



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Centro de Pesquisas do Cacau



BOLETIM TÉCNICO N° 182

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVA NO SUDESTE DA BAHIA

Hermes Alves de Almeida

2001

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Ministro: Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC

Diretor: Hilton Kruschewsky Duarte

Superintendência Regional da Bahia e Espírito Santo (SUBES)

Superintendente: Francisco Carlos Ferreira Leite

Centro de Pesquisas do Cacau - (CEPEC)

Chefe: Raúl René Meléndez Valle

Serviço de Pesquisas

Chefe: Jonas de Souza

Serviço de Suporte Técnico

Chefe: José Marques Pereira

Centro de Extensão - (CENEX)

Chefe: Ebiezel Nascimento Andrade Filho

Superintendência Regional da Amazônia Ocidental (SUPOC)

Superintendente: João Valério da Silva Filho

Superintendência Regional da Amazônia Oriental (SUPOR)

Superintendente: Ademir Conceição Carvalho Teixeira



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Centro de Pesquisas do Cacau



ISSN 0100-0845

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVA NO SUDESTE DA BAHIA

Hermes Alves de Almeida

BOLETIM TÉCNICO N° 182

Ilhéus - Bahia

2001

CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU - (CEPEC)

Chefe: Raúl René Meléndez Valle

SERVIÇO DE PESQUISAS

Chefe: Jonas de Souza

SERVIÇO DE SUPORTE TÉCNICO

Chefe: José Marques Pereira

Comissão de Editoração: José Luiz Bezerra, Miguel A. Moreno-Ruiz e Milton Macoto Yamada

Editor: Miguel Antonio Moreno-Ruiz

Assistentes de Editoração: Jacqueline C.C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria

Editoração eletrônica: Jacqueline C.C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró

Endereço para correspondência:

CEPLAC/CEPEC/SIDOC

Caixa Postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil

Telefone: (73) 214 -3220

Fax: (73) 214 - 3218

E-mail: agrotrop@cepec.gov.br

Tiragem: 600 exemplares

F

551.6

A 447

ALMEIDA, H.A. de. 2001. Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 182. 32p.

1. Climatologia - Região Sudeste - Bahia. 2. Precipitação pluvial. 3. Estatística. I. Título. II. Série.



SUMÁRIO

1. Resumo	5
2. Abstract	5
3. Introdução	6
4. Materiais e Métodos	7
5. Resultados e Discussão	10
6. Literatura Consultada	27

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVA NO SUDESTE DA BAHIA

Hermes Alves de Almeida

1. RESUMO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual em uma região. No Sudeste da Bahia, os elevados desvios padrão da chuva indicam que a utilização de médias aritméticas, poderão conduzir a erros interpretativos, uma vez que a média não é o valor mais frequente, portanto o mais provável de ocorrer, a um nível específico de probabilidade. Para a realização do presente trabalho utilizaram-se séries históricas mensais e anuais de precipitação de vinte localidades desta região, as quais foram ajustadas à distribuição de probabilidade gama incompleta. O referido ajuste mostrou ser esta, a mais adequada para representar a chuva em todos meses, anos e locais estudados. A precipitação pluvial máxima provável foi estimada mensal e anualmente aos níveis de 10, 25, 50, 75 e 90 % de probabilidade. Os totais mensais e/ou, até mesmo, os anuais esperados mostraram oscilações positivas ou negativas (para mais ou para menos) de cerca de 60 e 20% dos seus respectivos valores médios. As médias anuais esperadas, situaram-se entre 50 e 60% de probabilidade, indicando uma subestimativa em relação ao nível de 75%, considerado o de maior confiabilidade.

Palavras-chave: clima, precipitação pluvial, estatística, função gama incompleta

2. ABSTRACT

Rainfall is the meteorological factor with the greatest variation in quantity and in month or annual distribution for a given region. The high standard deviation data for rainfall in Southeast Bahia, indicate that the utilization of the arithmetic means to predict rainfall may not be the best estimate parameter, considering that the mean will not match with the possible value at a given specific level of probability. For the accomplishment of the present work, a times series of the month and yearly rainfall means of 20 different locations in the region, were adjusted by the gamma probability density function. Results of these adjusted means have shown to be a better estimate parameter of rainfall for any month, year and location considered in the present study. The expected maximal rainfall values were monthly and annually estimated for the levels of 10, 25, 50, 75 and 90% of probability. The month and or even annual rainfall totals showed positive or negative oscillations of approximately 60 and 20% of its representative average values. The expected annual means fitted within 50 and 60% of probability, indicating and underestimation in relation to 75% level, considered of best reliability.

Key Words: climate, rainfall, statistic, gamma probability density function

3. INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra.

Na maioria dos trabalhos de zoneamento agropecuário, dimensionamento de projetos de irrigação, planejamento agrícola (preparo e conservação de solos, épocas de semeaduras, etc), por exemplo, utilizam médias mensais de precipitação pluvial como o único referencial sem levar em consideração o nível de probabilidade nos quais as referidas médias ocorrem.

Para Hargreaves (1973), em qualquer planejamento agrícola, deve-se utilizar como referencial a precipitação pluvial que ocorre a 75% de probabilidade, por ser este nível um valor estatisticamente mais confiável do que as médias mensais e anual.

A região cacauzeira do Sudeste da Bahia apresenta um padrão de regularidade e de uniformidade na distribuição mensal de chuvas, quando se observa apenas a média da série histórica como referencial. No entanto, constata-se que existe uma elevada dispersão ou variabilidade natural, em torno do valor central, mostrada através dos elevados desvios padrão. Isso indica que a média, mesmo sendo a mais utilizada, dificilmente coincidirá com a moda, que é o valor mais provável de ocorrer.

A precipitação pluvial provável, comumente denominada de dependente, é o total mínimo de ocorrência a diferentes níveis de probabilidade, baseada na análise de séries climatológicas (Hargreaves, 1973). Utiliza-se, também, a chuva máxima provável que corresponde a um valor menor ou igual ao total considerado.

Embora existam várias distribuições de probabilidade para estimar a chuva provável (Thom, 1958), a gama incompleta tem sido considerado o modelo teórico que melhor ajusta os totais mensais ou períodos menores de chuvas e, por isso, é o mais utilizado (Hargreaves, 1973; Azevedo, 1974; Fonseca e Albuquerque, 1978; Arruda e Pinto, 1980; Varejão-Silva et al, 1984; Reis et al, 1995).

Barger e Thom (1949), utilizando dados de chuvas semanais, observaram que o aspecto da curva “sugere” uma exponencial negativa no ajustamento e na medida em que o período aumenta, a tendência da curva é ser unimodal assimétrica para depois se aproximar da curva normal. Em função dessas características, os autores usaram a distribuição gama incompleta, porque esse modelo admite tal flexibilidade.

Como a precipitação pluvial é fator decisivo para qualquer estudo sobre climatologia agrícola das regiões tropicais e considerando-se que a utilização de médias aritméticas podem conduzir, obviamente, a erros interpretativos, procurou-se analisar estatisticamente os dados de chuvas mensais e anuais existentes, ajustando-os

à distribuição gama incompleta e estimando-os a diferentes níveis de probabilidade: objetivos principais do referido estudo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de precipitação pluvial mensais e anuais utilizados no presente trabalho foram coletados nas Estações e/ou Postos Agroclimatológicos da CEPLAC, instalados em vinte localidades do Sudeste da Bahia, compreendidas entre as latitudes de 12°30' e 17°22' S e Longitudes de 38° 29' a 40° 13' W, conforme descrição apresentada na Tabela 1.

Devido à baixa densidade de pontos de coleta de dados de chuva nesta região, associada ao “pequeno” tamanho das séries (<25 anos em alguns locais), não foi possível fixar um período comum para todas as localidades. Por isso, o local escolhido foi aquele que dispunha de registros consecutivos de precipitação iguais ou superiores a vinte anos, independente da data de início.

Tabela 1. Localidades do Sudeste da Bahia, que dispõem de séries de dados de precipitação pluvial com duração igual ou superior a vinte anos.

Local	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Período
01-ESOMI	São Seb. do Passé	12° 30'	38° 29'	1945 /1996
02-EMARC	Valença	13° 22'	38° 04'	1973 /1996
03-Faz. Cultrosa	Camamu	13° 57'	39° 06'	1970 /1996
04-Gandú	Gandú	13° 45'	39° 29'	1968 /1996
05-Ipiaú	Ipiaú	14° 08'	39° 44'	1967 /1996
06-Ubaitaba	Ubaitaba	14° 19'	39° 19'	1967 /1996
07-Uruçuca	Uruçuca	14° 35'	39° 16'	1936 /1996
08-CEPEC	Ilhéus	14° 45'	39° 40'	1964 /1996
09-Ilhéus	Ilhéus	14° 48'	39° 03'	1944 /1996
10-Coaraci	Coaraci	14° 38'	38° 33'	1968 /1996
11-EZICO	Itajú do Colônia	15° 08'	39° 43'	1974 /1996
12-ESGAM	Juçari	15° 11'	39° 29'	1968 /1996
13-ESMAI	Una	15° 17'	39° 04'	1968 /1996
14-Camacan	Camacan	15° 25'	39° 30'	1967 /1966
15-Canavieiras	Canavieiras	15° 40'	38° 56'	1967 /1996
16- Itapebi	Itapebi	15° 58'	39° 32'	1967 /1996
17-EGREB	Barrolândia	16° 05'	39° 12'	1968 /1996
18-ESPAB	Porto Seguro	16° 23'	39° 10'	1972 /1996
19-Itamaraju	Itamaraju	17° 03'	39° 32'	1967 /1996
20- Medeiros Neto	Medeiros Neto	17° 22'	40° 13'	1976 /1996

As médias mensais e anual (\bar{x}) e os respectivos desvios padrão (s) foram calculados pelas seguintes expressões:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{N} \right) \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \bar{x})^2}{(N - 1)}} \quad (2)$$

x_i = total mensal ou anual de chuva (mm)

N = número de observações (1,2,...N)

Pelo princípio estabelecido por Thom (1951), os totais de chuvas mensais seguem uma distribuição mista, ou seja, a probabilidade de ocorrer ou não a precipitação, são distintos, portanto, há duas distribuições a considerar:

$$F(x \leq X) = P(x=0) + P(x>0) \times G(0 < x \leq X) \quad (3)$$

sendo:

$F(x \leq X)$ = probabilidade de ocorrência de um total de chuva (x) menor ou igual ao de referência X ;

$P(x=0) \cong P(0)$ = probabilidade de totais mensais de chuva nulos;

$P(x>0) \cong 1-P(0)$ = probabilidade de totais mensais de chuva não nulos.

