

# ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E BALANÇO HÍDRICO EM MARINGÁ.

ISABEL BARBOSA DOS ANJOS<sup>1</sup>

MARIA DE LURDES ORSINI FERNANDES MARTINS<sup>2</sup>

JONAS TEIXEIRA NERY<sup>3</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi caracterizar o clima da região de Maringá. Utilizou-se, nesta análise, a variável meteorológica precipitação, dados diários, mensais, anuais e interanual. Esses dados foram obtidos junto a Estação Climatológica Principal de Maringá do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), cujas coordenadas geográficas são: latitude 23°25'S, longitude 51°57'W e altitude 542 metros, situada no campus da Universidade Estadual de Maringá. O período analisado foi de 1980 a 1999. Com essas bases de dados, foram realizados cálculos de média, desvio padrão, coeficiente de variação, anomalia e índice de seca. Fez-se o balanço hídrico, para alguns períodos de El Niño e La Niña com objetivo de estabelecer, através desta análise, o excesso e "déficit" de água no solo, sendo de suma importância para o planejamento agrícola.

**PALAVRA-CHAVE:** precipitação, balanço hídrico, anomalia, Maringá.

**ABSTRACT:** The purpose of this work is to analyse the rainfall of Maringá region. This dataset were taken from Estação Climatológica Principal de Maringá (INMET). The period cover 1980 to 1999. The analysis of these parameters was taken from daily, month, annual and interanual timescale. Statistical parameters (mean, standard deviation, coefficient of variation and anomaly) were applied to each dataset. It was calculated the hidric balance of every year, as well.

**KEY WORDS:** precipitation, hidric balance, anomaly, Maringá.

## INTRODUÇÃO

A distribuição sazonal da precipitação é importante, tanto nas áreas tropicais quanto nas extra-tropicais. Em muitas partes dos trópicos, a precipitação ocorre principalmente durante o verão, abrangendo metade do ano, sendo a outra estação relativamente seca, principalmente no inverno. A estação chuvosa de certa forma provoca pequeno abaixamento das temperaturas e exerce considerável influência sobre o modo de vida das pessoas, ao limitar as atividades ao ar livre (AYOADE, 1986).

É comum afirmar-se que determinado ano foi seco. Esta afirmação é feita levando-se em consideração o regime pluviométrico médio da região, sendo, portanto, uma informação subjetiva, gerando, desta forma, confronto de opiniões. Em algumas situações, é importante caracterizar o regime pluviométrico de um determinado local e região através de coeficientes que representem de forma mais adequada o elemento em estudo. Podem-se obter subsídios para uma análise mais precisa, utilizando-se de diversos índices pluviométricos (NERY et al., 1997). Os fatores climáticos, tais como a altitude, latitude, continentalidade, dinâmica de massas de ar, abrangem diretamente os padrões anuais de precipitação e oscilação térmica. Verificam-se que as condições de insolação, a alternância de estações do ano e os padrões de movimentação de massas de ar são fatores que, numa visão mais ampla condicionam o regime de chuvas e as temperaturas médias numa dada região (DEFFUNE ET AL., 1995). Um aspecto que deve ser considerado com relação à

<sup>1</sup> Observadora Meteorológica da Estação Climatológica Principal de Maringá - UEM

<sup>2</sup> Técnica do Laboratório de Climatologia - EUM

<sup>3</sup> Professor Doutor do Departamento de Física/UEM - Área de Climatologia. [jonanery@dfi.uem.br](mailto:jonanery@dfi.uem.br)

distribuição da precipitação pluvial ao longo dos meses é a situação predominante na região de Maringá, com relação ao uso da terra para fins agrícolas. DEFFUNE (1990) e DEFFUNE e KLOSOWSKI (1995), destacam a distribuição sazonal das chuvas, com alta concentração no fim da primavera e correlacionam as chuvas mais fortes com a entrada de frente frias. Neste período, o solo da região de Maringá está, em boa parte, desprotegido, aguardando o plantio de outono/inverno e primavera/verão.

