

ISSN 0104-1347

## Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001

An assessment of the rainfall and air temperature in the region of Tabuleiro Costeiro of Maceió, AL, Brazil, during the 1972-2001 period

José Leonaldo de Souza<sup>1</sup>, Gilson Moura Filho<sup>2</sup>, Roberto Fernando da Fonseca Lyra<sup>1</sup>, Iedo Teodoro<sup>3</sup>, Erikson Amorim dos Santos<sup>4</sup>, Joaquim Louro da Silva<sup>4</sup>, Paulo Ricardo Teixeira da Silva<sup>4</sup>, Adriana de Holanda Cardim<sup>4</sup> e Erisson Cavalcante Amorim<sup>5</sup>

**Resumo** - Neste trabalho, objetiva-se mostrar características da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, no período de 1972–2001, baseado em observações diárias da Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias (9° 27' S, 35° 27' W, 127m), Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL, Brasil. A análise mostra a variabilidade interanual de chuva entre 991,7 mm (ano 1993) e 2954,7 (ano 1989). Somente dois anos, 1983 e 1993, foram de chuvas abaixo de 1300 mm. Os totais máximos diários foram utilizados para calcular a probabilidade de ocorrência de valores extremos associados ao período de retorno, em que precipitações máximas diárias tiveram uma probabilidade em torno de 50% de ocorrência acima de 100 mm. Os máximos diários pluviais variaram de 59,2 mm a 205,0 mm, com período de retorno de 01 e 45 anos, respectivamente. O período de retorno de um valor máximo diário de precipitação pluvial de 155,2 mm foi de 4,5 anos. Os totais decenais pluviais foram analisados pela técnica dos percentis, mostrando que o período com início entre 11 e 20/04 e término entre 21 a 31/08 é o mais apropriado para o cultivo de sequeiro das plantas agrícolas. O período chuvoso inicia na primeira quinzena de abril e se estende até a segunda quinzena de agosto, correspondendo a 70% das chuvas anuais. O período menos chuvoso começa a partir da primeira quinzena de outubro prolongando-se até a segunda quinzena de fevereiro. A segunda quinzena de outubro foi caracterizada como a menos chuvosa, com precipitação pluvial, variando de 0 a 75 mm e com 8% de probabilidade de acontecerem precipitações acima de 50 mm. As temperaturas máximas e mínimas do ar absolutas mostraram tendência decrescente entre 1973-1982, 1986-1991 e tendência crescente entre 1977-1986. A temperatura do ar da região atende melhor às exigências térmicas das culturas agrícolas, no período entre 21/05 até 10/10. O período entre 11/10 e 20/05 é o de maior probabilidade para a temperatura máxima do ar superar a necessidade térmica do ótimo desenvolvimento das culturas agrícolas.

**Palavras-chave:** precipitação pluvial, temperatura do ar, climatologia estatística, agroclimatologia.

**Abstract** - The objective of this work is to discuss the major climatic features of the rainfall and air temperature distributions in the region of the Tabuleiro Costeiro de Maceió using daily data measured at the Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias (9° 27' S, 35° 27' W, 127m), Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL, Brazil, during the 1972–2001 period. The study indicates a rainfall interannual variability between 991.7 mm (1993) and 2954.7 mm (1989). Only two years (1983 and 1993) had precipitation below 1300 mm. The maximum daily totals were used to calculate the occurrence probability of extreme events, associated with their corresponding return periods, giving a probability of about 50% for events of maximum daily precipitation above 100 mm. The maximum daily values of precipitation varied from 59.2 mm a 205.0 mm, with a recurrence period of 01 and 45 years, respectively. The return period for a maximum daily precipitation of 155.2 mm foi de 4.5 anos. The decadal totals were analyzed using the percentile technique, which showed that the period starting from April, 11 to 20, and ending between August, 21 to 31 was appropriate one for use in most agricultural practices. The rainy period starts in the first two weeks of April, extending till the second half of August, corresponding to 70% of the annual precipitation. The least rainiest period starts from the first half of October and extends till the second half of February. The second half of October was characterized as being the least rainiest, with a precipitation changing from 0 to 75 mm and 8% of probability of having values above 50 mm. The extreme air absolute temperatures showed a trend of decreasing between 1973 to 1982, 1986 to 1991 and increasing between 1977 to 1986. The air temperature of the region was a better parameter for the optimized need of the crops during the May, 21 – Oct., 10 period. The occurrence of maximum air temperature above the minimum requirements for optimal development of the analyzed crops was noticed to be in the Oct., 11– May, 20 period.

**Key words:** rainfall, air temperature, statistical climatology, agroclimatology.

<sup>1</sup>Dr. Prof. do Departamento de Meteorologia, CCEN, Universidade Federal de Alagoas, 57072-970, Maceió, AL. e-mail: jls@ccen.ufal.br

<sup>2</sup>Dr. Prof. da Universidade Federal de Alagoas, CECA/SER

<sup>3</sup>Agr. Ms. Prof. da Escola Agrotécnica Federal de Satuba, AL

<sup>4</sup>Aluno de Pós-Graduação em Meteorologia - UFAL

<sup>5</sup>Bolsista de Iniciação Científica - UFAL.

## Introdução

A influência das condições meteorológicas em atividades humanas e meio ambiente é consenso geral e comprovado por muitos pesquisadores. A geração de informações ambientais, principalmente as interações entre a atmosfera com os processos de superfície, constitui-se em pré-requisito básico para uma utilização racional dos recursos naturais da região, visto que isso subsidiará as pesquisas nas áreas de meteorologia, agricultura, engenharia, energia, meio ambiente, entre outras. A região dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas tem suas atividades, principalmente na agricultura, muito dependente da precipitação pluvial e temperatura do ar. Essa região apresenta clima quente e úmido, totais pluviométricos anuais elevados (1500-2000 mm anuais) com o período chuvoso concentrado no outono - inverno e o período seco na primavera - verão (LIMA, 1991; SOUZA & LIMA, 1995). A precipitação pluvial nessa região recebe influência da massa de ar tropical marítima e da penetração do ar frio polar (RATISBONA, 1976; KOUSKY, 1979; OLIVEIRA, 1986; CAVALCANTI *et al.*, 1996), principalmente os sistemas frontais, ou seus restos, que atingem o sul da Bahia. A variabilidade mensal da precipitação está diretamente relacionada à intensidade da brisa terrestre. O período chuvoso (maio - julho) está possivelmente associado à máxima convergência dos alísios com a brisa terrestre, que deve ser mais forte durante as estações de outono e inverno quando o contraste de temperatura entre a terra e o mar é maior (KOUSKY, 1980). Outros fatores meteorológicos importantes, relacionados com as precipitações pluviométricas da região de Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil, são as linhas de instabilidade costeira, variação sazonal dos ventos, posição e intensidade da Zona de Convergência Intertropical (causadas por anomalia positiva na temperatura da superfície do mar do Atlântico Sul), relatados nos trabalhos de HASTENRATH & HELLER (1977), MOURA & SHUKLA (1981), NOBRE (1994), CAVALCANTI *et al.* (1996). O fenômeno El Niño/Oscilação Sul não apresentou nítida correlação com o período chuvoso dessa região, indicando uma tendência na diminuição das chuvas no período seco (LIMA 1991).

