

Chuvas Máximas Diárias em Belém – Período 1967-2005



ISSN 1517-2201
Dezembro, 2006

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 268

Chuvas Máximas Diárias em Belém – Período 1967-2005

*Therezinha Xavier Bastos
Nilza Araújo Pachêco*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48. CEP 66095-100 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.cpatu.embrapa.br
sac@cpatu.embrapa.br

Comitê Local de Editoração

Presidente: *Gladys Ferreira de Sousa*
Secretário-Executivo: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*
Membros: Izabel Cristina Drulla Brandão, José Furlan Júnior,
Lucilda Maria Sousa de Matos, Maria de Lourdes Reis Duarte, Vladimir
Bonfim Souza, Walkymário de Paulo Lemos

Revisão Técnica

Edson José Paulino da Rocha – UFPA
Iria Fernandes Vendrame – ITA
João Batista Miranda Ribeiro – UFPA

Supervisão editorial e normalização bibliográfica: *Adelina Belém*
Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*
Foto da capa: *Paulo Campos Christo Fernandes*

1ª edição

Versão eletrônica (2006)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Oriental

Bastos, Therezinha Xavier

Chuvas máximas diárias em Belém – período 1967-2005 /
Therezinha Xavier Bastos, Nilza Araújo Pachêco. – Belém, PA:
Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

27p. ; il. ; 21cm. – (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos,
268).

ISSN 1517-2201

1. Precipitação pluvial. 2. Climatologia. 3. Dados meteorológicos.
I. Pachêco, Nilza Araújo. II. Título. II. Série.

CDD - 630.2516098115

© Embrapa 2006

Autoras

Therezinha Xavier Bastos

Engenheira Agrônoma, Ph.D. em Climatologia,
Pesquisadora aposentada da Embrapa Amazônia
Oriental, Belém, PA,
txbastos@cpatu.embrapa.br.

Nilza Araujo Pachêco

Engenheira Agrônoma, Mestre em Meteorologia,
Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental,
Belém, PA,
nilza@cpatu.embrapa.br.

Apresentação

O presente trabalho reúne importantes informações sobre a natureza das chuvas na cidade de Belém com o foco nas chuvas máximas diárias.

O objetivo é subsidiar atividades ligadas a agricultura, hidráulica, ciências ambientais, turismo, construção e defesa civil considerando a influência marcante da chuva intensa nessas áreas de conhecimento.

As informações pluviométricas foram coletadas durante um longo período de tempo (39 anos) na estação meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental, permitindo um estudo bem detalhado da distribuição das chuvas intensas no município que se caracteriza pela grande incidência das chuvas.

Através dessa publicação os leitores poderão facilmente visualizar os maiores valores de chuva diária registrados e a época de ocorrência.

Jorge Alberto Gazel Yared

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Chuvas Máximas Diárias em Belém – Período 1967-2005	9
Introdução	9
Metodologia	11
Resultados e Discussão	12
Considerações Gerais	25
Referências	26

Chuvas Máximas Diárias em Belém – Período 1967-2005

Therezinha Xavier Bastos

Nilza Araújo Pachêco

Introdução

A chuva é considerada importante na agricultura tropical, entre outros aspectos prende-se ao fato de ser o elemento regulador do calendário agrícola. Tanto a falta de chuvas como chuvas em excesso ocasionam grandes prejuízos econômicos por frustrações de safras. Um outro fato relevante é que chuvas muito intensas antes da colheita acarretam vários prejuízos porque a maturação não conclui satisfatoriamente, a secagem do produto é prejudicada, ocorrendo ainda o favorecimento para as pragas e doenças. Outro aspecto a ser considerado é que o excesso de água provoca a lixiviação de fertilizantes e agrotóxicos para as águas subterrâneas, com grande prejuízo para o meio ambiente.

Assim é de grande importância o conhecimento das características das chuvas em termos de maiores índices alcançados associados a anos e meses como também em intervalo de tempo mais curto como em 24 horas. Importante também é se determinar a época de ocorrência e sua contribuição na somatória mensal, uma vez que uma chuva intensa em época de estiagem ou seca, com o solo encontrando-se com baixa disponibilidade de água, vai apresentar efeito diferente se ocorrer em época chuvosa, com o solo próximo ou em nível de capacidade de campo (DUNNE; LEOPOLDO, 1978).

A região de Belém desempenha papel importante para o desenvolvimento agrícola do nordeste paraense. Sua paisagem apresenta além do aspecto urbano, aspecto agrícola com comunidades vegetais constituídas de vários sistemas de produção agrícola, incluindo capoeiras e fragmentos de floresta (BASTOS et al., 2002).

Belém tem sido caracterizada por apresentar clima quente e úmido, com elevado índice pluviométrico anual definindo dois períodos de chuva, um mais chuvoso e outro menos chuvoso ou de estiagem, bem como por apresentar os tipos climáticos Af_i segundo Köppen e B₄A'a' da classificação de Thornthwaite (BASTOS et al., 2002; PEREIRA; XAVIER 1968; SANTOS, 1993;). Pereira e Xavier (1968) definiram os períodos de chuva a partir de desvios entre os percentuais dos totais médios de chuva mensal em relação ao total anual de período de quarenta anos (1923-63) que variaram entre 3,3% (novembro) e 16,1% (março) e o percentual médio mensal que alcançou 8,3 %. Para estes autores os meses que integraram o período chuvoso, incluíram um mês com menor

afastamento negativo para a média (dezembro com desvio de -1,1) e cinco meses (janeiro, fevereiro, março, abril e maio) com desvios positivos, os demais com desvios negativos constituíram o período de estiagem. Tais informações embora importantes sob ponto de vista da climatologia descritiva apresentam pouco valor prático para a agricultura porque não leva em consideração componentes do balanço hídrico tais a evapotranspiração de referência, água armazenada no solo, excedentes e deficits de água.