O estudo de variabilidade interanual (El Niño – Oscilação Sul) é um fenômeno de teleconexão oceano-atmosfera, que altera as circulações atmosféricas do globo terrestre, trazendo chuvas em abundância em certas regiões e intensas secas em outras. Este fenômeno é muito divulgado pela imprensa de modo geral e, apesar das modernas tecnologias, os cientistas ainda não conseguiram entender totalmente tal evento. Esse fenômeno afeta de maneira diversa o Norte, o Nordeste e o Sul do Brasil, ocorrendo secas na Amazônia e no Nordeste e chuvas no Sul, na fase positiva do fenômeno El Niño e na fase negativa (La Niña) ocorre o contrário (NERY, 1998). O evento El Niño – Oscilação Sul (ENOS) foi evidenciado como parte importante do sistema climático global na escala das oscilações interanuais por KIDSON (1975), TRENBERTH (1976) e ARKIN (1983).

O ENOS é uma variabilidade interanual que tem sua origem no Oceano Pacífico Equatorial. O fenômeno é constituído por dois componentes: um de natureza oceânica (El Niño), associado às anomalias positivas da temperatura da superfície do mar do Oceano Pacífico Equatorial e outro de natureza atmosférica (Oscilação Sul), relacionado à correlação inversa existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste desse Oceano (GLANTZ, 1991; NOAA, 1994; GRIMM ET AL., 1997 e TRENBERTH, 1997 e NERY, 1998). As intensidades e fases da Oscilação Sul têm sido medidas através do Índice de Oscilação Sul (IOS), e também através da anomalia da temperatura da superfície do mar no Pacífico Equatorial (TSM). Essas anomalias são derivadas da diferença de parâmetros meteorológicos (pressão ao nível do mar, temperatura, vento e precipitação) entre Taiti (Polinésia Francesa) e Darwin (Norte da Austrália). Essa medição é baseada nas anomalias mensais e sazonais destes dois centros de observação.

O confronto entre as necessidades e a disponibilidade de água para as plantas enseja a utilização de uma técnica analítica denominada de balanço hídrico. THORNTWHAITE (1948) nos Estados Unidos elaborou uma forma empírica muito prática que permite calcular a evapotranspiração potencial com exatidão suficiente, partindo apenas da temperatura média do ar, da latitude ou do comprimento real do dia conhecendo os valores mensais da precipitação e da evapotranspiração potencial, em uma região e considerando o solo como capaz de armazenar 100 mm de umidade (informação obtida no IAPAR) pode-se fazer o balanço hídrico, por um sistema de contabilidade, onde o solo funciona como caixa, a chuva como entrada de água em caixa e a evapotranspiração, como saída (CAMARGO, 1971).

Segundo MORENO (1994), a seca é um típico personagem que o mundo todo fala, porém, não se preocupam seriamente. Avalia-se a seca através do índice de precipitação, simples e direto. Esse autor analisou estatisticamente o índice de seca na Colômbia, no período de 1961-1992. A seca é um fenômeno climático que afeta drasticamente uma região, além de provocar graves danos econômicos e sociais. A seca corresponde a uma característica temporária do clima de uma região, provocada pela ocorrência de precipitações pluviométricas abaixo do normal, por um certo período de tempo. Do ponto de vista meteorológico, a seca é um período da ordem de um mês ou mais, durante o qual persiste uma situação em que a ocorrência de chuva é menor do que a normalmente esperada (ASSIS, 1997). Segundo GALVANI e KLOSOWSKI (1998) os dados médios de chuva para Maringá-PR caracterizam essa região em duas estações: uma chuvosa com início em

setembro e término em maio do ano seguinte, e outra ligeiramente seca entre os meses de inverno.

O objetivo deste trabalho é estudar o comportamento climático em Maringá de 1980 a 1999, por meio dos parâmetros meteorológicos: precipitação e temperaturas (média compensada e mínima), utilizar a técnica de balanço hídrico através do método de Thornthwaite e Mather, (SENTELHAS ET AL., 1999) e calcular o índice de seca, (MORENO, 1994).