A função de distribuição acumulada teórica $G(0 < x \leq X)$, adotada, neste trabalho, foi o modelo probabilístico gama, ajustado mensalmente, e na ausência de valores nulos.

Como a probabilidade de ocorrência da chuva (x) é considerada uma variável aleatória contínua, ou seja, pode assumir valores não negativos, há duas funções associadas: densidade $f(x)$ e acumulada de probabilidade $F(x)$ representadas pelas seguintes equações:

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (4)$$

$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \beta^\alpha} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (5)$$

α = parâmetro de forma (adimensional)

β = parâmetro de escala (mm.mês⁻¹)

$\Gamma(\alpha)$ = função gama do parâmetro α

As equações 4 e 5 por não terem soluções imediatas, exigem tabelas ou técnicas de integração numérica com expansão em séries matemáticas para as suas resoluções.

Para cada local, os parâmetros de forma (α) e o de escala (β), foram estimados pelas seguintes fórmulas:

$$\hat{\alpha} = \left(1 + \sqrt{1 + 4A}\right) / 4A \quad (6)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad (7)$$

$$A = \ln \bar{x} - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \quad (8)$$

\bar{x} = precipitação pluvial média aritmética do período (mm)

x_i = precipitação pluvial mensal (mm)

n = número de meses

Para testar o grau de ajuste entre os dados observados e o modelo teórico de distribuição probabilidade gama incompleta, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (Massey Jr., 1980) ao nível de 5% de probabilidade. As resoluções de todas as equações descritas neste trabalho foram efetivadas através de um programa desenvolvido na linguagem Fortran IV.

Utilizando-se o referido programa, os dados de precipitação pluvial foram agrupados em intervalos de classe sendo calculados as médias mensais e anuais, os desvios padrão, os parâmetros Gama e Beta da distribuição gama incompleta e a chuva máxima provável em cinco níveis de probabilidade: 10, 25, 50, 75 e 90%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mensais e anuais de precipitação pluvial (médias, máximas e mínimas), desvios padrão da média, os parâmetros Gama e Beta (da distribuição gama incompleta) e os de chuva máxima provável (valor menor ou igual ao considerado) a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade são mostrados nas Tabelas 2 a 21 e nas Figuras 1 a 7.

Observam-se (nas referidas Tabelas) que o parâmetro de forma não excedeu o valor 100 em nenhum mês ou ano. Isso mostra, entretanto, que os dados mensais e anuais de chuva analisados se ajustaram à distribuição gama incompleta, como recomendou Thom (1958). O ajuste desses dados à distribuição foi também comprovado utilizando-se o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov para um nível de probabilidade de 5%.

As médias mensais e anuais de chuva esperadas, na metade das localidades estudadas, foram superiores a 100 e 1600 mm, respectivamente. Isso mostra, *a priori*, que ao observar a média do período, apenas como único valor de referência, pode-se imaginar que nesses locais os totais de precipitação sejam distribuídos de forma regular e uniforme ao longo do ano. No entanto, devido às elevadas dispersões, mostradas através dos desvios padrão da média (Tabelas 2 a 21), as quantidades médias mensais e/ou, até mesmo, as anuais esperadas podem oscilar para mais ou para menos em cerca de 60 e 20% dos seus respectivos valores médios. Essas oscilações, na realidade, refletem a variabilidade natural do fenômeno chuva e, por isso, devem ser consideradas do ponto de vista estatístico como “normais” ou inerentes à aleatoriedade desse tipo de dados.

Na maioria das localidades estudadas a chuva anual esperada é acima de 1000 mm, com exceção de Itajú do Colônia (região tradicional de pecuária) e de Medeiros Neto (Extremo Sul da Bahia) onde o total médio é um pouco abaixo desse valor. Apesar de 1000 mm por ano, por exemplo, corresponder a quase duas vezes mais do que ocorre nos anos mais chuvosos na “região” do semi-árido nordestino, as quantidades médias mensais esperadas, em determinadas épocas do ano, são inferiores à demanda natural de água para atmosfera (evaporação). Nesses meses nos quais os totais de chuva observados são inferiores à evapotranspiração para a maioria das culturas exploradas nessas localidades, haverá deficiência de água no solo, no volume de solo efetivamente explorado pelo sistema radicular, superior, em média, a 200 mm por ano.

Em geral, observa-se que a região cacaeira da Bahia apresenta elevada variabilidade na quantidade de chuva esperada, tanto na escala espacial (norte-sul; leste-oeste) quanto na temporal (variando de 900 a 2100 mm por ano,

Probabilidade de chuva no sudeste da Bahia

aproximadamente). É importante destacar que as maiores oscilações ocorrem nos totais mensais e tendem a crescer com a diminuição desta escala, quando se compara um determinado valor observado, num ano qualquer, com a sua respectiva média esperada da série. Com referência aos valores máximo ou mínimo anuais, mostrados nas Tabelas 2 a 21, eles ocorreram a um nível de probabilidade inferior a 10%. Assim, as chances de ocorrer um ano com esses valores extremos de chuva correspondem a um ano em cada dez anos.

Verifica-se, também, que há uma tendência de diminuição na quantidade de chuva e, conseqüentemente, aumento na irregularidade de distribuição mensais à medida que se afasta do litoral em direção ao interior (leste-oeste). Devido a isso, fica difícil agrupar os locais em função das coordenadas geográficas. Para efeito acadêmico, as localidades podem ser agrupadas em função apenas dos totais de chuva esperados por ano (ch). Admitindo-se esse critério o Sudeste da Bahia pode ser subdividido em cinco "sub-regiões", relativamente homogêneas, a saber: sbr1- ch acima de 1900 mm. ano⁻¹; sbr2- 1650 < ch < 1900 mm; sbr3- 1400 < ch < 1650 mm; sbr4- 1200 < ch < 1400 m e sbr5- ch < 1200 mm.

Tabela 2. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima -Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. São Sebastião do Passé, Bahia, médias do período:1945 a 1996.

Parâm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	78,0	90,0	140,0	227,0	283,0	183,0	163,0	116,0	86,0	81,0	145,0	108,0	1700,0
Pmax	200,0	239,0	249,0	458,0	759,0	282,0	326,0	170,0	251,0	249,0	353,0	458,0	2817,0
Pmin	10,0	2,0	6,0	28,0	47,0	90,0	49,0	40,0	11,0	4,0	5,0	6,0	964,0
DP	66,0	72,0	106,0	123,0	187,0	69,0	73,0	65,0	55,0	64,0	118,0	102,0	521,0
Gama	1,3	1,2	1,4	2,7	2,7	7,0	5,1	3,9	2,1	1,3	1,6	1,3	10,7
Beta	59,9	71,7	96,9	85,4	105,3	26,1	31,9	29,6	40,7	61,8	92,4	86,3	158,1

Tabela 3. Precipitação pluvial (média-P, máxima-Pmax e mínima-Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Valença, Bahia, médias do período:1973 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	131,0	164,0	195,0	226,0	224,0	225,0	203,0	151,0	138,0	156,0	159,0	140,0	2111,0
Pmax	343,0	337,0	369,0	408,0	458,0	348,0	372,0	288,0	414,0	554,0	352,0	532,0	2792,0
Pmin	34,0	20,0	53,0	121,0	102,0	124,0	76,0	33,0	25,0	33,0	15,0	32,0	1389,0
DP	79,0	80,0	94,0	93,0	96,0	66,0	84,0	72,0	49,0	120,0	80,0	111,0	341,0
Gama	3,0	3,1	3,9	6,8	6,1	11,7	5,2	3,7	5,6	2,3	3,8	2,2	36,5
Beta	42,9	53,5	49,8	33,3	37,0	19,3	39,0	41,1	24,5	67,5	41,7	65,0	57,8

Almeida

Tabela 4. Precipitação pluvial (média-P, máxima-Pmax e mínima-Pmin), desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Camamu, Bahia, médias do período: 1970 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	168,0	179,0	181,0	201,0	184,0	192,0	167,0	146,0	134,0	162,0	186,0	188,0	2093,0
Pmax	487,0	353,0	399,0	334,0	389,0	451,0	328,0	328,0	317,0	402,0	390,0	619,0	2777,0
Pmin	43,0	36,0	60,0	108,0	80,0	82,0	51,0	17,0	33,0	27,0	18,0	46,0	1615,0
DP	123,0	87,0	78,0	53,0	79,0	90,0	80,0	61,0	64,0	98,0	93,0	106,0	299,0
Gama	2,4	3,6	5,6	14,6	6,3	5,7	4,1	4,5	4,0	2,9	3,1	3,2	49,3
Beta	76,2	48,4	33,6	13,8	29,0	35,5	40,3	33,0	32,8	56,8	59,6	54,1	42,0

Tabela 5. Precipitação pluvial (média-P, máxima-Pmax e mínima-Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Gandu, Bahia, médias do período: 1968 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	98,0	118,0	126,0	116,0	93,0	103,0	97,0	69,0	68,0	85,0	127,0	121,0	1221,0
Pmax	269,0	317,0	354,0	238,0	267,0	224,0	269,0	151,0	151,0	232,0	394,0	497,0	1821,0
Pmin	12,0	9,0	5,0	39,0	12,0	43,0	23,0	20,0	14,0	14,0	23,0	1,0	536,0
DP	63,0	76,0	76,0	57,0	52,0	47,0	57,0	35,0	40,0	54,0	94,0	105,0	307,0
Gama	2,3	2,3	2,3	4,1	3,2	5,0	3,1	4,0	2,6	2,8	2,1	1,3	14,3
Beta	41,5	51,3	55,1	28,2	28,7	20,5	31,0	17,0	25,8	30,6	62,0	7,1	85,7