O presente trabalho tem por objetivo disponibilizar informações sobre totais máximos de chuva ocorridos em Belém em 24 horas entre 1967 e 2005, relacionadas com a distribuição das chuvas durante o ano para subsidiar atividades agrícolas, considerando a importância que os grandes montantes de chuva ocorridos em pequena escala de tempo, desempenham para a agricultura e outras atividades econômicas.

Metodologia

Utilizaram-se dados diários de chuva do período 1967-2005, provenientes da estação meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental em Belém, situada a 1° 28'S, 48° 27'W para a composição de séries de totais mensais e anuais, bem como de séries de maiores totais diários de chuva.

Determinou-se a distribuição mensal das chuvas levando-se em consideração o período de trinta anos (1967-96) seguindo o padrão das "Normais Climatológicas" do Instituto Nacional de Meteorologia (BRASIL, 1992), que considera que as médias climatológicas devem referir-se a períodos padronizados de trinta anos. Comparou-se este período de dados com os nove anos mais recentes para se detectar possíveis variações entre os dois períodos dentro dos meses.

Para a interpretação das chuvas máximas diárias determinaram-se 13 séries de dados (uma série anual e 12 séries mensais de totais máximos de chuva diária). Determinou-se ainda a frequência relativa (ASSIS, 1996) para os meses que registraram alturas de chuva diárias igual ou superior a 120 mm, tendo sido considerados 5 intervalos de classes: A primeira agrupando valores abaixo de 30 mm e a última valores superiores a 120 mm.

A série anual de totais máximos de chuva diária consistiu do maior total de chuva registrado por ano, independente da época de ocorrência. As séries mensais foram compostas do maior valor de chuva diária por mês e ano.

Relacionaram-se as alturas máximas das chuvas diárias com a distribuição anual, mensal e de períodos de chuva considerados normal. Os períodos de chuva foram determinados levando-se em consideração o conceito de chuva efetiva, a evapotranspiração de referência e resultados de balanços hídricos. A chuva foi considerada efetiva, quando o total diário ou mensal é igual ou acima da evapotranspiração de referência, uma vez que esse elemento indica a quantidade de água necessária para atender as necessidades de água de uma superfície vegetada (BASTOS, 1990; GUYOT, 1997; OLDEMAN; FRÉRE, 1982).

O balanço hídrico utilizado seguiu a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather, (1955) citado por Pereira et al. (2002) e foi adotado o armazenamento máximo de 125 mm, para caracterizar a disponibilidade hídrica do solo e a distribuição das chuvas durante os meses com indicação de deficiências e excedentes hídricos.

Foram adotados os seguintes critérios para a definição dos períodos de chuva: período chuvoso, quando o total de chuva (P) foi maior que a evapotranspiração (ET), resultando excedente hídrico; período de estiagem, quando o total de chuva foi menor que a evapotranspiração, sem ocorrência de deficiência hídrica; período seco, quando o montante pluviométrico ficou muito abaixo da evapotranspiração revelando expressiva deficiência hídrica. Adotou-se como indicador para esse período a relação $P < ET/2$, considerada como indicador de estresse hídrico (BASTOS, 1990) e período de transição, quando o montante pluviométrico oscila entre levemente abaixo ou acima da evapotranspiração sem revelar ocorrência de deficiência ou excedente hídrico.

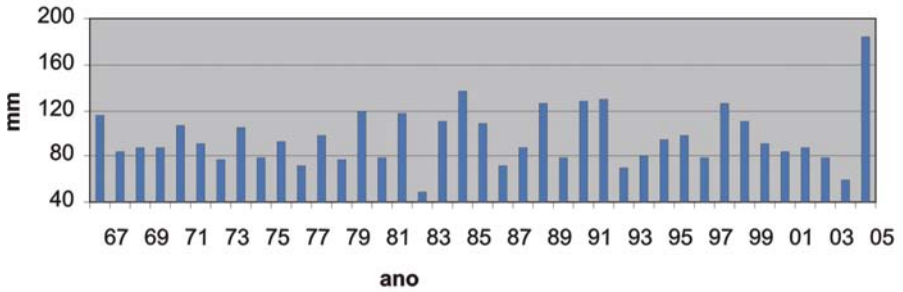
A evapotranspiração foi estimada pelo método de Thornthwaite a partir da temperatura mensal e fatores de correção em função do número de dias e do fotoperíodo do mês (PEREIRA et al., 2002).

Resultados e Discussão

a) Chuvas máximas diárias ao longo dos anos

A Fig. 1 mostra a flutuação anual dos maiores totais de chuva por dia e por ano durante o período 1967-2005, onde pode-se observar que a amplitude dos valores máximos diários ano após ano variou aproximadamente entre 50 mm (1983) e 183 mm (2005). Tais valores como pode ser observado, corresponderam a anos de baixa e elevada pluviosidade em Belém, respectivamente 2.188 mm e 3.151mm.

a) Totais máximos de chuva em 24 horas por ano



b) Totais de chuva por ano

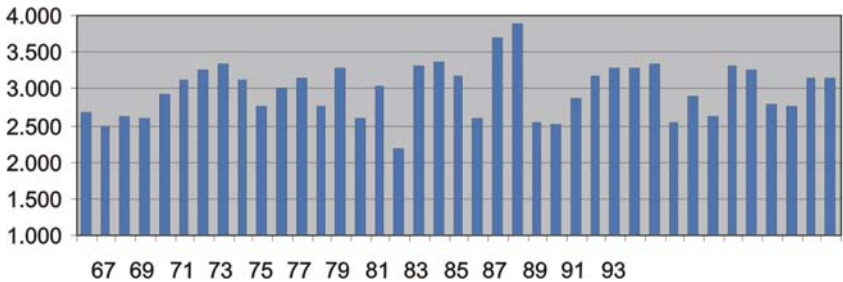


Fig.1. Flutuação de totais de chuva em 24 horas (a) e por ano (b) em Belém, período 1967-2005.