## METODOLOGIA.

Esta pesquisa teve por base informações obtidas na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), que se localiza no campus da Universidade Estadual de Maringá, cujas coordenadas geográficas: latitude  $23^{\circ}25'S$ , longitude  $51^{\circ}57'W$  e altitude 542 metros. É importante salientar que durante quase três anos a ECPM situava-se no parque de Exposições desta cidade. Foi no ano de 1978 que a Estação passou a funcionar no campus da UEM, através de um convênio com o Departamento de Geografia e o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Com base nessas informações, calculou-se neste trabalho, alguns parâmetros meteorológicos desta Estação. Foram utilizados dados entre 1980 a 1999, para inferir alguns padrões climáticos para Maringá, Figura 1.

Localização da área de estudo.

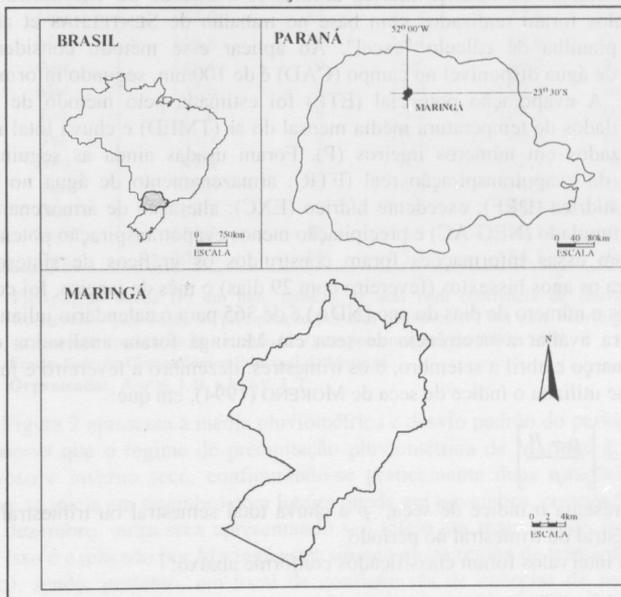


Figura 1

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

Foi analisado o regime pluviométrico, através da variabilidade mensal, anual e interanual. Foram selecionados anos de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña dentro do período estudado.

Esse parâmetro meteorológico (precipitação) foi estudado, utilizando os seguintes parâmetros estatísticos:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (\text{média})$$

$$A = X_i - \bar{X} \quad (\text{anomalia})$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (\text{desvio padrão})$$

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\% \quad (\text{coeficiente de variação})$$

Para o cálculo de balanço hídrico desta série, foi utilizado dado de precipitação mensal e temperatura média compensada mensal para alguns anos de ocorrência dos fenômenos El Niño (1982/83, 1986/87, 1992, 1993, e 1997/98) e La Niña (1985, 1988, 1989, 1994, 1995 e 1996).

No cálculo do balanço hídrico utilizou-se o método de Thornthwaite & Mather. Esses cálculos foram realizados com base no trabalho de SENTELHAS et al. (1999) que utilizou a planilha de cálculo "excel". Ao aplicar esse método considerou-se que a capacidade de água disponível no campo (CAD) é de 100mm, segundo informações obtidas no IAPAR. A evaporação potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Os dados de temperatura média mensal do ar (TMED) e chuva total média mensal foram utilizados em números inteiros (P). Foram usadas ainda as seguintes notações: estimativas da evapotranspiração real (ETR); armazenamento de água no solo (ARM); deficiência hídrica (DEF); excedente hídrico (EXC); alteração de armazenamento (ALT); negativo acumulado (NEG-AC) e precipitação menos evapotranspiração potencial (P-ETP).

Com essas informações foram construídos os gráficos de síntese do balanço hídrico. Para os anos bissextos (fevereiro com 29 dias) o mês de janeiro, foi considerado de 30 dias, pois o número de dias do ano (NDA) é de 365 para o calendário juliano.