Os valores extremos de elementos meteorológicos têm sido usados com êxito em climatologia para determinar o período de ocorrência de velocidade do vento, precipitação, pressão atmosférica e temperatura. A frequência de ocorrência de precipitação pluvial de várias magnitudes é impor-

tante em aplicações de modelos matemáticos para sintetizar dados hidrológicos, na determinação da capacidade necessária de controle de água de pequenas estruturas, entre outras aplicações. A ocorrência extrema de muitos eventos hidrológicos com bastante perícia e antecipadamente, não podem ser previstos somente com base em informações deterministas, visto que as decisões a serem tomadas são sensíveis à ocorrência desses eventos. Nesses casos, as análises probabilísticas são necessárias, a fim de se incorporarem os efeitos desses fenômenos nas decisões (OMM, 1990; WMO, 1994, XAVIER & XAVIER, 1987). A implantação de projetos agropecuários sustentáveis em qualquer região tem que levar em consideração as interações entre as condições climatológicas (indicativa do tipo de atividade agrícola mais viável) e meteorológica (determina o nível de produtividade e as diversas práticas de cultivo). Assim, é necessária uma caracterização agroclimática da região (MONTEITH, 1981; DOORENBOS & KASSAM, 1979; PEREIRA, 1982; BELO, 1986; PEREIRA *et al.*, 2002), visto que a produtividade agropecuária depende dessas informações, com destaque para a disponibilidade de água e temperatura do ar, que influenciam o metabolismo dos seres vivos, crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas agrícolas. A probabilidade de precipitação pluvial e temperatura do ar é útil no manejo agrícola da região Litoral e Zona da Mata de Alagoas, onde a maioria da produção é obtida sem o uso da irrigação, condicionando dessa forma, práticas que leva em conta os fatores ambientais para uma produção agrícola auto-sustentada.

Neste trabalho, objetiva-se mostrar características da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió-Alagoas, no período de 1972-2001.

## Material e Métodos

A análise da precipitação pluvial do Tabuleiro Costeiro de Maceió-AL foi baseada em valores diários de elementos meteorológicos, observados na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas - UFAL (9° 27' S, 35° 27' W, 127m), para o período de 1972 a 2001. Os dados meteorológicos para a análise foram os totais por decêndios [cada mês ficou dividido em três períodos: decêndio 1 (de 1 ao dia 10), decêndio 2 (de 11 ao dia 20) e decêndio 3 (de 21 aos dias 28, 30 ou

31)], totais quinzenais, totais anuais e máximas diárias. Inicialmente fez-se uma análise da variabilidade das chuvas anuais em torno da média. Os máximos diários são utilizados para calcular a probabilidade ( $\text{Prob} = p$ ) de ocorrência de valores extremos associada ao período de retorno ( $T$ ) [(OMM, 1990)] como:

$$T = (n + 0,12) / (m - 0,44) \quad (1)$$

em que,  $p = 1/T$ ,  $m$  é o número de ordem dos dados, em ordenação decrescente,  $n$  é o número total de dados. Os totais decendiais foram utilizados para se determinar os valores de precipitação pluvial esperados por vários percentis. O percentil ( $\alpha_p$ ) equivale ao valor da variável contínua chuva ( $X$ ), correspondente a uma porcentagem da área sob a curva da função de distribuição ( $F$ ), definida como:

$$\text{Prob}(X \leq \alpha_p) = F(\alpha_p), \quad (2)$$

na qual,  $\alpha_p$  são os valores de chuva esperados a uma probabilidade ( $p$ ) expressa em %. Essa técnica é bem consolidada nos trabalhos de XAVIER & XAVIER (1998).

Os totais quinzenais de precipitação pluvial dispostos em planilhas foram também utilizados para se calcular a distribuição de frequência, gerando probabilidades quinzenais de chuva. A precipitação provável ou mínima precipitação decendial esperados a 75% (P25), que se igualou ou excedeu 20 mm ou que superou a metade da evapotranspiração potencial no decêndio anterior e nos decêndios seguintes, foi utilizada como critério para se estabelecer a estação de crescimento (STERN et al, 1982; SIMANE & STRUIK, 1993).

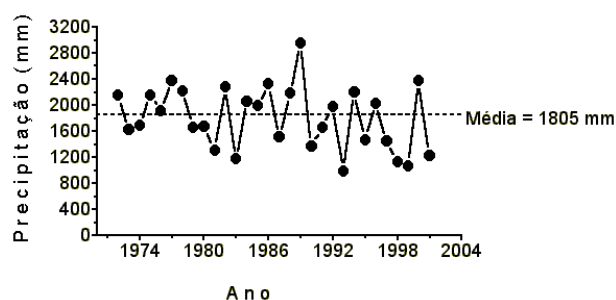
A análise da temperatura do ar teve como base os valores diários medidos em termômetros de máximas e mínimas a dois metros de altura da superfície. Avaliaram-se as temperaturas mínima e máxima do ar esperada para as probabilidades de 1, 20, 50, 80 e 99%, utilizando a técnica dos percentis. Características térmicas da região, em termos da temperatura do ar, foram confrontadas com as exigências térmicas das culturas agrícolas (CAMPOS & CARVALHO-FILHO, 1973; DOORENBOS & KASSAM, 1979) do abacaxi, algodão, amendoim, arroz, banana, cana-de-açúcar, citrus, melancia, milho, soja, sorgo, tabaco e uva.