O valor mais alto das chuvas máximas em 24 horas (183 mm) foi assinalado no final dessa série temporal, ultrapassando o maior valor observado (136 mm), do período climatológico normal (1967-96) em 1985, porém ficou abaixo do registrado (262,4 mm) no período 1896-1922 (CUNHA; BASTOS, 1973).

É importante registrar que alturas elevadas de chuva em 24 horas são esperadas ocorrer em regiões tropicais (JACKSON, 1989). Na Amazônia, altura de chuvas diárias acima dos observados em Belém durante 1967-2005, têm sido registrado pelo INMET (BRASIL, 1992), em vários locais tais como em Soure - PA (235 mm em fevereiro, 1966);

São Luis - MA (210 mm em fevereiro, 1980); Grajaú - MA (204 mm em novembro, 1974); Turiaçu - MA (192 mm em abril, 1985); Altamira - PA (190 mm em dezembro, 1985) e Óbidos - PA (187 mm em dezembro, 1990).

b) Chuvas máximas diárias ao longo dos meses. Período 1967-1996

A Fig. 2 mostra a flutuação mensal dos maiores totais de chuva por dia durante os meses dentro do período climatológico normal 1967-1996 comparados a distribuição de totais máximos e médios mensais.

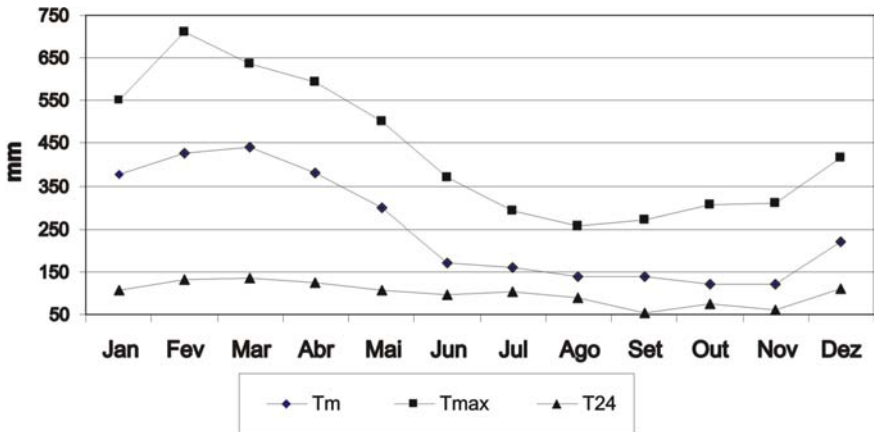


Fig. 2. Distribuição das chuvas em Belém. Período (1967-96). Total máximo mensal (Tmax); Total médio mensal (Tm); Total máximo mensal em 24 horas (T24h).

Através da Fig. 2 pode-se observar os seguintes aspectos da pluviosidade em Belém:

1. Os totais máximos de chuva em 24 horas, oscilaram entre 54 mm (setembro) e 136 mm (março). Comparando-se esses montantes de chuva com os registrados durante os períodos de tempo 1896-1922 e 1931-1960 (CUNHA; BASTOS, 1973) verificaram-se pequenas variações entre os menores máximos (55 mm em agosto 1931-1960 e 41 mm em outubro 1896-1922). Com relação aos maiores máximos, ocorreu pequena variação para menos em relação ao período 1931-60, cujo máximo foi 126 mm e acentuada variação para mais em relação ao período 1896-1922 onde o máximo alcançou 206 mm.
2. Os totais máximos mensais oscilaram entre 711 mm (fevereiro, 1980) e 239mm (agosto, 1982) e os maiores desvios entre os totais máximos e as respectivas médias mensais de chuva ocorreram no período chuvoso, nos meses fevereiro (344 mm) e maio (202 mm). Cunha e Bastos (1973) mencionam 636 mm como o total máximo mensal de chuva ocorrido entre 1896 e 1922 (março de 1921) e Santos (1993) relata o máximo de 802 mm em março de 1924.
3. Dentro da média do período analisado, os meses mais chuvosos (totais mensais de chuva acima de 250 mm) ocorreram entre Janeiro e maio, e os meses menos chuvosos (totais de chuva abaixo de 150mm) ocorreram entre agosto e novembro, condições também observadas por Cunha e Bastos (1973) e Santos (1993). A maior diferença entre esses totais de chuva registrou-se entre os meses março (441mm) e outubro (119mm).

A distribuição da chuva mensal média caracterizou dois períodos de chuva em Belém, um chuvoso e outro de estiagem. Tal condição pode ser visualizada na Fig. 3, que expressa os principais componentes do Balanço hídrico de Belém calculado para a média de período de trinta anos e considerando retenção de água no solo de 125 mm.