Tabela 6. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Ipiaú, Bahia, médias do período: 1967 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	105,0	102,0	115,0	96,0	73,0	83,0	76,0	56,0	58,0	81,0	121,0	137,0	1104,0
Pmax	311,0	410,0	334,0	249,0	228,0	178,0	138,0	129,0	127,0	172,0	365,0	527,0	1623,0
Pmin	3,0	5,0	13,0	25,0	15,0	35,0	20,0	16,0	16,0	10,0	12,0	5,0	625,0
DP	87,0	81,0	81,0	55,0	43,0	32,0	36,0	30,0	24,0	42,0	82,0	109,0	290,0
Gama	1,3	1,8	2,0	3,2	3,2	6,7	3,9	3,6	5,3	3,0	2,3	1,4	14,2
Beta	78,9	58,1	58,4	30,3	22,9	12,4	19,3	15,6	10,9	27,6	53,2	100,3	77,9

Probabilidade de chuva no sudeste da Bahia

Tabela 7. Precipitação pluvial-mm- (média-P, máxima-Pmax e mínima-Pmin), desvio padrão da média (DP), parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Ubaitaba, Bahia, médias do período:1981 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	123,0	142,0	163,0	126,0	141,0	154,0	161,0	100,0	117,0	130,0	160,0	156,0	1683,0
Pmax	346,0	399,0	358,0	257,0	461,0	323,0	468,0	336,0	437,0	419,0	311,0	440,0	2863,0
Pmin	21,0	11,0	14,0	50,0	11,0	35,0	36,0	20,0	31,0	23,0	26,0	18,0	790,0
DP	89,0	67,0	60,0	66,0	54,0	48,0	44,0	41,0	34,0	45,0	63,0	104,0	343,0
Gama	1,9	2,1	4,8	5,1	4,2	6,4	4,2	2,7	4,6	3,3	5,3	1,6	11,5
Beta	53,3	45,4	25,1	26,6	26,1	17,5	21,7	27,3	15,2	24,4	25,9	71,3	104,4

Tabela 8. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Uruçuca, Bahia, médias do período:1936 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	134,0	137,0	186,0	181,0	137,0	156,0	145,0	114,0	108,0	128,0	173,0	157,0	1753,0
Pmax	440,0	363,0	560,0	467,0	421,0	318,0	346,0	249,0	348,0	371,0	570,0	649,0	2518,0
Pmin	13,0	6,0	29,0	34,0	20,0	46,0	49,0	12,0	15,0	11,0	37,0	27,0	969,0
DP	81,0	81,0	108,0	81,0	76,0	68,0	61,0	58,0	68,0	72,0	104,0	102,0	325,0
Gama	2,7	2,1	3,5	4,8	3,3	5,2	5,8	3,2	2,6	3,0	3,1	2,7	28,0
Beta	50,4	64,5	52,7	37,7	41,3	30,0	25,0	35,3	42,1	43,0	55,1	58,3	62,6

Tabela 9. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. CEPEC, Ilhéus, Bahia, médias do período:1965 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	136,0	152,0	170,0	144,0	126,0	131,0	138,0	100,0	119,0	131,0	160,0	182,0	1690,0
Pmax	351,0	461,0	488,0	323,0	313,0	235,0	322,0	219,0	307,0	373,0	359,0	740,0	2360,0
Pmin	19,0	16,0	39,0	52,0	32,0	37,0	32,0	26,0	20,0	25,0	48,0	26,0	1107,0
DP	85,0	102,0	88,0	64,0	74,0	49,0	65,0	52,0	70,0	66,0	74,0	128,0	323,0
Gama	2,5	2,2	3,3	5,1	3,3	6,0	4,6	3,7	2,6	4,0	4,2	2,4	26,4
Beta	55,0	67,8	50,0	28,5	39,0	21,2	29,7	27,0	44,7	32,4	37,1	74,3	63,5

Almeida

Tabela 10. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Ilhéus, Bahia, médias do período: 1944 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	140,0	161,0	215,0	213,0	163,0	188,0	178,0	135,0	118,0	131,0	165,0	183,0	1988,0
Pmax	444,0	454,0	540,0	451,0	426,0	351,0	373,0	338,0	418,0	470,0	544,0	725,0	2711,0
Pmin	19,0	13,0	50,0	10,0	9,0	6,0	68,0	23,0	9,0	22,0	11,0	12,0	1225,0
DP	87,0	98,0	91,0	96,0	91,0	80,0	77,0	70,0	77,0	85,0	107,0	121,0	332,0
Gama	2,7	2,5	5,3	3,7	2,9	3,8	5,6	3,6	2,2	2,8	2,5	2,7	35,4
Beta	51,5	64,8	40,3	56,9	56,5	49,3	31,8	36,9	52,9	46,2	66,2	67,5	56,2

Tabela 11. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Coaraci, Bahia, médias do período: 1968 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	135,0	149,0	143,0	107,0	85,0	84,0	91,0	68,0	78,0	125,0	144,0	151,0	1360,0
Pmax	338,0	383,0	437,0	258,0	207,0	190,0	204,0	188,0	204,0	351,0	280,0	628,0	2027,0
Pmin	6,0	4,0	46,0	34,0	15,0	15,0	21,0	4,0	15,0	19,0	37,0	27,0	692,0
DP	91,0	101,0	85,0	50,0	47,0	39,0	50,0	47,0	48,0	75,0	68,0	117,0	334,0
Gama	1,6	1,6	3,3	4,7	3,0	4,3	3,1	2,0	2,5	2,6	3,8	2,2	16,1
Beta	85,1	93,8	43,5	22,7	28,7	19,8	29,3	34,2	31,4	47,6	37,6	70,1	84,7

Tabela 12. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Itajú do Colônia, Bahia, médias do período: 1968 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	99,0	107,0	116,0	98,0	61,0	50,0	48,0	36,0	45,0	80,0	107,0	126,0	973,0
Pmax	243,0	317,0	387,0	228,0	137,0	100,0	132,0	100,0	122,0	191,0	272,0	507,0	1317,0
Pmin	16,0	5,0	6,0	14,0	4,0	15,0	12,0	8,0	3,0	19,0	20,0	21,0	528,0
DP	67,0	74,0	81,0	50,0	35,0	23,0	28,0	24,0	28,0	51,0	66,0	97,0	224,0
Gama	2,3	1,7	2,0	3,2	2,4	4,6	3,5	2,4	2,3	2,4	2,6	2,2	16,7
Beta	43,9	63,1	57,3	30,7	25,6	11,0	13,7	14,7	19,4	32,9	41,7	57,9	58,2

Probabilidade de chuva no sudeste da Bahia

Tabela 13. Precipitação pluvial-mm- (média-P, máxima-Pmax e mínima-Pmin), desvio padrão da média (DP), parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Juçari, Bahia, médias do período: 1968 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	119,0	124,0	141,0	107,0	79,0	83,0	82,0	63,0	77,0	108,0	156,0	157,0	1281,0
Pmax	317,0	364,0	433,0	170,0	163,0	157,0	182,0	164,0	238,0	269,0	370,0	491,0	1702,0
Pmin	12,0	8,0	20,0	41,0	13,0	26,0	30,0	8,0	20,0	24,0	48,0	19,0	806,0
DP	77,0	80,0	84,0	42,0	40,0	39,0	40,0	35,0	44,0	66,0	85,0	80,0	231,0
Gama	2,0	2,1	2,7	5,8	3,3	4,6	4,0	2,9	3,3	2,4	3,4	2,5	28,5
Beta	58,3	57,8	50,9	18,2	23,5	17,9	20,5	21,8	22,5	43,3	47,3	56,6	44,5

Tabela 14. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Una, Bahia, médias do período: 1968 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	143,0	187,0	175,0	175,0	151,0	168,0	160,0	119,0	136,0	172,0	188,0	176,0	1952,0
Pmax	472,0	613,0	412,0	366,0	420,0	344,0	334,0	312,0	453,0	393,0	401,0	772,0	2750,0
Pmin	25,0	44,0	42,0	40,0	21,0	54,0	49,0	24,0	23,0	63,0	32,0	30,0	1261,0
DP	97,0	111,0	88,0	81,0	98,0	68,0	76,0	63,0	87,0	95,0	103,0	135,0	362,0
Gama	2,4	3,4	3,8	4,0	2,6	5,6	4,2	3,4	2,8	3,7	3,1	2,5	27,7
Beta	58,6	55,1	46,3	43,4	57,6	30,1	37,9	35,0	49,3	46,8	60,0	69,6	70,6

Tabela 15. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Camacan, Bahia, médias do período: 1967 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	108,0	121,0	148,0	121,0	96,0	110,0	104,0	70,0	91,0	136,0	175,0	164,0	1429,0
Pmax	363,0	315,0	548,0	216,0	258,0	229,0	236,0	167,0	206,0	263,0	405,0	508,0	1945,0
Pmin	4,0	7,0	20,0	43,0	11,0	25,0	28,0	15,0	14,0	38,0	14,0	15,0	694,0
DP	88,0	83,0	97,0	47,0	56,0	48,0	49,0	38,0	54,0	71,0	101,0	119,0	333,0
Gama	1,3	1,4	1,9	6,3	1,6	4,6	4,4	3,3	1,9	2,6	2,7	2,0	14,9
Beta	86,5	93,9	81,5	19,4	57,7	23,7	24,0	21,3	45,1	51,5	65,2	78,2	97,3

Almeida

Tabela 16. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Canavieiras, Bahia, médias do período: 1967 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	120,0	116,0	144,0	172,0	138,0	151,0	154,0	103,0	106,0	162,0	144,0	138,0	1649,0
Pmax	585,0	252,0	318,0	354,0	472,0	303,0	356,0	274,0	237,0	539,0	387,0	527,0	2314,0
Pmin	11,0	5,0	27,0	29,0	17,0	54,0	18,0	33,0	11,0	37,0	22,0	23,0	832,0
DP	114,0	58,0	65,0	81,0	87,0	60,0	73,0	55,0	61,0	100,0	86,0	101,0	361,0
Gama	1,5	2,6	4,1	4,2	3,1	6,2	3,9	4,0	2,7	3,2	2,6	2,1	20,0
Beta	81,3	43,8	35,5	40,9	45,0	24,3	39,3	26,0	39,8	51,3	54,5	66,6	82,2