## Resultados e Discussão

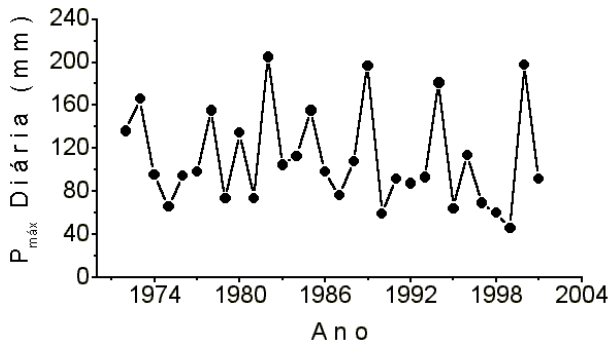
A variabilidade interanual das precipitações pluviais em torno da média, na Região do Tabuleiro

Costeiro de Maceió - Al, período 1972-2001, é mostrada na Figura 1. O ano de 1989 destacou-se como o mais chuvoso, com total anual de 2954,7 mm e o ano de 1993, com o menor total anual, 991,7 mm, relacionados aos El Niño e La Niña, respectivamente. Os totais anuais revelaram ocorrências de precipitações superiores a 1300 mm na maioria dos anos, ou seja, dos 30 anos, somente em cinco o índice foi abaixo desse valor. A precipitação anual mostrou tendência média crescente no período 1972-1978, mesmo havendo uma indicação d El Niño em 1976-1977 e 1977-1978 (CLIMERH, 2003). No período 1978-1983 a chuva anual teve tendência média decrescente, correlacionando-se com a indicação do El Niño 1977-1978, 1979-1980 e em 1982-1983, enquanto que o aumento médio de precipitação pluvial entre 1983-1989 correlaciona-se com os eventos de La Niña de 1983-1984, 1984-195 e de 1988-1989. Um aspecto marcante é para a variação anual das precipitações pluviais no período 1990-2001, com dois terço das chuvas anuais abaixo da média, ou seja, ocorreu uma acentuada correlação entre a diminuição pluvial anual, no período 1989-2001 e os El Niños de 1990-1998, 1994-1995 e de 1997-1998. A influência do El Niño de 1987-1998 no decréscimo de pricipitação ainda foi notada no ano 1999, quando o total pluvial do período chuvoso (abril-agosto) foi de 55% da média (1270 mm) (CAVALCANTI, et al. 2000). O período menos chuvoso (setembro-dezembro) ficou sob a influência da La Niña 1999-2000, registrando chuva superior (288 mm) à média (266 mm). Outro destaque é o ano 1982 com a presença de El Niño e precipitação anual acima da média, porém, descontando-se o máximo diário de 205 mm ou 470 mm em cinco dias, o total anual ficou abaixo da média.

A variação dos totais máximos diários (Figura 2) mostra uma probabilidade em torno de 50% de ocorrência de valores acima de 100 mm, ou seja, a



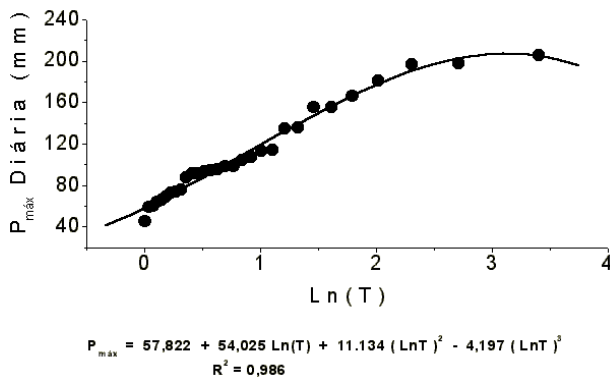
**Figura 1.** Precipitação pluvial anual da Região de Maceió, no período de 1972 a 2001.



**Figura 2.** Precipitação pluvial máxima diária, na Região de Maceió, para o período de 1972 a 2001.

cada dois anos, espera-se um mínimo de 100 mm de chuva num período de vinte quatro horas. Essa informação é de vital importância no dimensionamento de práticas hidrológicas, notadamente a drenagem das pequenas bacias hidrográficas da área. Os máximos variaram de 59,2 mm a 205,0 mm, com período de retorno de um e quarenta e cinco anos, respectivamente. Os maiores totais diários de precipitação ou se correlacionam com os eventos de La Niña (anos de 1973, 1989, 1994 e 2000) ou com tempestades tropicais (anos de 1978 e 1982). Isso corresponde a uma média entre 4-5 anos, de chuva diária entre 140-205 mm. O período de retorno de um valor máximo diário de precipitação pluvial de 155,2 mm, nessa região foi de 4,5 anos. A relação entre ocorrência de precipitação pluvial máxima diária e período de retorno nessa região é mostrada na Figura 3, onde  $y$  é a precipitação esperada e  $x$  é o logaritmo natural do período de retorno.

Na Tabela 1 apresenta-se uma análise decendial da precipitação pluvial para a Região do Tabuleiro



**Figura 3.** Período de retorno (anos) das precipitações máximas diárias, para Região de Maceió no período de 1972 a 2001.

Costeiro de Maceió, no período de 1972 a 1996, com os totais decendiais dos anos mais chuvoso (ano 1989) e menos chuvoso (ano 1993). A estação de crescimento inicia no segundo decêndio de abril (entre 11 e 20/04), na qual a precipitação provável a 75% de probabilidade (precipitação igual ou maior que um certo valor) supera a metade da evapotranspiração potencial nesse decêndio, no decêndio anterior e nos próximos decêndios. O término desse período de crescimento ocorreu no último decêndio (entre 21 e 31) de agosto. As chuvas, entre o início e final da estação de crescimento, corresponderam aproximadamente a 72% do total anual, para 133 dias. O ano com menor precipitação anual teve 60% do total anual de precipitação enquanto que no ano mais chuvoso esse percentual foi de 69%. O período pós - chuvoso (entre 01/09 a 31/12) correspondeu somente a 17 % do total anual de precipitação. Nos anos menos e mais chuvosos essas percentagens foram de 30% e 14 %, respectivamente. Esse aspecto indica que a diminuição e o aumento da precipitação anual que se associa com os eventos El Niño e La Niña, ocorre principalmente no período menos chuvoso (de setembro a março), influenciando bastante a produtividade agrícola da cana-de-açúcar, principal cultura dessa região. O final desse período coincide com a fase de maior necessidade hídrica da cana. O segundo decêndio de maio (entre 11 e 20/05) apresentou a menor quantidade de precipitação provável (P25 %) dentro do período chuvoso, caracterizando-se como de veranico. Essa característica pluvial não é vista pela média. Quando se considerou a precipitação provável a 75% para superar 20 mm (Figura 4), a estação de crescimento estabeleceu-se entre o primeiro decêndio de abril (de 1 a 10/04) e o terceiro decêndio de agosto (de 21 a 31/08), correspondendo a 143 dias, praticamente não diferindo do outro método.