Para avaliar a ocorrência de seca em Maringá foram analisados os semestres: outubro a março e abril a setembro, e os trimestres: dezembro a fevereiro e junho a agosto. Para tanto se utilizou o índice de seca de MORENO (1994), em que:

$$I = \left[ \frac{p-P}{p} \right]$$

onde,  $I$  representa o índice de seca,  $p$  a chuva total semestral ou trimestral e  $P$  a chuva média semestral ou trimestral no período.

Os intervalos foram classificados conforme abaixo:

$$\begin{array}{ll} I \geq -0.2 & \text{situação normal} \\ -0.2 > I \geq -0.4 & \text{seca moderada} \\ -0.4 > I \geq -0.6 & \text{seca intensa} \\ I > -0.6 & \text{seca extrema} \end{array}$$

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para cada mês, foram calculados a média de precipitação pluvial, o número de dias chuvosos e a quantidade de chuva por dias chuvosos. Observou-se que os meses mais

chuvosos foram dezembro, janeiro e fevereiro, com maior ocorrência de dias com chuvas e, os mais secos (julho e agosto), com menores números de dias com chuvas (Tabela 1).

Quanto ao desvio padrão, observou-se que o mês de janeiro apresentou uma significativa dispersão da precipitação com uma média pluviométrica de 208,7mm e 102,5mm para o desvio padrão. Observou-se que os meses de maio e junho também apresentaram dispersões da mesma ordem de magnitude que o mês de janeiro. Essa medida de dispersão mostra uma significativa variabilidade mensal para os dados da estação climatológica principal de Maringá.

Através da média e do desvio padrão, pôde-se chegar ao coeficiente de variação (CV), sendo expresso em porcentagem, indicando que nos meses mais chuvosos a variabilidade foi menor, pois chove com mais freqüência. Nos meses mais secos, maio a agosto, CV variou de 0.8 a 0.11. Deve-se ressaltar que o mês de agosto, especificamente, apresentou uma precipitação média de 47,4mm dentro do período estudado, com um maior coeficiente de variação, sendo, portanto, o mês com menor quantidade de chuva e com maior variabilidade.

TABELA 1. Quantificação analítica das precipitações

Meses	P	D	F	$\sigma$	CV
Jan	208,7	16	13,3	102,5	0,50
Fev	187,0	15	12,5	97,5	0,50
Mar	146,8	12	12,4	63,6	0,40
Abr	148,4	9	16,6	69,2	0,50
Mai	132,6	9	15,0	102,4	0,80
Jun	117,0	8	14,4	104,3	0,90
Jul	51,7	5	10,1	40,6	0,80
Ago	47,4	6	8,3	52,7	0,11
Set	145,8	9	16,5	94,7	0,60
Out	152,2	12	13,6	83,7	0,50
Nov	131,7	10	13,3	80,5	0,60
Dez	203,7	13	15,3	84,1	0,40

Precipitação média (P) em mm, número de dias com ocorrência de chuva (D), freqüência - quantidade de precipitação por dias chuvosos (F) em mm, desvio padrão ( $\sigma$ ) em mm, coeficiente de variação (CV) em porcentagem, de 1980 a 1999.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

A Figura 2 apresenta a média pluviométrica e desvio padrão do período de análise, onde se observa que o regime de precipitação pluviométrica de Maringá é sazonal, com verão chuvoso e inverno seco, configurando-se praticamente duas estações, sendo uma chuvosa, que se inicia em setembro com ligeira queda em novembro, crescendo novamente, a partir de dezembro, outra seca apresentando seu início em maio, sendo mais acentuado em agosto. Isso é explicado por Maringá estar situada numa região de transição (Trópico de Capricórnio), sendo, portanto, um local de confluências de energias de massas polares, massa tropical continental e massa equatorial continental, principalmente. Desta forma, pode-se estabelecer dois regimes de precipitação pluviométrica bem definidos: verão, denominado período úmido (sob o domínio essencialmente de bandas convectivas) e inverno, denominado de período seco (sob influência das massas polares). Muitas vezes o encontro desses dois sistemas sobre o Paraná dá origem nuvens cumulonimbus que

provocam chuvas intensas, em curto período de tempo, ventos intensos, algumas vezes, chuvas de granizos e descargas elétricas sobre Maringá.