Tabela 17. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Itapebi, Bahia, médias do período: 1967 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	111,0	96,0	104,0	93,0	73,0	83,0	89,0	58,0	75,0	117,0	141,0	155,0	1201,0
Pmax	360,0	267,0	209,0	241,0	158,0	187,0	239,0	172,0	198,0	272,0	270,0	512,0	1767,0
Pmin	14,0	4,0	4,0	21,0	6,0	22,0	11,0	7,0	9,0	24,0	16,0	24,0	773,0
DP	84,0	73,0	57,0	53,0	37,0	42,0	49,0	35,0	44,0	59,0	70,0	109,0	234,0
Gama	2,0	1,5	2,2	3,2	4,1	3,8	2,9	2,6	2,7	4,1	3,1	2,5	26,6
Beta	55,7	65,9	46,4	29,4	18,5	22,0	30,8	22,6	28,3	28,8	45,7	62,5	45,2

Tabela 18. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima - Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Barrolândia, Bahia, médias do período: 1968 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	112,0	102,0	130,0	142,0	125,0	95,0	117,0	87,0	99,0	133,0	147,0	147,0	1436,0
Pmax	347,0	232,0	350,0	330,0	255,0	187,0	316,0	247,0	368,0	254,0	311,0	497,0	1911,0
Pmin	18,0	6,0	34,0	20,0	6,0	25,0	23,0	24,0	11,0	34,0	20,0	5,0	898,0
DP	83,0	64,0	71,0	63,0	67,0	45,0	68,0	45,0	66,0	53,0	87,0	74,0	247,0
Gama	2,0	1,8	3,6	4,3	2,4	4,3	3,0	4,1	2,6	5,4	2,5	1,9	31,2
Beta	55,9	58,4	35,5	33,7	50,2	22,5	39,3	21,1	37,4	23,9	56,6	71,7	45,2

Probabilidade de chuva no sudeste da Bahia

Tabela 1. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima -Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta.. Porto Seguro, Bahia, médias do período: 1968 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	122,0	96,0	128,0	155,0	156,0	120,0	138,0	99,0	120,0	159,0	157,0	159,0	1609,0
Pmax	408,0	210,0	331,0	540,0	428,0	253,0	576,0	179,0	557,0	290,0	390,0	519,0	2140,0
Pmin	18,0	4,0	49,0	41,0	4,0	23,0	25,0	13,0	6,0	48,0	20,0	31,0	995,0
DP	112,0	58,0	78,0	100,0	93,0	56,0	106,0	48,0	108,0	67,0	87,0	107,0	288,0
Gama	1,4	1,4	2,3	3,2	2,2	4,3	2,4	3,3	1,6	5,6	3,0	2,5	29,6
Beta	87,6	66,9	56,8	49,1	70,8	28,1	57,1	30,0	73,8	28,6	52,9	64,2	54,4

Tabela 20. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima -Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Itamaraju, Bahia, médias do período: 1967 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	109,0	96,0	117,0	113,0	91,0	78,0	113,0	79,0	94,0	150,0	172,0	163,0	1373,0
Pmax	350,0	308,0	257,0	275,0	226,0	216,0	291,0	238,0	409,0	298,0	383,0	454,0	2051,0
Pmin	4,0	1,0	8,0	19,0	14,0	12,0	17,0	8,0	6,0	31,0	1,0	16,0	907,0
DP	103,0	74,0	63,0	56,0	56,0	51,0	66,0	58,0	82,0	72,0	108,0	101,0	316,0
Gama	1,3	1,3	2,3	3,9	2,4	2,0	2,8	1,9	1,7	3,5	1,7	2,6	19,1
Beta	87,4	71,4	51,4	29,5	38,2	39,6	39,9	42,7	56,4	42,3	103,8	63,0	71,7

Tabela 21. Precipitação pluvial (média -P, máxima -Pmax e mínima -Pmin) e desvio padrão da média (DP) em mm, parâmetros Gama e Beta da distribuição de probabilidade gama incompleta. Medeiros Neto, Bahia, médias do período: 1976 a 1996.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
P	119,0	75,0	115,0	66,0	53,0	47,0	41,0	34,0	41,0	97,0	137,0	141,0	947,0
Pmax	463,0	196,0	345,0	164,0	166,0	142,0	120,0	108,0	144,0	217,0	325,0	287,0	1422,0
Pmin	4,0	8,0	3,0	13,0	2,0	1,0	4,0	4,0	2,0	36,0	16,0	31,0	602,0
DP	109,0	54,0	85,0	43,0	39,0	29,0	32,0	22,0	36,0	49,0	78,0	66,0	217,0
Gama	1,2	1,3	1,3	2,4	1,2	1,8	1,8	2,7	1,1	4,3	2,6	4,1	20,4
Beta	103,2	58,6	86,8	28,2	43,8	24,8	24,6	12,7	36,9	22,8	52,4	34,3	47,1

As Figuras 1 a 7 mostram os totais de precipitação pluvial máxima provável (menor ou igual a um determinado valor), estimados a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade, utilizando-se a distribuição de probabilidade gama incompleta. Fazendo-se uma análise comparativa entre os totais máximos de chuva aos níveis de 25 e 75% de probabilidade, pode-se prognosticar a quantidade de chuva esperada em 50% dos anos, ao invés de se utilizar o procedimento habitual de assumir como sendo igual à média do período.

É comum adotar as médias mensais e anuais de chuvas esperadas em dimensionamento de projetos de irrigação. Ressalte-se, entretanto, que a quantidade de água necessária para atender todas as necessidades de uma cultura varia, principalmente, em função do estágio de desenvolvimento e sobretudo das condições meteorológicas. No entanto, a ocorrência de um total de chuva ao nível de 75% de probabilidade, é considerado um valor mais confiável do que a própria média, portanto, o recomendado tanto para projetos de irrigação quanto para estudos de planejamento agrícola (Hargreaves, 1973).

Tomando-se como exemplo a localidade de Uruçuca (Figura 3), por ser a série climatológica mais longa da região em estudo, verifica-se que há 75% de probabilidade de que a chuva no mês de março seja menor ou igual a 250 mm. Reciprocamente, existe apenas 25% de probabilidade (um ano em cada quatro) de que o total pluvial ultrapasse esse valor. O mesmo raciocínio pode ser empregado para qualquer outro local, mês ou ano. Destaca-se, ainda, que as médias anuais esperadas, nas vinte localidades estudadas, situaram-se entre os níveis de probabilidade de 50 e 60%, indicando uma subestimativa em relação ao nível de maior confiabilidade (75%).

De uma maneira geral, os meses mais chuvosos desta região coincidem com os de verão até meados do outono e aqueles em que chove menos, com os de inverno e início da primavera. Observa-se (Tabelas 2 a 21), a inexistência de estação seca definida para a maioria das localidades, onde a chuva média anual é superior a 1650 mm. Para esta condição, a deficiência hídrica mensais do solo, calculada utilizando-se o balanço hídrico climatológico, é nula para qualquer profundidade efetiva do sistema radicular, com exceção para São Sebastião do Passé, no Recôncavo baiano. Para o referido local, como a chuva esperada é inferior a evapotranspiração de referência, estimada pelo método Penman Montesth, em cerca de cinco meses, existirá deficiência hídrica anual mesmo chovendo mais de 1650 mm.

Nas localidades onde os totais de precipitação pluvial anuais são superiores a 1400 mm e inferiores a 1650 mm, há uma tendência de chover abaixo de 100 mm, em pelo menos dois ou três meses do ano. Nos outros locais nos quais a precipitação pluvial anual é menor que 1400 mm, a complementação de água via irrigação, às

vezes, pode ser necessária a fim de atender as necessidades hídricas dos cultivos, nos seus diferentes estádios fisiológicos. Mesmo assim, sugere-se que a utilização de qualquer alternativa de manejo de aplicação de água deva ser analisado “in loco”.

Destaca-se, entretanto, que em anos com algum tipo de “anormalidades meteorológica de larga escala”, especialmente, as que resultam de interações complexas no sistema atmosfera versus oceanos, tais como as oriundas do efeito El-Niño-Oscilação Sul, cujo comportamento influencia o clima e a agricultura em diversas partes do mundo. Apesar desta região apresentar um excelente “padrão” pluvial médio, esse tipo de anomalia tem ocasionado, em cerca de 50% dos anos de ocorrência do referido evento, irregularidades nas quantidades mensais desse elemento do clima longo do ano e, por isso, tem sido considerada a principal responsável pela redução nas safras de cacau. Resultados encontrados por Almeida, 1989; Almeida e Machado, 1994 e Almeida, 1997, mostraram que ocorrências de deficiência de água no solo, quando coincidem com os primeiros sessenta dias após a fecundação da flor (fase denominada crítica para o ciclo de produção de frutos), reduzem sensivelmente a produção de cacau na Bahia.