As probabilidades quinzenais de precipitações pluviais da Região de Rio Largo - AL, no período de 1973 até 1996 são mostradas nas Figuras 5 e 6, para a estação mais chuvosa (Figura 5) e menos chuvosa (Figura 6). O início do período chuvoso corresponde a primeira quinzena de abril (Figura 5a) e termina na segunda quinzena de agosto (Figura 5j). As quinzenas de setembro (Figura 5k e 5L) e março (Figura 6k e 6L) foram classificadas como intermediárias entre os períodos, mais e menos chuvosos. O período menos chuvoso começa na primeira quinzena de outubro (Figura 6a) e prolonga-se até a segunda quinzena de fevereiro (Figura 6j). O total das chuvas no período de abril a agosto correspondeu a 70 %, do total

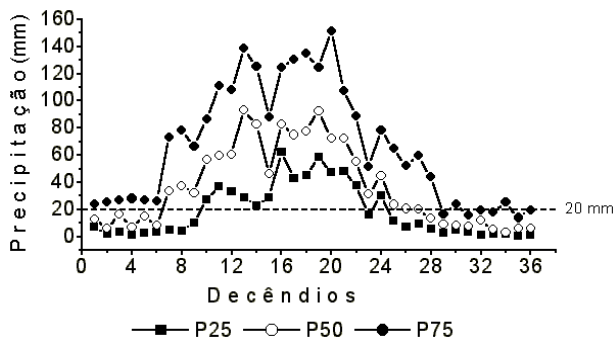
**Tabela 1.** Precipitação pluvial decendial (Dec.) média (Méd.), ano de máxima (AN89), ano de mínima (AN93) e percentis (P) para as probabilidades de 5, 20, 25, 50, 75, 80 e 95 %, para região do Tabuleiro Costeiro de Maceió - Al, período 1972 – 1996.

Período		PRECIPITAÇÃO PLUVIAL									
Mês	Dec.	Med. (mm)	P5 (mm)	P20 (mm)	P25 (mm)	P50 (mm)	P75 (mm)	P80 (mm)	P95 (mm)	AN89 (mm)	AN93 (mm)
JAN	1	18,9	0,0	1,3	7,0	13,1	23,7	28,3	58,7	9,1	32,0
	2	15,0	0,4	1,2	1,7	5,8	25,6	34,0	53,3	21,3	5,8
	3	20,2	0,0	0,9	3,2	16,3	27,1	37,9	60,1	47,2	0,4
FEV	1	24,9	0,0	1,2	1,2	7,1	28,1	42,6	99,8	1,2	50,8
	2	27,4	0,0	2,2	2,6	14,8	27,2	37,3	131,7	2,4	0,0
	3	25,6	0,5	2,2	3,7	8,2	26,5	39,3	135,5	6,4	0,9
MAR	1	50,4	0,2	3,2	4,8	33,9	73,5	76,8	167,5	26,2	0,2
	2	55,3	2,1	3,2	4,1	37,5	78,4	97,3	179,1	2,8	3,1
	3	47,1	0,9	6,2	10,3	32,2	66,8	85,9	149,4	154,7	5,8
ABR	1	64,3	6,6	16,5	27,1	56,9	86,7	92,0	177,8	221,2	3,4
	2	73,1	8,1	16,7	37,3	59,8	111,3	123,8	174,4	104,0	16,7
	3	113,6	7,6	26,1	33,5	60,3	108,4	145,7	466,8	60,3	33,5
MAI	1	97,3	7,9	23,5	29,1	93,4	138,5	148,4	263,2	53,2	72,6
	2	91,5	1,9	16,5	22,6	82,6	125,0	127,1	321,0	289,7	1,1
	3	67,2	6,8	19,7	29,0	46,1	88,1	102,6	192,4	82,4	46,1
JUN	1	106,8	22,1	54,1	62,2	82,7	124,6	132,1	306,7	40,0	22,1
	2	101,2	34,2	40,2	42,8	75,0	130,5	143,9	237,4	257,3	130,5
	3	93,2	25,0	44,9	45,4	77,9	134,8	141,6	224,4	81,4	19,4
JUL	1	104,3	12,8	45,8	58,6	92,7	124,9	145,6	259,4	400,5	2,4
	2	109,5	25,8	44,6	47,2	72,3	151,7	173,2	291,0	253,8	85,8
	3	76,1	21,5	44,7	48,3	72,4	107,6	110,2	140,5	142,6	29,0
AGO	1	69,1	11,7	31,2	37,8	55,5	89,1	101,4	165,9	26,6	73,8
	2	50,3	3,7	15,2	16,4	31,6	51,2	66,2	225,8	64,3	29,9
	3	64,4	16,7	27,7	30,5	44,6	78,4	94,8	191,6	140,9	27,3
SET	1	42,8	3,1	10,3	11,5	23,6	64,8	73,9	137,3	11,2	6,6
	2	31,7	1,2	6,9	7,3	20,6	52,2	59,4	95,5	19,9	0,6
	3	33,4	1,4	6,3	9,4	20,4	59,6	60,8	117,4	71,5	0,7
OUT	1	37,8	0,4	3,1	5,5	13,2	44,1	46,2	189,6	44,1	47,4
	2	15,3	0,0	0,7	2,8	9,1	16,4	21,0	59,3	0,0	17,7
	3	17,1	0,3	4,2	5,0	8,5	23,8	28,1	75,3	75,0	8,4
NOV	1	20,4	0,0	2,4	3,4	7,9	15,5	16,6	127,9	15,5	173,4
	2	13,4	0,0	0,4	1,0	11,9	19,2	22,2	40,1	21,3	11,9
	3	21,5	0,0	1,0	2,1	5,2	17,8	21,7	161,3	5,0	4,0
DEZ	1	18,7	0,0	0,4	1,8	3,4	25,8	33,3	81,4	64,3	3,4
	2	8,3	0,0	0,6	0,7	6,2	13,9	16,0	25,6	33,1	1,5
	3	16,2	0,0	0,6	1,1	6,4	19,8	26,2	70,7	57,9	13,3

anual, sendo caracterizado como o período mais chuvoso da região. O período menos chuvoso (outubro-fevereiro) teve 16%, do total anual.