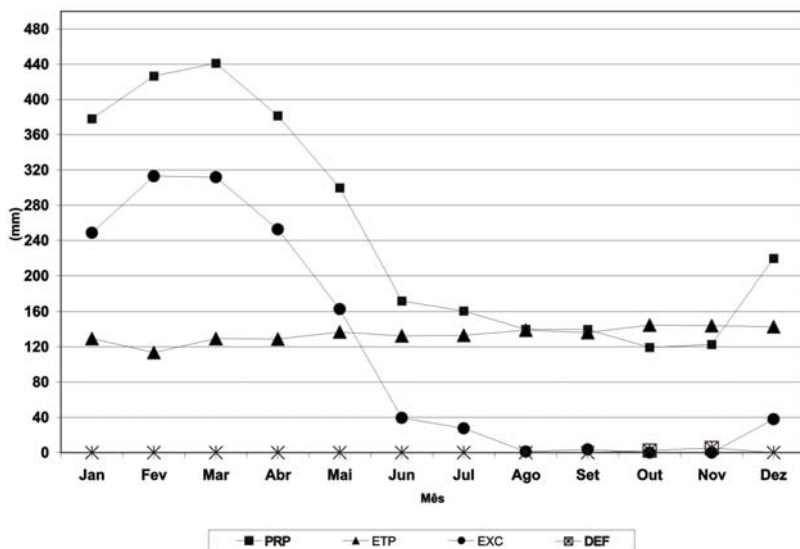


Fig. 3. Componentes do Balanço hídrico de Belém, período 1967-96. PRP (chuva mensal), ETP (evapotranspiração de referência), EXC (excedente) DEF (deficiência hídrica).

Através da Fig.3 pode-se observar os seguintes aspectos: De janeiro a setembro, a chuva mensal excedeu a evapotranspiração de referência resultando em excedentes hídricos que foram mais elevados nos primeiros cinco meses. Em outubro e novembro, os totais de chuva ficaram um pouco abaixo dos totais de evapotranspiração de referência, resultando em reduzida deficiência hídrica (8 mm). Em dezembro o total de chuva novamente excedeu o total da evapotranspiração de referência, resultando em excedente hídrico. Como se esperava, sob condições médias, não foi detectado a presença de período seco.

De acordo com vários autores, as chuvas em Belém originam-se de diferentes mecanismos que atuam na Amazônia principalmente os resultantes da combinação da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), provenientes da convergência dos ventos alísios do nordeste e sudeste, das brisas marítimas, dos sistemas frontais que penetram na região oriundos do sul do continente, da fonte de vapor proveniente da cobertura vegetal da região e do fenômeno El Niño /Oscilação Sul (BASTOS et al., 2002; COHEN, 1989; MOLION; KOU-

SKY, 1986). De acordo com Bastos et al. (2002), as chuvas que ocorrem em Belém durante os períodos chuvoso e de estiagem são provenientes das seguintes condições: durante a época chuvosa entre dezembro a maio, a precipitação é originada pela ITCZ e pelos efeitos da mesoescala, como as linhas de instabilidades que se formam na costa Atlântica da Guiana e Pará e propagam-se para o oeste como uma linha de cumulonimbus. Estas linhas de acordo com estes autores, originam-se em associação à brisa marítima e se formam no período da tarde. No final do período chuvoso, as chuvas são provocadas por efeitos locais, como as brisas terrestres e marítimas e por ondas de Este, vindas nas correntes dos ventos alísios, geralmente os do sudeste (VIANELO; ALVES, 1991). Durante o período de estiagem, as chuvas são provocadas pelos fenômenos de mesoescala.

c) Chuvas máximas diárias ao longo dos meses. Período 1997-2005

Na Fig. 4, estão plotados totais médios mensais, totais máximos mensais e totais máximos de chuva em 24 horas, do período 1997-2005 relacionados ao período 1967-96.

Nessas Figuras embora se observe pequena flutuação pluviométrica mensal média, observa-se também acentuada flutuação com relação as outras duas variáveis estudadas. A distribuição dos totais médios mensais das chuvas nos nove anos mais recentes, seguiu em geral o padrão registrado nos trinta anos passados (Fig. 3a), com os meses mais chuvosos ocorrendo entre janeiro e maio e com os meses menos chuvosos ocorrendo entre agosto e novembro. As variações nos totais pluviométricos apresentadas entre as médias dos períodos estudados foram pouco expressivas, em geral abaixo de 50mm.

A variação na distribuição dos totais máximos mensais de chuva nos nove anos mais recentes em comparação ao padrão apresentado pela série de trinta anos, (Fig. 3b), foi mais acentuada no período chuvoso nos meses, janeiro, fevereiro e março. Em termos de totais máximos de chuva em 24 horas a maior variação aconteceu também no período chuvoso, notadamente no mês de abril (Fig. 3c).