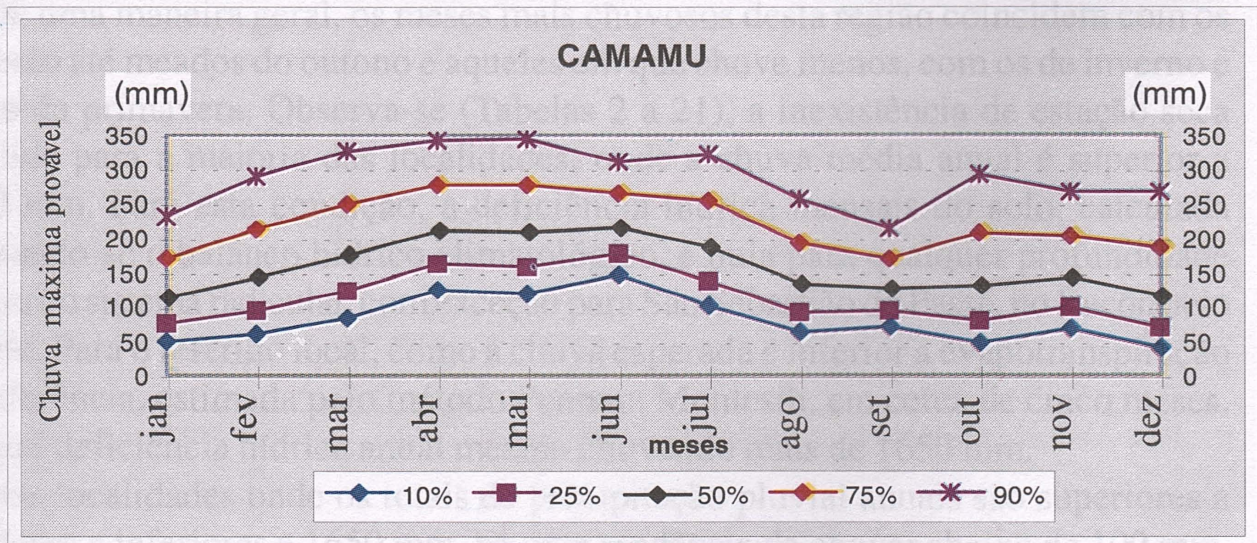
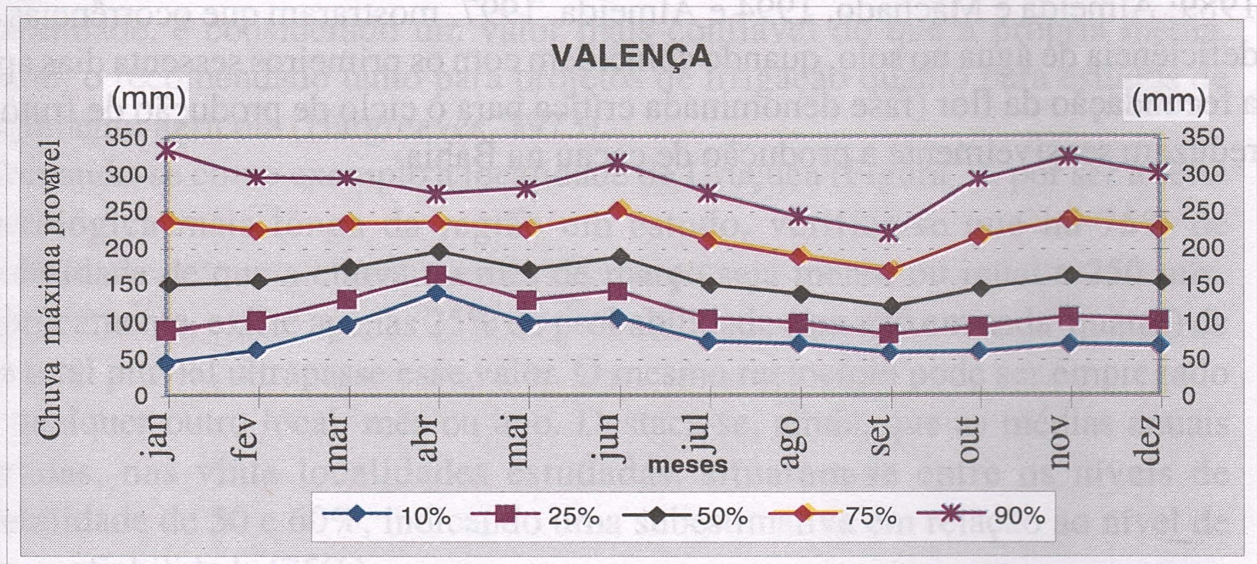
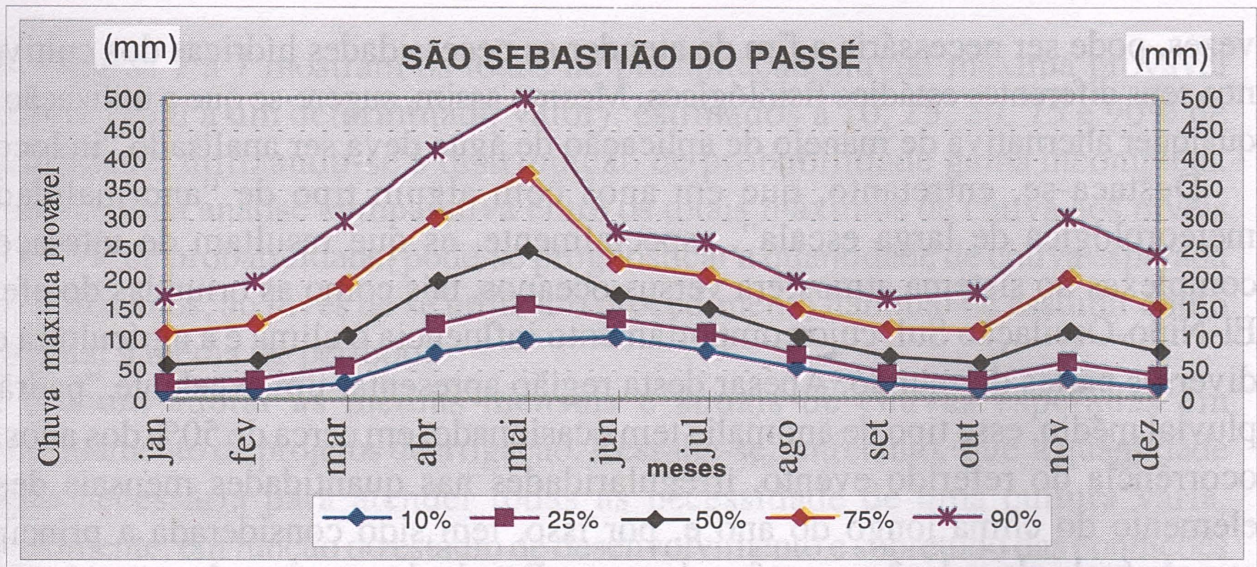


Figura 1: Chuva máxima provável, em mm, a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade

Probabilidade de chuva no sudeste da Bahia

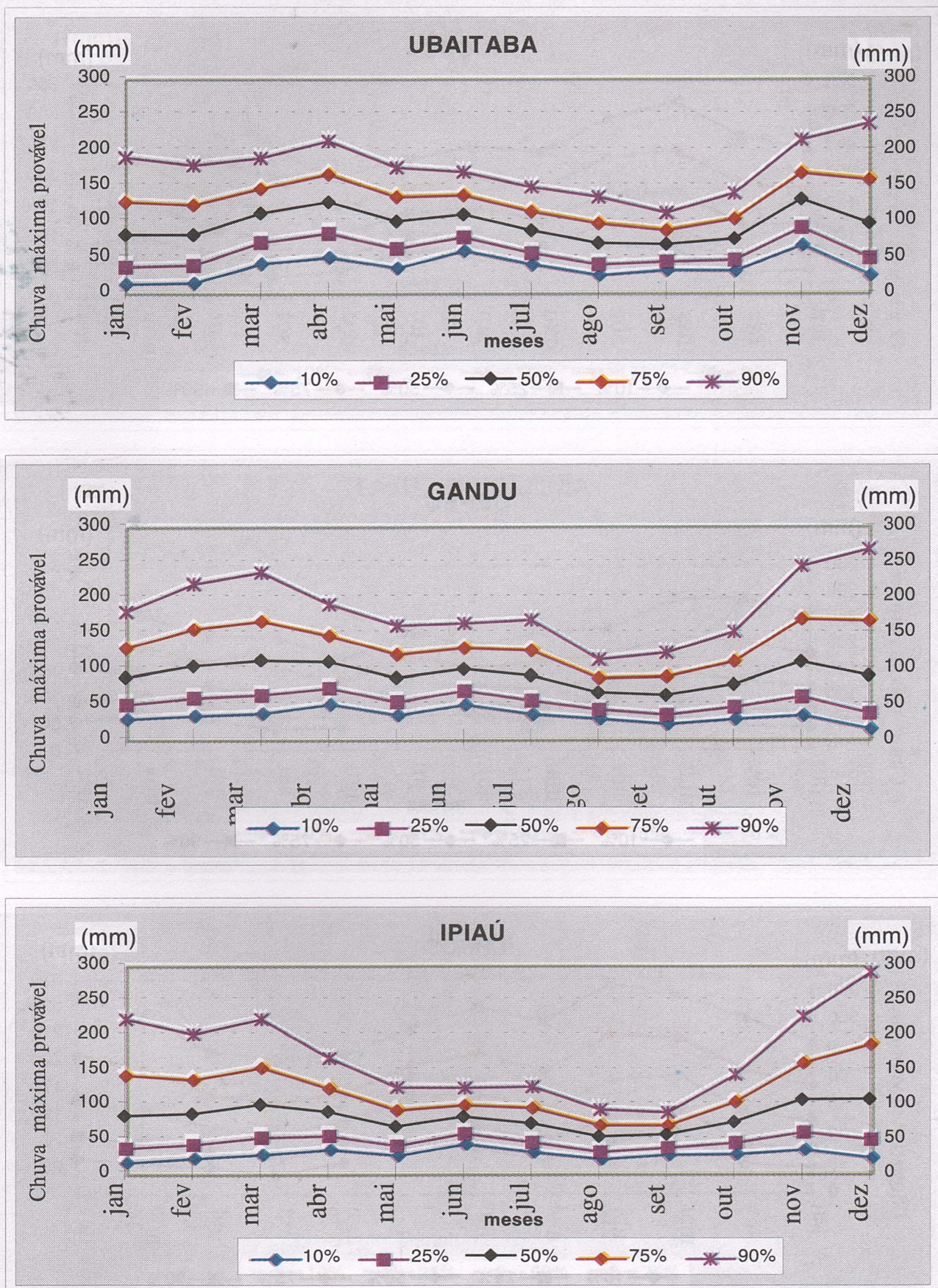


Figura 2: Chuva máxima provável, em mm, a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade

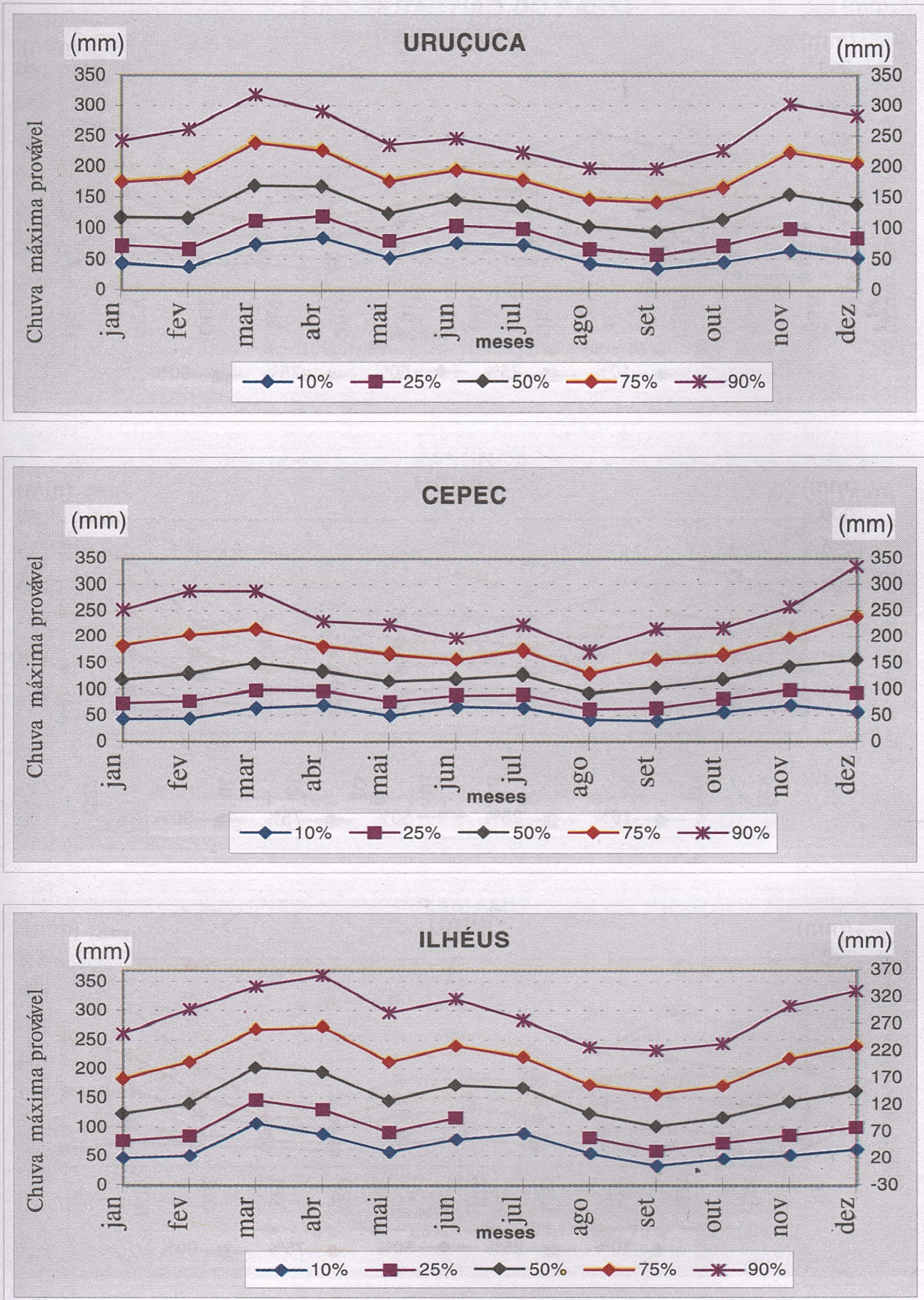


Figura 3: Chuva máxima provável, em mm, a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade

Probabilidade de chuva no sudeste da Bahia

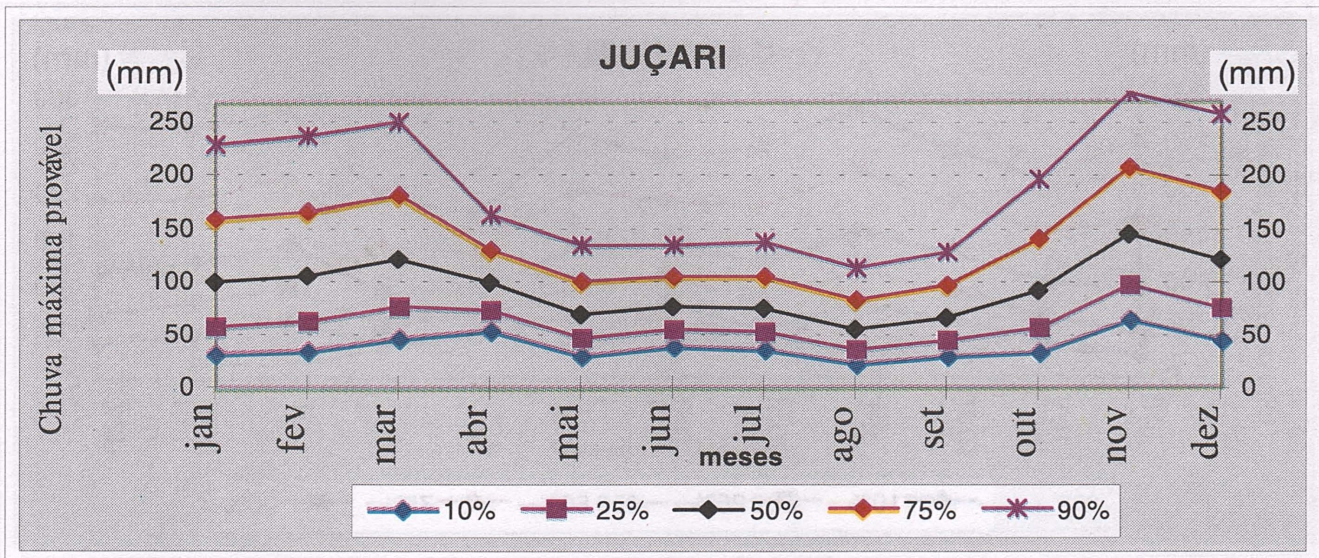
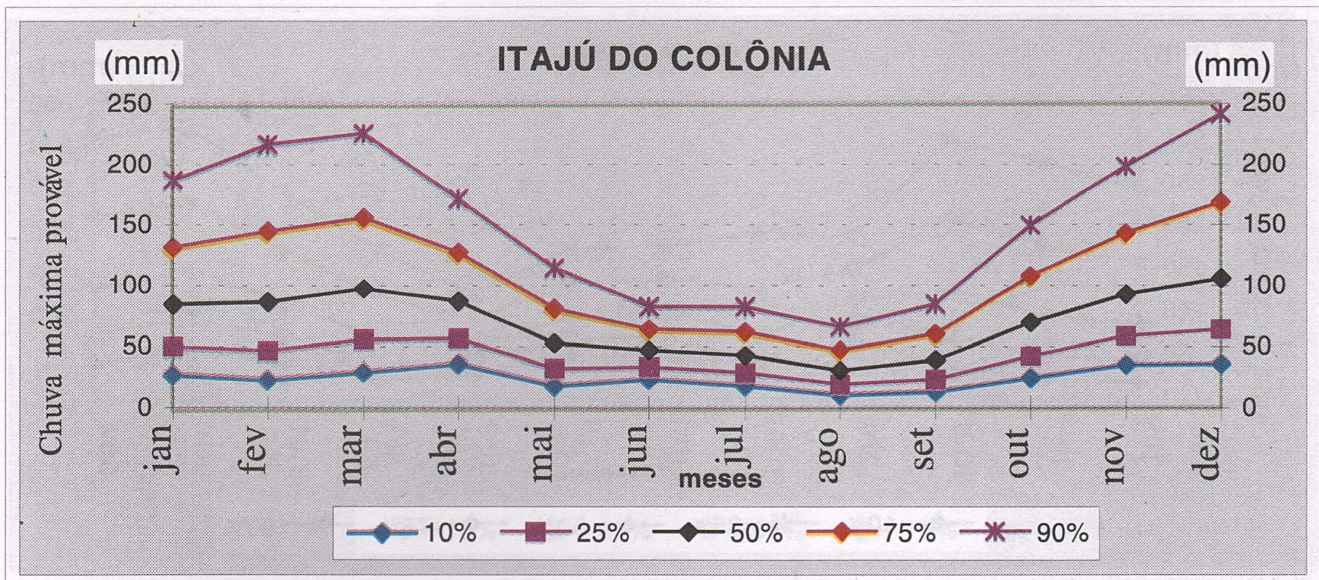
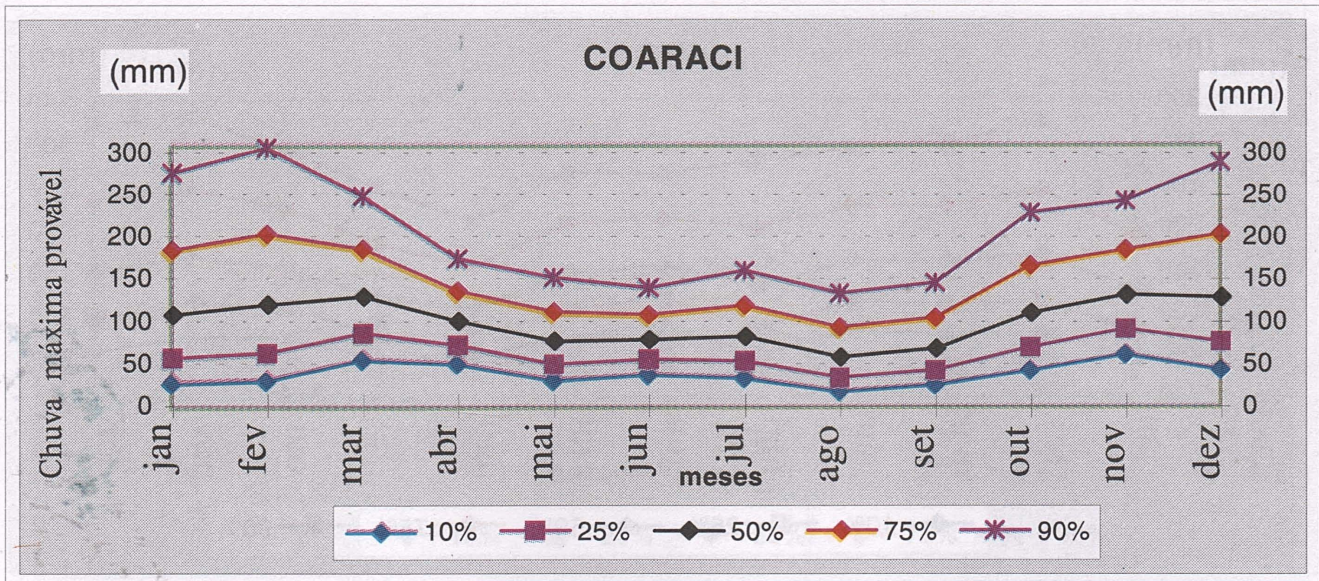