A primeira quinzena de abril é o início do período chuvoso. As precipitações pluviais, nesse perí-

odo, têm 71% de probabilidade de ocorrerem entre 50 mm e 291 mm. As quinzenas mais chuvosas foram: a segunda quinzena de abril – com probabilidade de 96% de chuvas entre 50 mm e 682 mm; e a primeira quinzena de julho – com chuvas entre 50



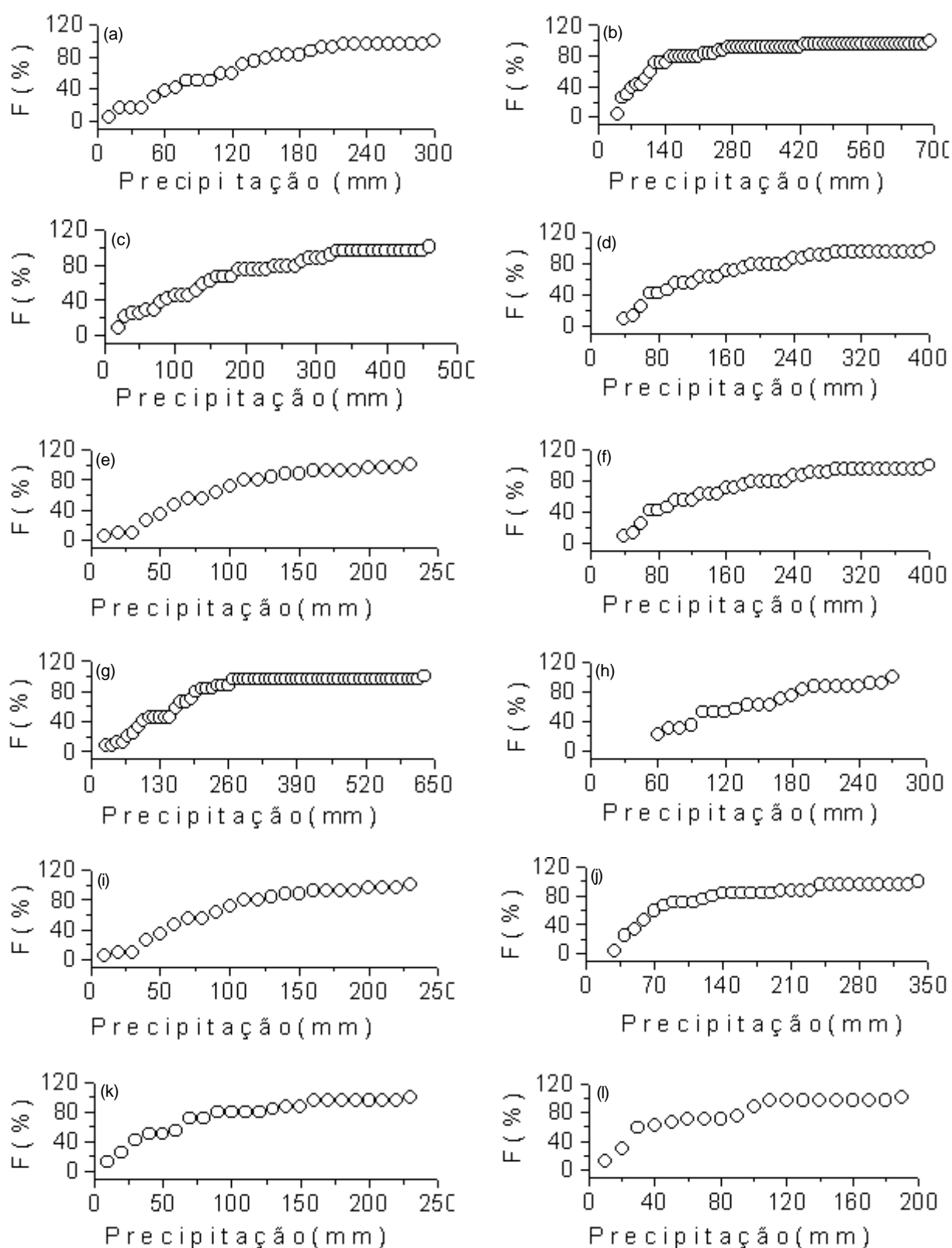
**Figura 4.** Precipitação pluvial decendial provável, pelos percentis de 25, 50 e 75%, para Rio Largo-AL, período 1972-1996.

mm e 629 mm, com 87% de probabilidades. Esperam-se precipitações acima de 200 mm, na segunda quinzena de abril, com 46% de probabilidade, enquanto na primeira quinzena de julho esperam-se, chuvas acima de 200 mm, mas a probabilidade de ocorrência foi de 20%. As precipitações esperadas, em outubro, acima de 50 mm, mostraram probabilidade de 17%. O máximo de 258 mm teve 4% de probabilidade para acontecer. A segunda quinzena de outubro é a menos chuvosa da região – as chuvas nesse período variaram de 0 a 75 mm, com 8% de probabilidade de acontecerem acima de 50 mm. A segunda quinzena de novembro mostrou-se também pouco chuvosa – chuvas acima de 50 mm, mas ficou com 8% de probabilidade e o máximo de 186 mm, com valor percentual de 8%.