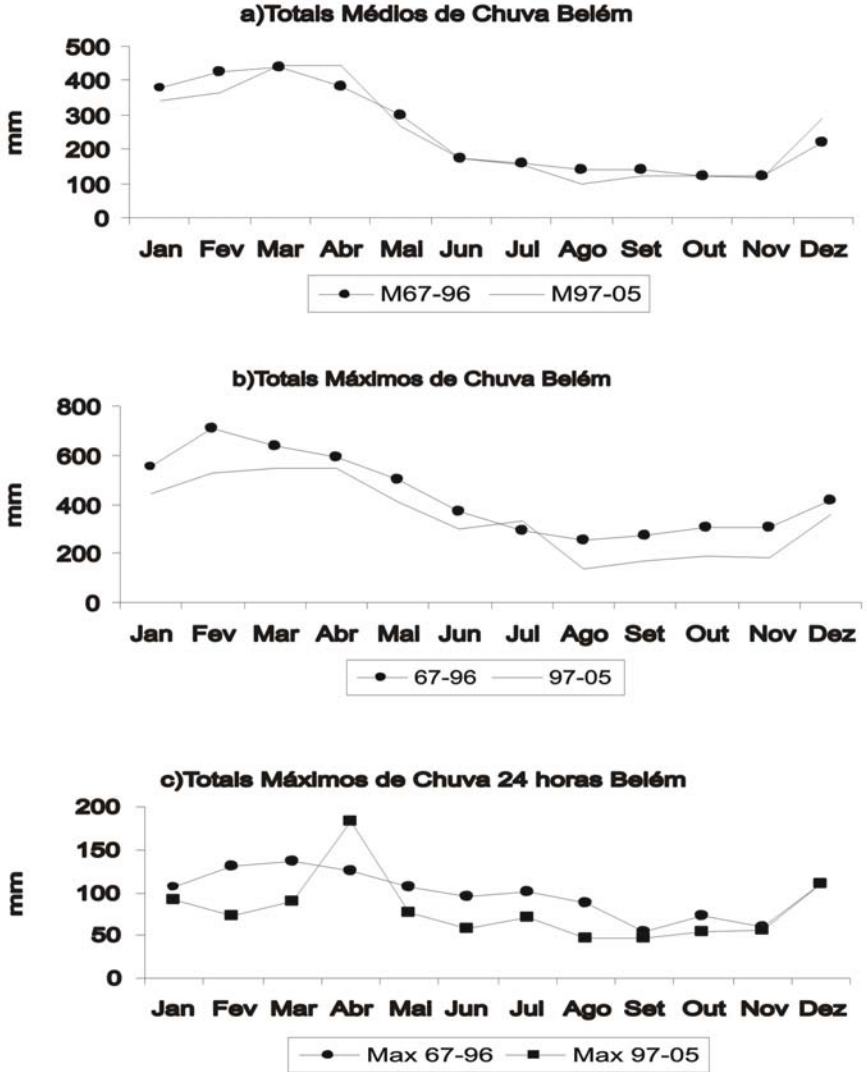


Fig. 4. Totais médios mensais (a), totais máximos mensais (b) e totais máximos de chuva em 24 horas (c), do período 1997-2005 relacionados ao período 1967-96 em Belém.

- d) Chuvas máximas diárias e totais pluviométricos mensais. Período 1967-2005

As Fig. 5, 6 e 7 apresentam a distribuição das chuvas máximas em 24 horas nos meses fevereiro, março e abril comparada aos totais pluviométricos mensais ao longo do período 1967-2005. Em tais meses foram registradas as alturas mais elevadas de chuva em 24 horas (valores igual ou acima de 120 mm).

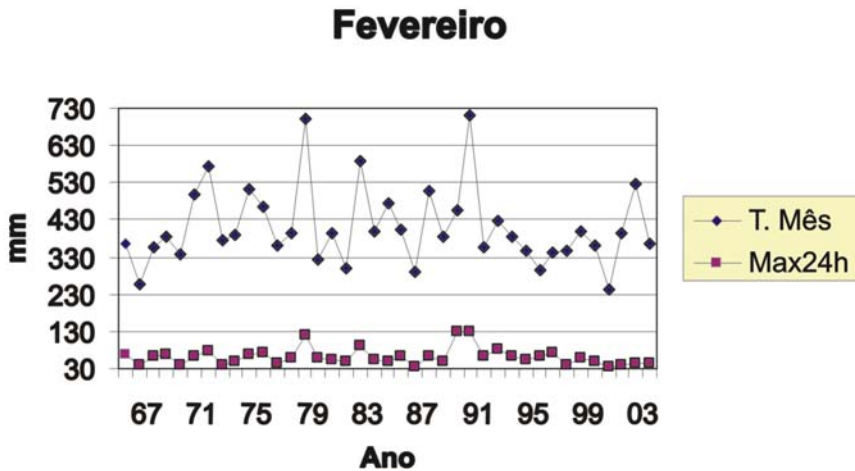


Fig. 5. Chuvas máximas em 24 horas em fevereiro em Belém comparadas a totais pluviométricos mensais.

No mês de fevereiro (Fig. 5), a flutuação entre os totais de chuva mensal foi 469 mm entre 242 mm em 2002 e 711 mm em 1992. A flutuação entre as máximas diárias assinalou 97 mm e ocorreu no mesmo intervalo de tempo entre 33 mm em 2002 e 130 mm em 1992.

A maior frequência de totais diários de chuva (54% ocorreu no intervalo de classe entre 30,1 e 60,0 mm e a segunda maior frequência (36 %) aconteceu no intervalo de classe entre 60,1 e 90,0 mm. O intervalo de classe entre 90,1 e 120 mm e a classe com totais de chuvas diárias maiores que 120 mm, alcançaram a baixa frequência de 5%.

Março

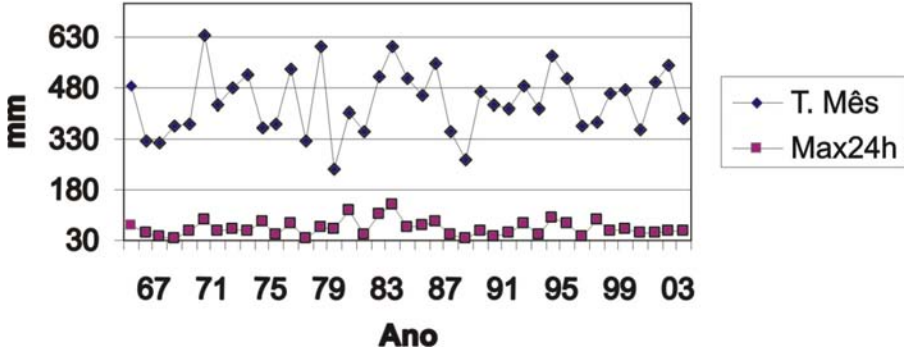


Fig. 6. Chuvas máximas em 24 horas em março em Belém comparadas a totais pluviométricos mensais.