Gráfico da média e desvio padrão: 1980 a 1999 em (mm)

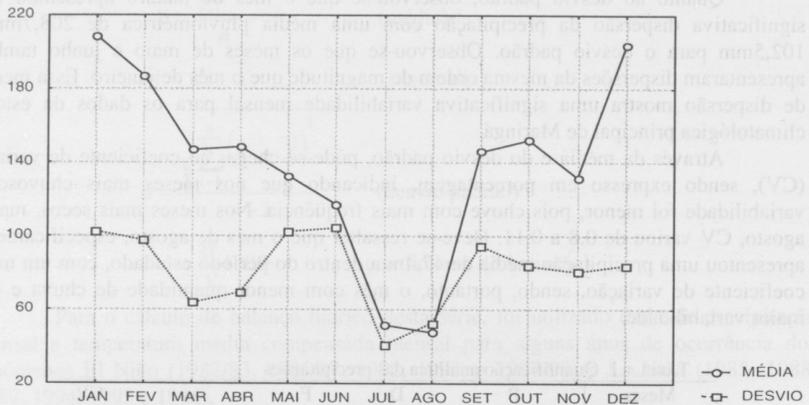


Figura 2

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

A Tabela 2 apresenta o total de chuva e o número de dias chuvosos para cada ano do período estudado. Sendo que, os anos de 1982, 1983, 1997 e 1998 (anos de ocorrência do fenômeno El Niño) apresentaram precipitações anuais marcadamente elevadas e 1985, 1988, 1994 e 1999 (anos de ocorrência do fenômeno La Niña) apresentaram valores de precipitação e número de dias chuvosos bem abaixo da média, do período estudado. Deve-se observar que no ano de 1994 ocorreu os dois fenômenos (El Niño e La Niña), segundo TRENBERTH (1997).

Tabela 2. Total pluviométrico anual (mm) e dias de chuva (d).

Ano	Precipitação	Dias com Chuvas
1980	1923,1	113
1981	1897,0	116
* 1982	<b>1727,7</b>	<b>126</b>
* 1983	<b>2266,9</b>	<b>151</b>
1984	1372,0	113
# 1985	<u>1387,4</u>	<u>105</u>
* 1986	1565,8	131
* 1987	1609,3	124
# 1988	<u>1280,6</u>	<u>109</u>
# 1989	1576,1	125
1990	1796,5	136
* 1991	1462,9	110
* 1992	1638,9	128
* 1993	1667,3	125
*# 1994	<u>1445,9</u>	<u>122</u>
# 1995	1660,1	116
# 1996	1644,7	130
* 1997	<b>2131,8</b>	<b>131</b>
* 1998	<b>1976,3</b>	<b>127</b>
# 1999	<u>1428,7</u>	<u>110</u>

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

\* Anos com ocorrência de El Niño - # Anos com ocorrência de La Niña, segundo TRENBERTH (1997).

A Tabela 3 apresenta o cálculo das anomalias mensais para cada ano do período estudado. Nenhum ano apresentou na íntegra, valores somente positivos ou negativos das anomalias de precipitação pluviométrica. Isto demonstra, uma vez mais, a variabilidade da precipitação de ano para ano. Pôde-se observar que alguns anos dos eventos El Niño apresentaram valores acima da média, dentro do período estudado, de precipitação, tais como: junho de 1983 (211,2mm), maio de 1987 (189,5mm) e novembro de 1987 (174,4mm), maio de 1992 (262,9mm), fevereiro e junho de 1997 (239,1mm e 279,7mm, respectivamente).

Outros anos onde não houve a ocorrência do fenômeno El Niño, tais como 1981 (precipitação de 186,9mm acima da média, em dezembro) e 1990 (precipitação de 212,9mm acima da média, em janeiro).

Os anos dos eventos La Niña também apresentaram variabilidade da precipitação pluviométrica com anomalias negativas, abaixo da média tais como: 1985 em janeiro (-107,7mm) e fevereiro (-135,3mm) e setembro (-109,4mm) e 1988 (janeiro com 101,7mm negativo, setembro com 111,4mm negativos e novembro com 105,4mm negativos).