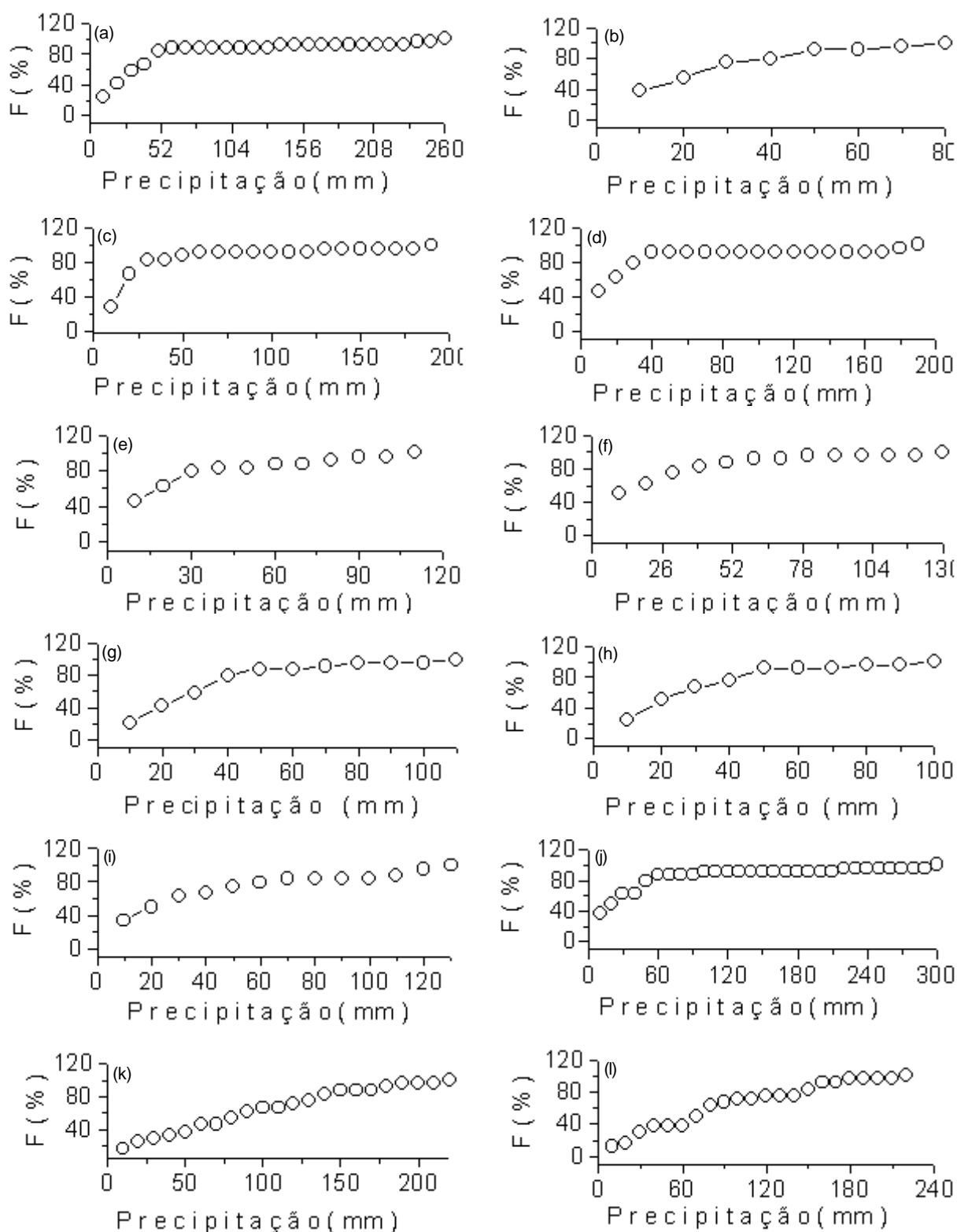
A distribuição dos valores anuais de temperaturas máxima ( $T_x$ ) e mínima ( $T_n$ ) absolutas, para a região de Rio Largo - AL, estão nas Figuras 7 e 8, respectivamente. A curva suavizada da temperatura do ar máxima ( $T_x$ ) mostrou tendências decrescentes, nos períodos entre os anos 1973 a 1988, 1979 a 1987, associadas com os anos mais chuvosos (1975-1978, 1985, 1989) e tendências crescentes nos períodos 1979-1987 e 1985-1996, induzidas pelos anos menos chuvosos (1981, 1983, 1990, 1993 e 1996). A correlação das temperaturas máximas absolutas com os eventos de El Niño e La Niña só é bem nítida nos eventos considerados fortes (CLIMERH, 2003), como é o caso do El Niño de 1981 e 1982 e da La Niña de 1989. A diminuição das precipitações é uma consequência de uma menor nebulosidade e um aumento da radiação solar disponível na superfície que, com menor disponibilidade de água terá maior contribuição do saldo de radiação para calor sensível, ou

seja, aquecimento do ar atmosférico. Processo físico inverso ocorre quando a disponibilidade hídrica da superfície é maior, o que ocorre nos anos mais chuvosos ou de La Niña, em que a maior contribuição da energia disponível na superfície é para fluxo de calor latente e menos para aquecimento do ar. O período entre os anos de 1977-1986 mostrou tendência de um aumento da temperatura do ar. Os valores anuais de temperatura máxima absoluta variaram de 32,2°C em 1974 a 37,5 °C em 1994, com uma média de 35,2 C. As temperaturas mínimas de ar ( $T_n$ ) absolutas variaram de 15,6 °C, em 1976 a 18,8 °C, em 1996, com média de 17,2° C. Essa característica térmica mínima do ar, segue também com sua variação ao longo do período de observação se relacionando com os eventos de La Niña e El Niño – decrescimento médio da temperatura mínima do ar entre o período 1973-1982 (La Niña forte entre 1973-1976), 1988-1992 (La Niña forte entre 1998-1990) e crescimento médio entre 1982-1988 (forte El Niño 1982-1983), 1992-1996 (forte El Niño entre 1990-1993 e moderado El Niño 1994-1995). Nota-se uma menor variação ao longo do período para as temperaturas mínimas (amplitude térmica em torno de 3°C) e maior para as temperaturas máximas (amplitude térmica em torno de 5°C). A característica climática da região litoral (SOUZA, 2001), principalmente a alta umidade do ar (média anual de umidade relativa de 82% e mínima média mensal de 74%), ameniza a perda noturna de radiação de ondas longas da atmosfera, tornando o efeito estufa natural mais efetivo. As temperaturas do ar máxima, mínima e média que se esperavam que ocorressem nos trinta e seis decêndios do ano, utilizando os percentis de 1, 20, 50, 80 e 99%, são mostradas nas Figuras 9, 10 e 11. Os maiores valores de temperatura máxima do ar (Figura 9), entre 30,7°C e 32,8°C a 80% de probabilidade, ocorreram no segundo decêndio (de 11 a 20/02) e os menores valores entre 26,0°C e 27,8°C, ocorreram no vigésimo primeiro (de 21 a 31/07) decêndio do ano.