Abril

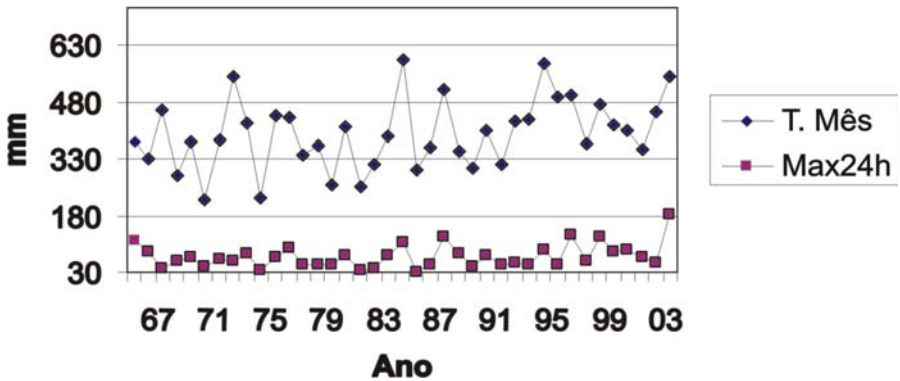


Fig. 7. Chuvas máximas em 24 horas em abril em Belém comparadas a totais pluviométricos mensais.

Em março (Fig. 6) a flutuação entre os totais máximos de chuva mensal assinalou 392 mm, entre 243 mm em 1981 e 635 mm em 1972. A flutuação entre as máximas diárias assinalou 101 mm entre 35 mm em 1979 e 136 mm em 1985

A maior freqüência de totais diários de chuva (54%) ocorreu no intervalo de classe entre 30,1 e 60 mm e a segunda maior freqüência (33 %) aconteceu no intervalo de classe entre 60,1 e 90,0 mm. O intervalo de classe entre 90,1 e 120 mm alcançou freqüência de 10% e a classe com totais de chuvas diárias maiores que 120 mm alcançou a baixa freqüência de 3%

Em abril (Fig. 7) a flutuação entre os totais máximos de chuva mensal assinalou 358 mm, entre 222 mm em 1972 e 580 mm em 1996. A flutuação entre as máximas diárias assinalou 153 mm entre 30 mm em 1987 e 183 mm em 2005.

A maior freqüência de totais diários de chuva (41 %) ocorreu no intervalo de classe entre 30,1 e 60 mm e a segunda maior freqüência (38 %) aconteceu no intervalo de classe entre 60,1 e 90,0 mm. O intervalo de classe entre 90,1 e 120 mm alcançou freqüência de 8% e a classe com totais de chuvas diárias maiores que 120 mm alcançou freqüência de 10%. A menor freqüência de totais diários de chuva (3%) ocorreu na classe com totais abaixo de 30 mm

Com relação a contribuição percentual das alturas máximas de chuva em 24 horas para os totais pluviométricos mensais durante o período de tempo analisado, a maior contribuição ocorreu no período de estiagem. Tal condição pode ser visualizada na Tabela 1, onde estão relacionados os três maiores totais de chuva em 24 horas e respectivas contribuições em porcentagem para os totais pluviométricos mensais.

Tabela 1. Maiores totais de chuva (mm) em 24 horas (T24) e contribuições (%) para os respectivos totais pluviométricos mensais. Belém. Período 1967-2005.

Mês	T124	%	T224	%	T324	%	Mês	T24	%	T24	%	T24	%
Jan	107	29	93	22	88	16	Jul	102	45	66	28	56	40
Fev	130	18	128	28	120	17	Ago	88	50	52	22	48	30
Mar	136	23	117	29	110	21	Set	55	20	52	20	51	35
Abr	183	34	127	26	124	26	Out	73	24	61	43	52	19
Mai	106	27	98	38	95	20	Nov	59	26	57	37	53	17
Jun	95	31	80	22	65	29	Dez	111	31	91	26	88	32

Na Tabela 2 encontra-se relacionada a distribuição por ano e meses das alturas máximas de chuva associadas aos totais mensais e contribuição em percentual para esses índices pluviométricos, durante o período 1967-2005 em Belém.

Através da Tabela 2, pode-se verificar que os indicadores percentuais oscilaram entre 14,9% no período chuvoso (mês de março) para 29,1% no período de estiagem (mês de novembro). Em março a média da altura das máximas de chuva diárias foi 65,3 mm, oscilando entre 37,5 mm e 136 mm, enquanto que em novembro a média da altura das máximas de chuva diárias foi 29,4 mm, oscilando entre 9,2 mm e 59,4 mm.

Analisando-se a contribuição em por cento das alturas máximas em 24 horas de chuva para os respectivos totais mensais durante os 39 anos de dados, verificou-se que embora os valores mais elevados (igual ou maior que 120 mm) tenham ocorrido durante o período chuvoso nos meses fevereiro, março e abril, a maior contribuição para os totais de chuva em um mês ocorreu durante o período menos chuvoso e nos meses, setembro, outubro e novembro, onde as alturas máximas de chuva em 24 horas oscilaram entre 55 mm (setembro) e 73 mm (outubro).

Tabela 2. Totais pluviométricos mensais (T mês), maiores totais de chuva em 24 horas (T 24 h) e contribuições (%) para os respectivos totais mensais. Janeiro-junho 1967-2005, Belém.