Figura 4: Chuva máxima provável, em mm, a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade

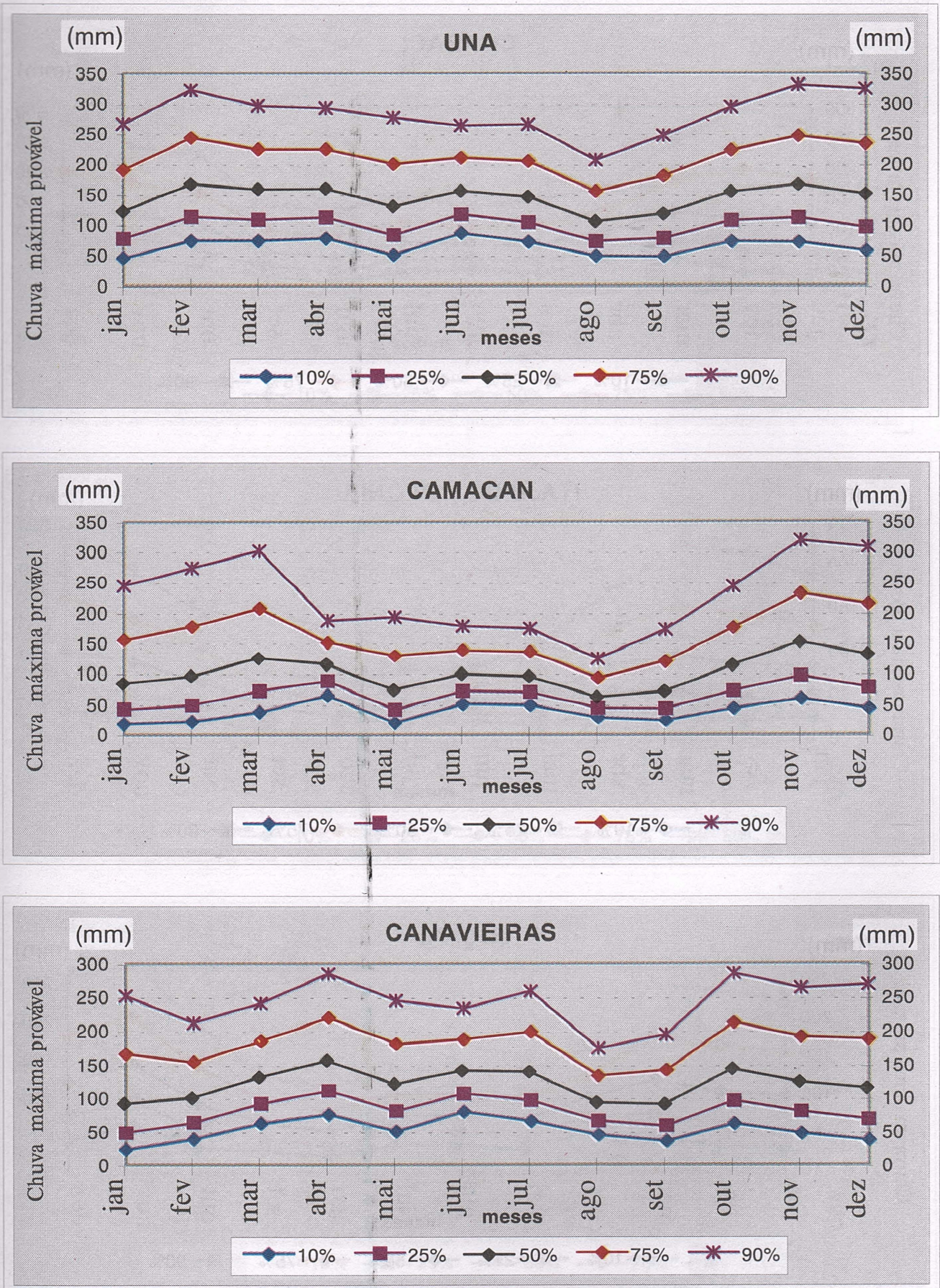


Figura 5: Chuva máxima provável, em mm, a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade

Probabilidade de chuva no sudeste da Bahia

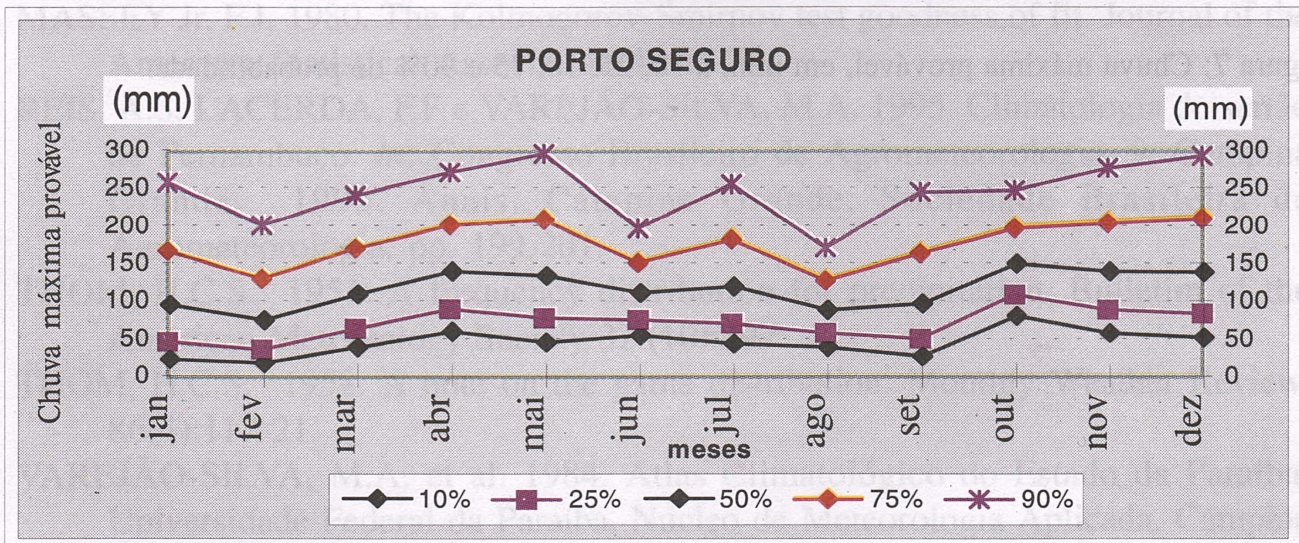
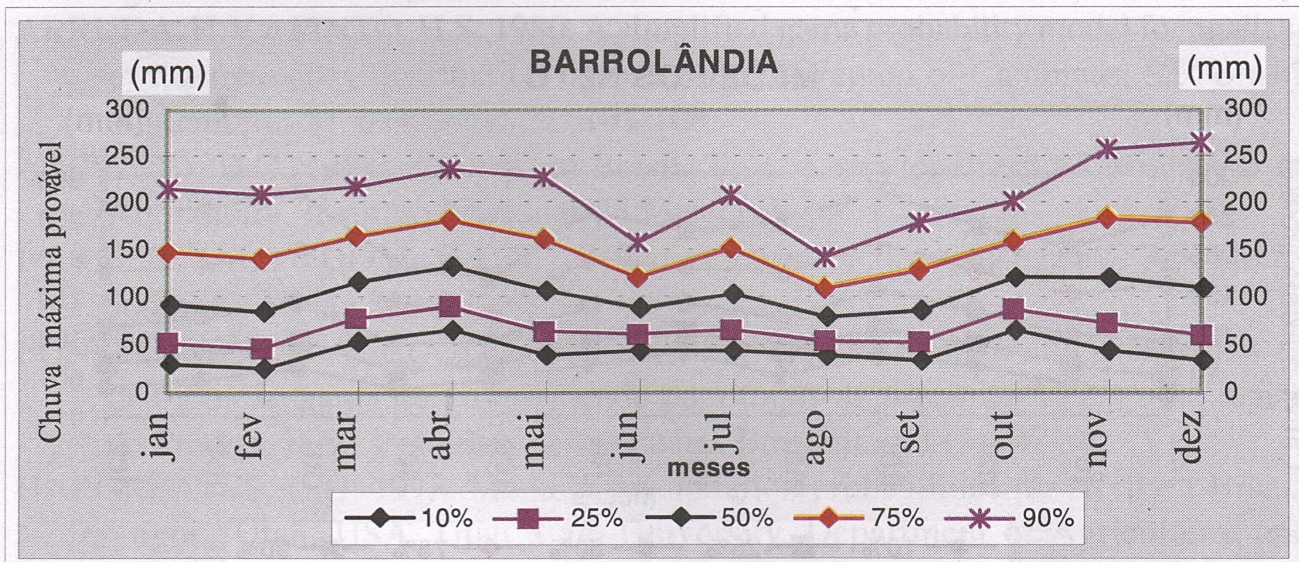
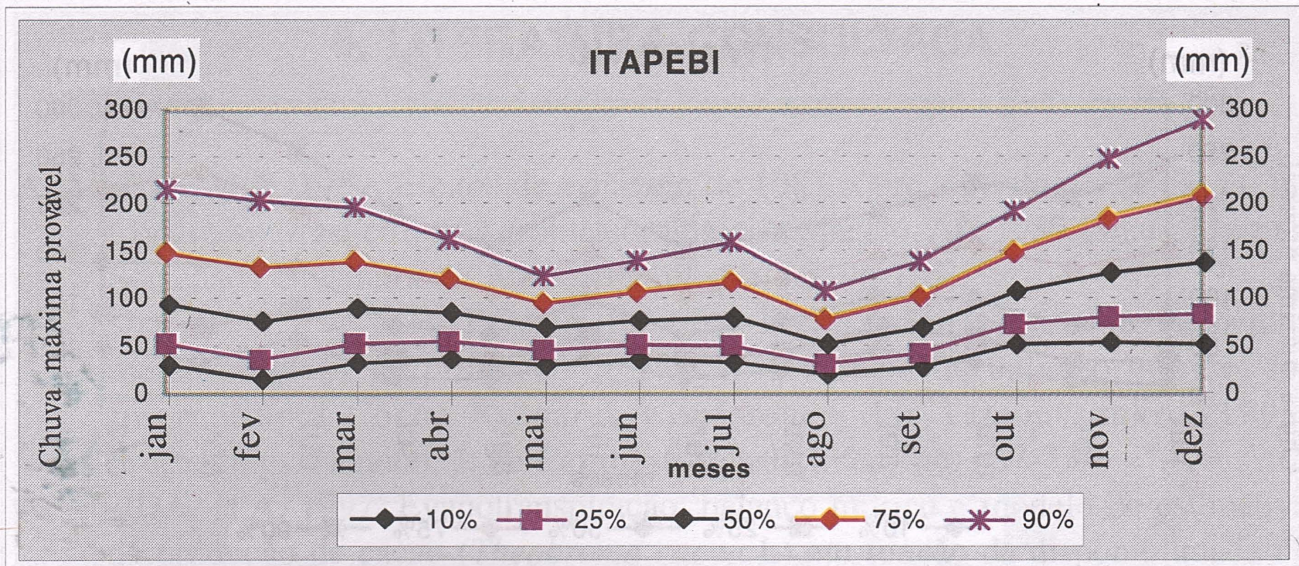