Os maiores valores de temperatura mínima do ar (Figura 10) ocorreram entre 21,7°C e 23,2°C, para 80% de probabilidade, no décimo decêndio (de 01 a 10/04) e os menores valores de temperatura mínima, a essa probabilidade, foram de 18,3°C e 20,1°C, no vigésimo segundo (de 01 a 10/08) decêndio. As temperaturas do ar médias (Figura 11), a 80% de probabilidade, variaram de 22,4 °C a 23,8°C, no vigésimo primeiro decêndio (de 21 a 31/07) até 25,9°C a 27,9°C, no nono (de 21 a 31/03) decêndio. A região mostrou melhor condição (a 80% de probabilidade)

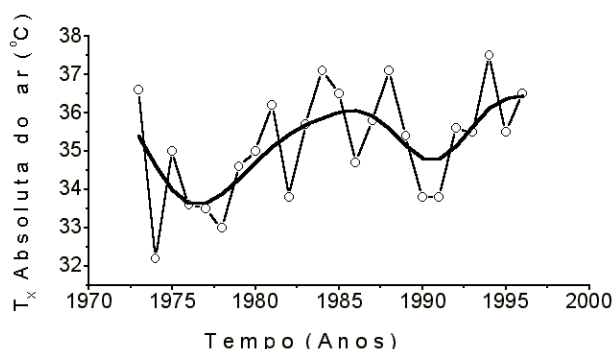


**Figura 5.** Probabilidade de precipitação pluvial quinzenal na estação mais chuvosa, primeira quinzena de abril (a) até a segunda quinzena de setembro (l), Rio Largo – AL de 1973 a 1996.

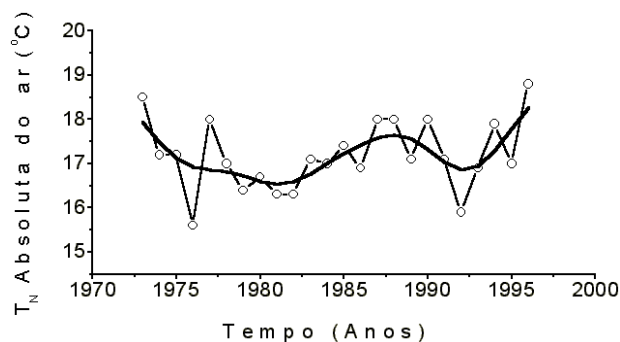


**Figura 6.** Probabilidade de precipitação pluvial quinzenal na estação menos chuvosa, primeira quinzena de outubro (a) até a segunda quinzena de março (l), Rio Largo – AL de 1973 a 1996.





**Figura 7.** Temperatura máxima ( $T_x$ ) absoluta do ar, no período de vinte e cinco anos (1973 - 1996), na Região de Rio Largo - AL, e sua tendência média.

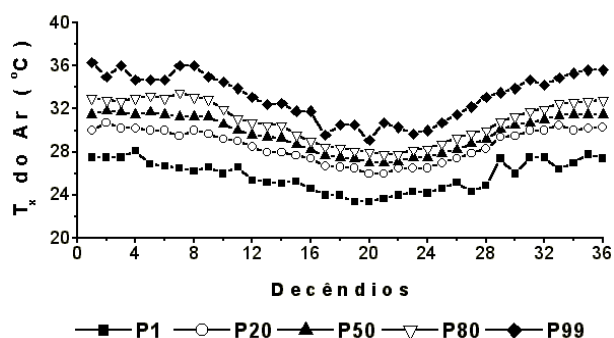


**Figura 8.** Temperatura mínima ( $T_n$ ) absoluta do ar e tendência média, no período de vinte e cinco anos (1973 - 1996), na Região de Rio Largo - AL.

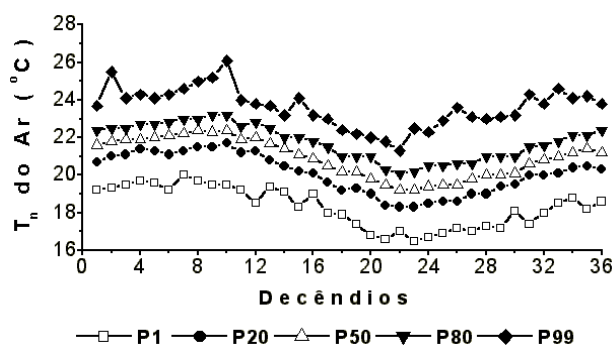
em termos das temperaturas ótimas exigidas para as culturas (CAMPOS & CARVALHO-FILHO, 1973; DOORENBOS & KASSAM, 1979) do abacaxi, algodão, amendoim, arroz, banana, cana-de-açúcar, citrus, melancia, milho, soja, sorgo, fumo e uva, no período entre o décimo quinto decênio (de 21 a 31/05) e o vigésimo oitavo decênio (01 a 10/10). No período entre o vigésimo nono (de 11 a 20/10) e o décimo quarto (de 11 a 20/05) decênios, as temperaturas máximas da região excederam os limites para o ótimo desenvolvimento das culturas. Em relação às necessidades mínimas de temperatura do ar (CAMPOS & CARVALHO-FILHO, 1973; DOORENBOS & KASSAM, 1979), das culturas agrícolas, a região não mostrou restrição.