Ano	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%
1967	350	27	8	368	70	19	488	74	15	374	115	31	385	78	20	149	32	21
1968	218	29	13	258	38	15	325	51	16	329	85	26	359	80	22	71	13	18
1969	332	82	25	357	61	17	318	43	13	457	40	9	372	53	14	140	38	27
1970	316	88	28	384	66	17	369	38	10	285	62	22	192	30	15	153	18	12
1971	368	107	29	336	41	12	375	56	15	373	71	19	478	84	18	76	11	14
1972	316	38	12	499	62	12	635	92	14	222	46	21	219	40	18	171	33	19
1973	410	54	13	573	77	13	431	57	13	381	66	17	381	47	12	191	25	13
1974	399	57	14	376	38	10	478	64	13	548	59	11	394	106	27	215	60	28
1975	306	70	23	389	48	12	521	59	11	424	78	18	261	44	17	185	41	22
1976	326	51	16	513	69	13	361	84	23	225	36	16	299	93	31	371	80	22
1977	298	40	13	464	72	15	374	49	13	442	67	15	249	31	12	176	35	20
1978	457	75	16	361	42	12	536	82	15	438	92	21	256	98	38	82	13	16
1979	420	77	18	392	58	15	324	35	11	343	49	14	277	38	14	158	60	38
1980	426	93	22	703	120	17	605	70	12	363	51	14	195	22	11	167	30	18
1981	369	46	12	325	57	18	243	63	26	261	49	19	395	79	20	194	38	20
1982	535	76	14	392	52	13	407	117	29	414	76	18	277	42	15	88	18	20
1983	236	43	18	299	50	17	351	46	13	258	37	14	194	34	17	125	27	22
1984	410	60	15	586	92	16	516	110	21	315	41	13	502	54	11	188	27	15
1985	540	76	14	399	53	13	600	136	23	388	74	19	271	36	13	97	21	21
1986	353	58	16	476	49	10	508	69	14	594	108	18	227	28	12	211	47	22
1987	431	59	14	406	65	16	456	72	16	303	30	10	109	28	25	177	26	14
1988	552	88	16	290	37	13	555	83	15	360	50	14	298	41	14	223	65	29
1989	366	46	13	508	63	12	353	46	13	515	125	24	439	63	14	303	47	15
1990	239	41	17	384	51	13	270	37	14	350	78	22	163	25	16	136	23	17
1991	416	81	20	456	128	28	470	57	12	307	46	15	275	64	23	162	27	17
1992	426	67	16	711	130	18	430	39	9	405	73	18	184	25	14	119	16	13
1993	419	50	12	358	61	17	419	50	12	318	47	15	267	37	14	127	38	30
1994	368	60	16	425	81	19	485	78	16	427	54	13	357	55	15	236	58	25
1995	342	56	16	387	65	17	419	46	11	435	49	11	474	95	20	163	28	17
1996	394	49	12	346	55	16	577	99	17	580	90	16	261	54	21	309	95	31
1997	346	56	16	295	62	21	509	79	15	492	52	10	272	40	15	61	27	44
1998	435	43	10	344	73	21	369	39	11	497	127	26	186	28	15	187	37	20
1999	237	28	12	349	39	11	379	90	24	368	61	17	363	76	21	131	25	19
2000	417	49	12	399	57	14	464	60	13	475	124	26	355	59	17	127	25	20
2001	397	41	10	360	50	14	473	65	14	418	84	20	286	36	13	299	53	18
2002	442	62	14	242	33	14	357	50	14	404	88	22	197	24	12	244	56	23
2003	199	39	20	394	40	10	495	50	10	355	71	20	209	43	21	136	40	29
2004	381	92	24	527	46	9	547	59	11	456	52	11	133	21	16	184	59	32
2005	229	31	13	365	45	12	390	59	15	547	183	34	408	64	16	206	56	27
Média	370	59	16	410	61	15	441	65	15	396	71	18	293	51	17	173	38	22

(Continua).

Tabela 2. (Continuação). Totais pluviométricos mensais (T mês), maiores totais de chuva em 24 horas (T 24 h) e contribuições (%) para os respectivos totais mensais. Julho-dezembro 1967-2005, Belém.

