intensidades de precipitação esperadas para diferentes regiões do Estado. Para o parâmetro “a”, a variação observada foi de 0.0930 a 0.1308, para Calçoene e Macapá, respectivamente. Os parâmetros “b” e “c” apresentaram valores próximos da média de 9,79 e 0,72, respectivamente.

Na Tabela 2 podem-se observar as intensidades de precipitação estimadas com as equações dos municípios, para um tempo de retorno de 15 anos e uma duração de 30 min.

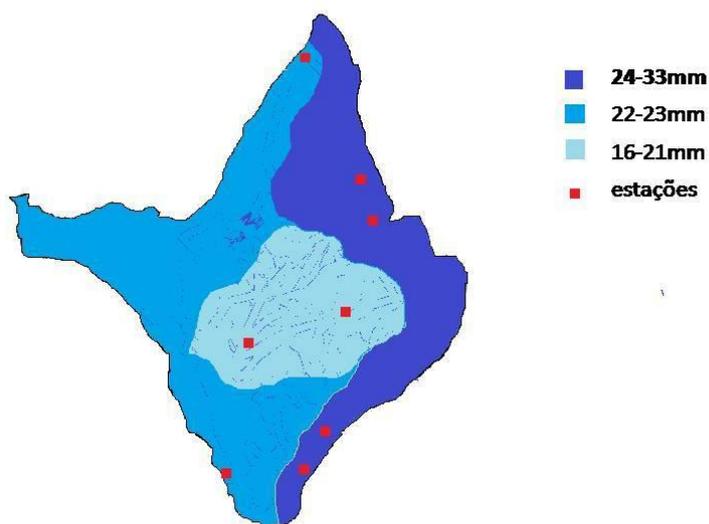
**Tabela 2** - Intensidade de precipitação para uma duração de 30 min e um tempo de retorno de 15 anos.

Municípios	I (mm h <sup>-1</sup> )	Municípios	I (mm h <sup>-1</sup> )
Amapá	20,81	Mazagão	25,19
Calçoene	32,47	Oiapoque	23,77
Laranjal do Jarí	22,03	Serra do navio	16,00
Macapá	24,72	Tartarugalzinho	22,78



Dentre as 8 estações, a do município Calçoene apresentou a maior intensidade de precipitação ( $32.47 \text{ mm h}^{-1}$ ) e a de Serra do navio a menor ( $16,00 \text{ mm h}^{-1}$ ). Na Figura 2 pode-se observar a distribuição espacial das intensidades de precipitação estimadas com as equações dos municípios, para um tempo de retorno de 15 anos e uma duração de 30 min.

**Figura 2.** Distribuição espacial das intensidades de precipitação ( $\text{mm h}^{-1}$ ) com duração de 30 min e tempo de retorno de 15 anos.



Fonte: Autor.

Dentre as estações com maiores intensidades, a maioria está concentrada na região próxima ao litoral Amapaense (Mazagão, Calçoene e Macapá). A estação do município de Calçoene apresentou elevado valor de intensidade de precipitação, o que se justifica pela proximidade do litoral e da costa do nordeste Amapaense. A configuração espacial da zona de baixa pressão da linha do Equador proporciona os ventos alísios, que são os responsáveis por transportar umidade das zonas tropicais para a zona equatorial provocando chuvas nessa região. As menores precipitações ficaram concentradas no noroeste do estado (Serra do navio, Amapá, Tartarugalzinho e Laranjal do Jarí).

As diferenças observadas entre as intensidades de precipitação contribuem para reforçar a necessidade de obtenção de equações de chuvas intensas para cada localidade de interesse.

## CONCLUSÕES

1. As equações de chuvas intensas foram ajustadas para 8 estações pluviométricas do Estado do Amapá, com valores de coeficiente de determinação acima de 0,99. Ocorreu uma variabilidade dos valores de intensidade de precipitação pluvial, para uma mesma duração, entre os diferentes municípios estudados.
2. . Uma das formas de minimizar as imprecisões na estimativa da intensidade de precipitação é aumentar cada vez mais o número de localidades estudadas e o número de estações.



**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
*Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013*  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



---

**REFERÊNCIAS**

ANA - Agência Nacional das Águas. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. <http://hidroweb.ana.gov.br>. 15 Jul. 2011.

BEIJO, L. A.; MUNIZ, J. A.; VOLPE, C. A.; PEREIRA, G. T. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal, SP, pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.11, p.141-147, 2003.

DAEE/CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Drenagem urbana: Manual de projeto. São Paulo: DAEE/CETESB, 1980.466p.

GENOVEZ, A. M.; ZUFFO, A. C. Chuvas intensas no Estado de São Paulo: Estudos existentes e análise comparativa. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.5, p45-58, 2000.

PFAFSTETTER, O. Chuvas intensas no Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas; DNOS, 1957. 420p.



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013  
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto  
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil  
<http://www.sbagro.org.br>