Figura 6: Chuva máxima provável, em mm, a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade

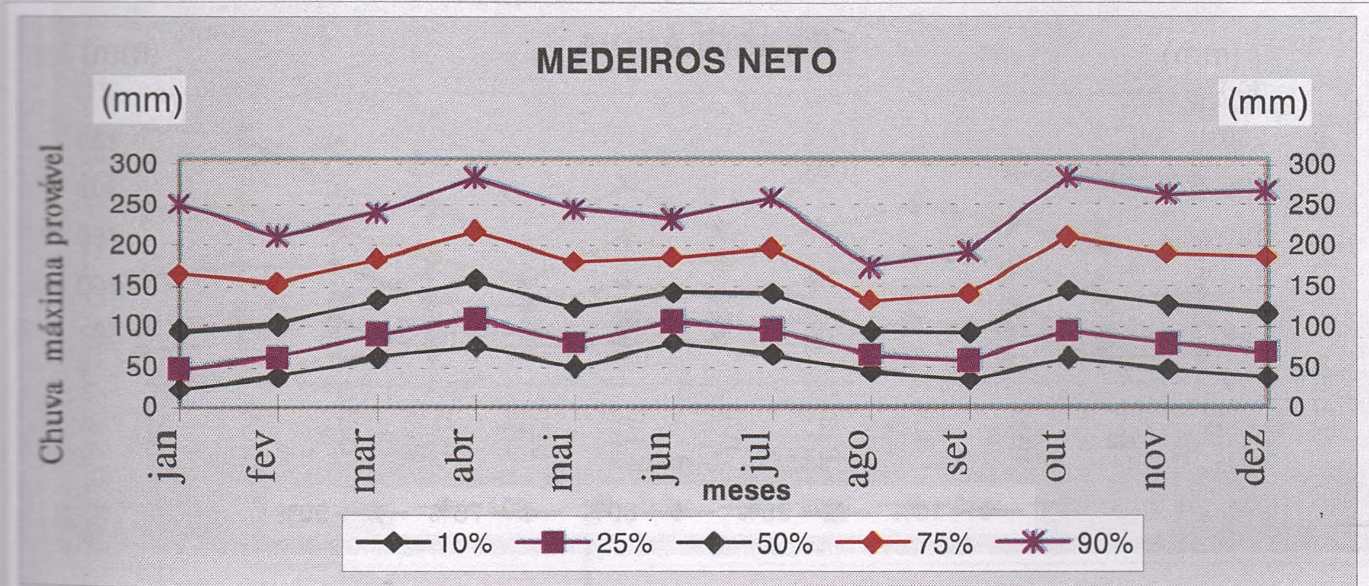
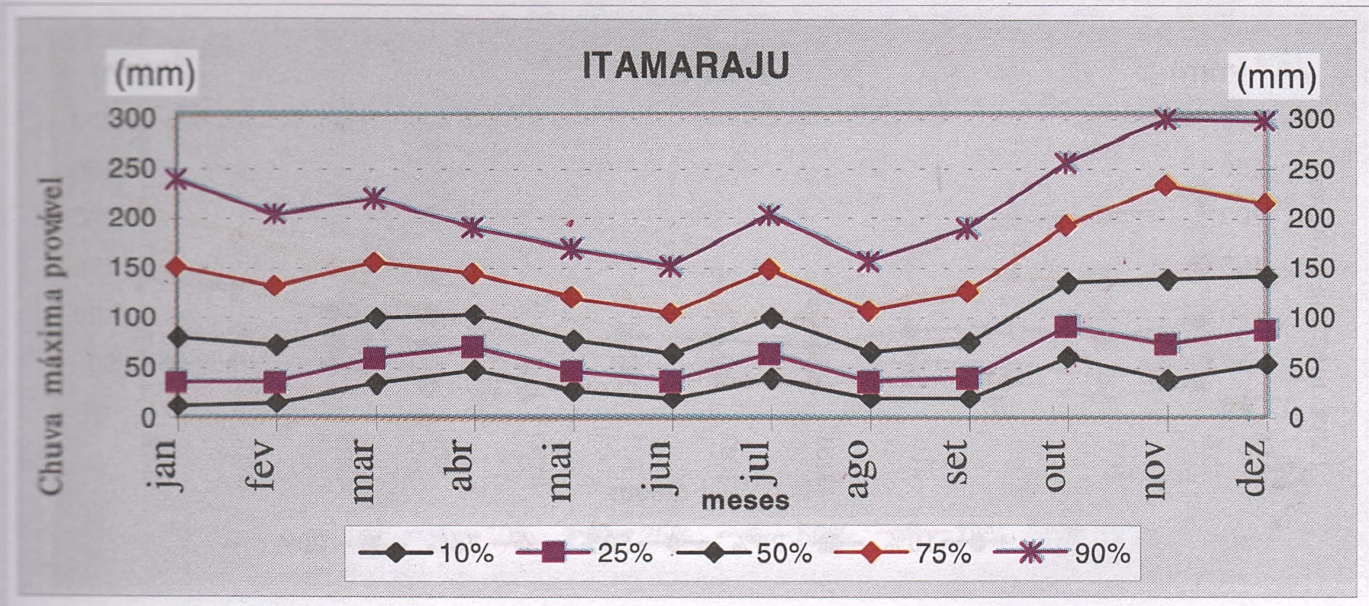


Figura 7: Chuva máxima provável, em mm, a 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade.

6. LITERATURA CONSULTADA

- ALMEIDA, H.A. 1989. Efeitos da estiagem de 1987 sobre a produção de cacau. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 6, Maceió, AL, 1989. Anais. Maceió, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. pp. 96-105.
- ALMEIDA, H.A. e MACHADO, R.C.R. 1994. Efeito de interações entre elementos meteorológicos na produção de cacau: influência do balanço hídrico. In: International Cocoa Research Conference, 11, Yamoussoukro, 1993. Proceedings. London, J. de Lafforest Transla Inter. pp. 667-773.
- ALMEIDA, H.A. 1997. Evapotranspiração, balanço hídrico e modelo de estimativa de produção de cacau (*Theobroma cacao* L) em função da disponibilidade de água no solo e energia. Tese de Doutorado. Botucatu, SP. UNESP-FCA. 170p.
- ARRUDA, H.V. e PINTO, H.S. 1980. A simplified gama probability model for analysis of the frequency distribution of raintall in the region of Campinas, S.P. Brasil. *Agricultural Meteorology*, 22: 101-108.
- AZEVEDO, D.C. 1974. Chuvas no Brasil. Tese Mestrado. Brasília. Ministério da Agricultura. Instituto Nacional de Meteorologia. 1v.
- BARGER, G.L., THOM, H.C.S. 1949. Evaluation of drought hazard. *Agronomy Journal*. 41(11):519-26.
- FONSECA, V.O. e ALBUQUERQUE, J.A.S. 1978. Estimativa dos parâmetros de distribuição gama de probabilidade para totais de precipitação em uma região de Pelotas, R.S. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 13 (3): 47-58.
- HARGREAVES, G.H. 1973. Monthly precipitation probabilities for Northeast Brazil. Logon, Utah, USA. Utah State University, Department of Agricultural and Irrigation Engineering. 423 p.
- MASSEY Jr. F.J. 1980. The Kolmogorov-Smirnov test goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association* 46:68-78.
- REIS, A.S, LACERDA, F.F e VAREJÃO-SILVA, M.A. 1995. Climatologia do sertão de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 9, Campina Grande, 1995. Anais. Campina Grande, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. pp. 199-201.
- THOM, H.C.S. 1951. A frequency distribution for precipitation. *Bulletim of the American Meteorology Society* 32 (10):397
- THOM, H.C.S. 1958. A note on the gama distribution. *Monthly Weather Review*. 86(4):117-21.
- VAREJÃO-SILVA, M.A. et al. 1984. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. Universidade Federal da Paraíba, Núcleo de Meteorologia Aplicada. Campina Grande. 132p.