Ano	Julho			Agosto			Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro		
	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%	T mês	T 24h	%
1967	111	27	25	112	22	20	124	32	26	63	16	26	50	40	80	98	29	29
1968	70	11	15	125	36	28	140	24	17	129	31	24	289	43	15	182	28	15
1969	212	36	17	177	88	50	112	23	21	29	8	28	51	12	23	59	31	53
1970	144	27	19	89	22	25	189	26	14	104	21	20	250	45	18	126	17	13
1971	291	42	15	91	17	19	122	26	21	125	20	16	120	46	39	179	42	23
1972	202	27	13	168	39	23	243	27	11	121	33	27	58	12	20	254	38	15
1973	125	23	18	119	23	19	86	14	16	72	25	34	121	28	23	362	67	18
1974	228	102	45	44	10	23	150	42	28	84	17	20	109	23	21	314	76	24
1975	238	66	28	164	29	18	88	27	31	203	28	14	158	25	16	188	64	34
1976	151	37	24	138	40	29	101	19	19	14	5	38	51	19	37	224	37	17
1977	172	33	19	137	32	23	226	39	17	123	39	31	53	16	30	290	64	22
1978	136	29	21	178	41	23	127	24	19	305	73	24	120	24	20	160	28	17
1979	89	13	15	138	31	22	161	24	15	148	33	22	70	23	33	250	38	15
1980	200	33	16	147	36	25	128	46	36	70	14	21	152	57	37	127	29	23
1981	150	51	34	89	28	32	135	39	29	113	36	32	45	9	20	201	40	20
1982	195	26	13	239	43	18	184	28	15	54	14	26	91	16	18	165	64	39
1983	156	41	26	145	23	16	83	18	21	124	44	36	16	10	63	202	26	13
1984	108	31	28	155	34	22	140	35	25	134	25	18	74	14	19	175	39	22
1985	124	38	31	180	32	18	148	51	35	96	20	21	154	31	20	363	45	12
1986	99	19	19	87	29	34	154	30	20	143	61	43	106	43	40	212	29	14
1987	145	20	13	183	39	21	87	35	40	87	27	31	55	23	41	157	46	29
1988	250	39	15	158	48	30	261	52	20	88	46	52	308	53	17	357	57	16
1989	241	36	15	124	23	18	272	55	20	266	52	19	90	28	31	415	110	26
1990	202	38	19	235	52	22	107	15	14	125	24	19	136	25	18	182	22	12
1991	30	14	45	54	13	25	28	8	29	157	25	16	38	35	94	120	41	34
1992	170	21	12	85	12	15	121	25	20	44	12	26	69	21	31	112	34	30
1993	156	17	11	254	46	18	111	40	36	168	32	19	287	52	18	286	45	16
1994	100	22	22	141	21	15	137	23	17	119	15	13	168	25	15	330	72	22
1995	188	44	23	60	15	26	105	29	28	147	44	30	228	59	26	337	50	15
1996	142	57	40	185	22	12	133	31	23	114	24	21	145	31	22	161	28	17
1997	76	17	23	105	32	30	28	15	52	7	4	59	94	17	18	244	35	14
1998	112	35	31	134	40	30	106	30	29	85	28	32	183	56	30	272	88	32
1999	54	23	41	88	26	30	135	28	21	95	18	19	61	29	48	360	111	31
2000	237	33	14	125	28	23	155	47	30	154	27	17	74	18	25	345	91	26
2001	334	70	21	59	12	20	150	33	22	170	47	27	106	37	35	212	73	34
2002	164	27	16	68	17	25	97	42	43	128	26	20	150	25	16	307	61	20
2003	103	29	28	94	23	25	170	30	17	136	34	25	162	41	25	297	57	19
2004	166	35	21	127	27	22	144	28	20	142	32	23	105	20	19	234	58	25
2005	143	46	32	95	46	49	118	21	17	188	55	29	114	16	14	347	56	16
Média	159	34	23	131	31	24	136	30	24	120	29	26	121	29	29	236	50	22

Considerações Gerais

Os dados de chuva máximas diárias de um período de 39 anos em Belém analisados ao longo dos anos e meses revelaram as seguintes condições:

A amplitude entre as chuvas máximas em 24 horas ao longo dos anos ficou entre 50 mm assinalado em 1983 e 183 mm em 2005. Tais valores corresponderam a anos respectivamente de baixa e elevada pluviosidade.

2- A época de maior ocorrência de valores mais elevados de chuva em 24 horas correspondeu ao trimestre mais chuvoso, fevereiro, março e abril, porém a maior contribuição desses eventos para os respectivos totais mensais ocorreu no trimestre menos chuvoso, setembro outubro e novembro. Tal condição implica que precauções devem ser tomadas com relação ao manejo do solo e nos processos de colheita e secagem de produtos.

Referências

- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia**. Pelotas: UFPel, 1996
- BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A; NECHET, D; SÁ T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).
- BASTOS, T. X.; MARQUES, A. F. S.; ROCHA, M. S. S.; OLIVEIRA, R. P.; PACHÊCO, N. A; SÁ, T. D. de A. Chuvas máximas de 24 horas em Belém, probabilidade de ocorrência e tempo de retorno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: [s.n.], [1998].
- BASTOS, T. X. **Delineating agroclimatic zones for feforested areas in Para State. Brazil**. 1990. 169 f. Tese (Doutorado) - University of Hawaii, Hawaii.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. **Normais climatológicas**. Brasília, DF, 1992.
- COHEN, J. P. C. **Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia**. São José dos Campos: INPE, 1989. 153 p. (Dissertação de Mestrado).

CUNHA, O. R.; BASTOS, T. X. **Contribuição do Museu Paraense Emílio Goeldi a meteorologia na Amazônia.** Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1973. 69 p. (Museu Paraense Emílio Goeldi. Publicações avulsas, 23).

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. G. **Water in environmental planning.** New York: W. H. Freeman, 1978

GUYOT, G. **Climatologie de l'environnement.** Paris: Masson, 1997. 505 p.

MOLION, L. C. B.; KOUSKY, V. E. Climatologia da dinâmica da troposfera sobre a Amazônia. In SIMPÓSIO DO TRÓPICO, 1., 1984, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa CPATU, 1986. p. 87-96.

JACKSON, I. J. **Climate, water & agriculture in the tropics.** 2nd. ed. London: Longman Group UK Limited, 1989. 377 p.

OLDEMAN, L. R.; FRÉRE, M. A. **A study of the agroclimatology of the humid tropics of Southeast Asia.** Rome: FAO, 1982. 229 p.

PEREIRA, A.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia, fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, F. B.; XAVIER, T. M. **Boletim agrometeorológico Ano 1967.** Belém, PA: IPEAN, 1968. v.1.

SANTOS, A. R. A. **Análise das tendências da chuva e das temperaturas extremas na região de Belém (PA).** 1993. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia e aplicações.** Viçosa, MG: UFV, 1991. 449 p.

Embrapa

Amazônia Oriental

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 8672