### Conclusões

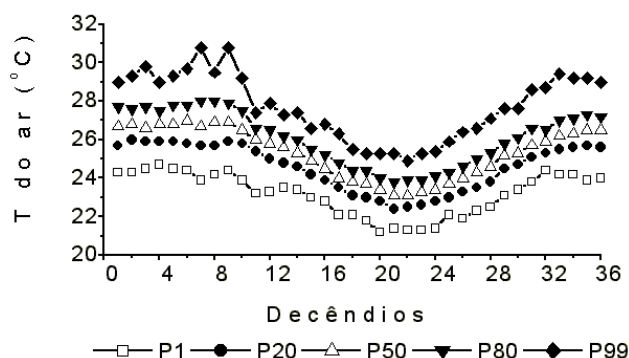
- A variabilidade interanual da precipitação pluvial da região se associa à ocorrência dos eventos El Niño e La Niña. A previsão desses fenômenos climáticos conduz a uma tomada de decisão diferente nas atividades relativas ao uso da água, visto que os extremos de precipitação anual variaram de 45% a menos em anos (1993) de El Niño para 64% a mais em anos (1989) de La Niña, considerando a média pluvial anual de 1800 mm.
- A probabilidade de ocorrência de máximo diário acima de 100 mm é alta (provável a cada dois anos), indicando que medidas preventivas contra os efeitos das enxurradas devam ser tomadas, principalmente contra erosão dos solos e desastres urbanos (enchente e desmoronamento de morros).



**Figura 9.** Temperatura máxima ( $T_x$ ) do ar diária decenal, esperada ocorrer pelos percentis (P) 1, 20, 50, 80 e 99%, no período de 1973-1996, na Região de Rio Largo - AL.



**Figura 10.** Temperatura mínima ( $T_n$ ) do ar diária decenal, esperada ocorrer pelos percentis (P) 1, 20, 50, 80 e 99%, no período de 1973-1996, na Região de Rio Largo - AL.



**Figura 11.** Temperatura média (T) do ar diária decendial, esperada ocorrer pelos percentis (P) 1, 20, 50, 80 e 99%, no período de 1973-1996, na Região de Rio Largo - AL.

- A análise da frequência de totais decendiais e quinzenais de precipitação pluvial indica o grau das condições para o melhor manejo hídrico associado a sustentabilidade do ecossistema regional.
- A variabilidade da temperatura do ar associada com os eventos de El Niño e La Niña e a probabilidade térmica decendial são úteis na definição do conforto térmico em biometeorologia, para a região.
- A temperatura do ar da região atende melhor à necessidade ótima das culturas agrícolas no período entre 21/05 até 10/10, para 80% de probabilidade. A ocorrência de temperatura máxima do ar superior as exigências para o ótimo desenvolvimento das culturas analisadas foi para o período entre 11/10 e 20/05.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

### Referências bibliográficas

- BELLO, N. J. An assessment of water supply for agriculture in the Niger River Basin Development Authority. *Agricultural Meteorology*, Lincoln, v. 40, p. 109-121, 1986.
- CAMPOS, T.; CARVALHO-FILHO, V. **Principais culturas**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, 157 p.

CAVALCANTI, I.F.A., ABREU, M.A., SATYAMURTI, P. **Climanálise especial edição comemorativa de 10 Anos**. São José dos Campos: INPE, 1996.235 p.

CAVALCANTI, E.A.B. et al. Informações meteorológicas da região de Rio Largo-AL, ano 1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. p. 1209-1216.

CLIMERH. **Caracterização do fenômeno ENSO**. Disponível em: <http://sol.climerh.rct-st.br/elnino/enso.html>. Acesso em 01.12.2003.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO, 1979. 193 p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamic of climatic hazards in Northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, Berkshire, v. 103, p. 77-99, 1977.

KOUSKY, V.E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, Washington, v. 107, n. 9, p. 1140-1153, 1979.

KOUSKY, V.E. Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, Washington, v. 108, n. 4, p. 488-498, 1980.

LIMA, M.C. **Variabilidade da precipitação no litoral leste da região nordeste do Brasil**. São José dos Campos: INPE, 1991. 222 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, 1991.

MONTEITH, J.L. Climate variation and the growth of crop. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, London, v. 107, p. 749-774, 1981.

MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of drought in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of Atmospheric Science**, Boston, v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.

NOBRE, P. Variabilidade climática sobre o Atlântico Tropical. Parte II: estudo de casos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., Belo Horizonte, 1994. **Anais...**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994. v. 2, p. 10-14.

OLIVEIRA, A.S. **Interações entre Sistemas Frontais na América do Sul e a Convecção da Amazônia**. São José dos Campos: INPE, 1986. 1115 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, 1986.

- ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL, OMM. **Guia de practicas climatologicas**. Genebra: OMM, 1990. 273 p. (OMM - n. 100).
- PEREIRA, A.R. Crop planning for different environments. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 27, p. 71-77, 1982.
- PEREIRA, R.P.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba-RS: Livraria e Editora Agropecuária, 2002, 478 p.
- RATISBONA, C.R. The climate of Brazil. In: Schwerdtfeger, W., ed. **Climates of Central and South America**. Amsterdam, 1976, p. 219-293. (World Survey of Climatology, 12).
- SIMANE, B.; TRUIK, P.C. Agroclimatic analysis: a tool for planing sustainable durum wheat (*Triticum turgidum var. durum*) production in Ethiopia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 47, p. 31-46, 1993.
- SOUZA, J.L.; LIMA, F.Z. Clima - estudo de impactos ambiental, levantamento ambiental e relatório, no meio ambiente de área de proteção ambiental de Piaçabuçu - AL. In: **Relatório técnico**, Maceió: UFAL: , 1995. p. 180-238.
- SOUZA, J.L. Agrometeorologia aplicada à fruticultura no estado da Alagoas. In: **Relatório técnico**. Maceió: UFAL / FAPEAL, 2001, 86 p.
- STERN, R.D.; DENNETT, M.D.; DALE, I.C. Methods for analyzing daily rainfall measurement to give useful agronomic results. I. Direct methods. **Experimental Agriculture**, Great Britain, v. 18, p. 223-236, 1982.
- XAVIER, T.M.B.S.; XAVIER, A.F.S. Classificação e monitoramento de períodos secos e chuvosos e cálculo de índices pluviométricos para a região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia / Caderno de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 2, p. 7-31, 1987.
- XAVIER, T.M.B.S.; XAVIER, A.F.S. Quantis para séries pluviométricas do estado do Ceará e caracterização de períodos secos ou excepcionalmente chuvosos: 1964-1998. **Caderno Atenas "de poesia, ciência e cultura"**, v. 8, p. 1-32, 1998.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO. **Guide to hidrological practices**. Geneva: WMO, 1994. 735 p (WMO-168).