O ano de 1985 apresentou significativa variabilidade na precipitação, observando-se, inclusive, meses com anomalias positivas (março de 1985 com 103,2 mm de precipitação pluviométrica, acima da média). Outra observação importante é o fato das anomalias negativas serem mais marcadas nessa, do que nas demais regiões do Paraná, principalmente no Sul, Sudeste e Leste.

**Tabela 3.** Anomalias mensais da precipitação pluviométrica (mm) de Maringá entre 1980 a 1999.

Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	18,4	47,7	52,2	-4,5	43,4	-48,8	6,8	47,5	40,3	-3,9	-29,3	94,6
1981	-42,4	-45,2	-38,6	69,9	<u>-123,8</u>	15,4	-35,4	-31,3	132,2	141,3	-4,3	<b>186,9</b>
* 1982	<u>-121,7</u>	-14,3	-49,3	<u>-128,2</u>	-93,7	123,5	77,0	-11,3	-94,7	142,6	129,8	95,7
* 1983	60,9	-64,0	130,5	27,2	105,3	<b>211,2</b>	-26,9	-47,3	<b>163,1</b>	34,0	48,8	-48,2
1984	-68,5	<u>-107,1</u>	29,6	19,5	-68,7	<u>-108,0</u>	-46,0	37,5	26,8	-84,1	-11,8	80,5
# 1985	<u>-107,7</u>	<u>-135,3</u>	103,2	26,2	33,4	-95,1	-1,1	-38,5	<u>-109,4</u>	-86,4	-50,6	-94,2
* 1986	-3,6	<b>162,1</b>	-61,5	-44,1	99,4	<u>-113,2</u>	-27,7	105,3	-90,9	-91,7	-57,8	17,2
* 1987	-78,8	64,1	<u>-113,2</u>	-42,3	<b>189,5</b>	34,8	29,0	-44,3	-68,7	<u>-140,4</u>	<b>174,4</b>	67,1
# 1988	<u>-101,7</u>	-35,0	35,5	-20,1	65,1	-49,3	-51,6	-47,3	<u>-111,4</u>	118,0	<u>-105,4</u>	-88,5
# 1989	145,9	-30,6	-68,1	-42,5	-80,4	-10,2	27,8	105,0	16,2	-38,9	-59,3	-61,1
1990	<b>212,9</b>	<u>-160,8</u>	35,3	39,5	0,2	-42,7	97,1	77,3	89,2	-50,7	-59,9	<u>-113,2</u>
* 1991	68,3	<u>-102,8</u>	-20,0	13,8	-89,2	9,7	-29,4	-12,9	-58,5	-86,4	46,4	51,6
* 1992	<u>-181,1</u>	-41,0	67,1	24,1	<b>262,9</b>	-71,1	-15,7	-6,9	44,0	-31,7	53,3	<u>-137,3</u>
* 1993	-24,6	13,4	-43,5	29,0	-29,3	-10,9	5,9	-36,0	45,6	20,1	-45,6	70,9
# 1994	52,2	-31,6	-37,3	-57,9	-42,8	72,5	0,5	-47,1	-97,1	-29,0	-6,7	-2,1
# 1995	141,7	-13,5	-25,5	-43,0	<u>-104,2</u>	-32,9	20,1	-34,3	51,4	96,8	-37,4	-31,4
# 1996	33,9	-46,2	33,8	58,4	-67,0	-86,4	-45,8	-22,7	-7,5	42,8	71,1	8,0
* 1997	83,8	<b>239,1</b>	-46,8	<u>-103,7</u>	-33,7	<b>279,7</b>	-26,0	-9,8	-50,7	2,7	131,7	-6,8
* 1998	<u>-100,8</u>	88,0	61,5	<b>197,5</b>	-59,1	-87,6	7,4	65,8	<b>173,8</b>	90,5	<u>-100,7</u>	-32,3
# 1999	13,6	-55,8	-44,2	-17,2	-6,0	10,0	48,8	-47,3	-93,5	-44,3	-84,9	77,2

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

\* Anos com ocorrência de El Niño e # com ocorrência de La Niña.

Estão em **negrito**, as anomalias acima de +150mm e, sublinhadas, as anomalias menores que -100mm.

A partir dos cálculos das anomalias, construíram-se gráficos referentes às anomalias das precipitações, para cada período de variabilidade interanual (El Niño e La Niña), segundo TRENBERTH (1997) e adaptado por BALDO (1999), conforme a Tabela 4.

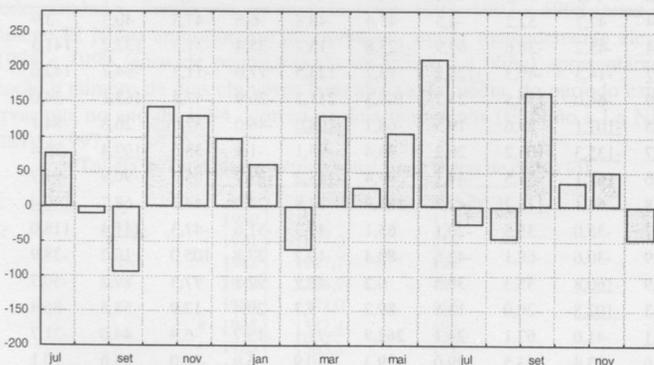
**Tabela 4.** Eventos El Niño e La Niña, definidos a partir da anomalia da temperatura da superfície do Mar para a região do El Niño (1+2) e excedendo valores de 0,4°C (positivo ou negativo).

Períodos de El Niño	Duração (meses)	Períodos de La Niña	Duração (meses)
Jul/82 a dez/83	18	Jan/85 a dez/85	12
Out/86 a dez/87	15	Abr/88 a dez/88	9
Nov/91 a jun/92	8	Mai/89 a set/89	5
Fev/93 a jun/93	5	Mar/94 a set/94	7
Out/94 a fev/95	5	Abr/95 a ago/95	5
Mar 97 a out/98	20	Abr/96 a jan/97	10
		Jan/99 a fev/00	14

Fonte: adaptada por BALDO, 1999 e atualizada.

As Figuras 3(A e B) apresentam essas anomalias da precipitação para os períodos de EL Niño. Constataram-se anomalias pluviométricas significativamente positivas para o El Niño Jul/1982-Dez/83 (Figura 3A) e o evento de Mar/1997-Out/98 (Figura 3B), no mês e junho. Observou-se que os eventos dentro do período estudado apresentaram variabilidade de um fenômeno para outro.

Anomalia da precipitação pluviométrica para o evento de Jul/82 a dez/83.



**Figura 3(A)**

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

Anomalia da precipitação pluviométrica para o evento de mar/97 a out/98.

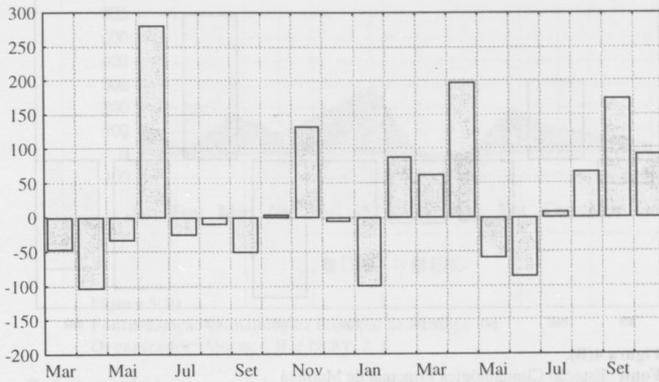


Figura 3(B)

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

No fenômeno La Niña (Jan-Dez/1985 e Abr-Dez/1988), percebeu-se que ocorreram anomalias negativas de precipitação pluviométrica praticamente em todos os meses estudados, exceto para fevereiro, março, abril e maio de 1985, maio e outubro de 1988 (Figura 4A e 4B).

Anomalia da precipitação pluviométrica para o evento de jan/85 a dez/85

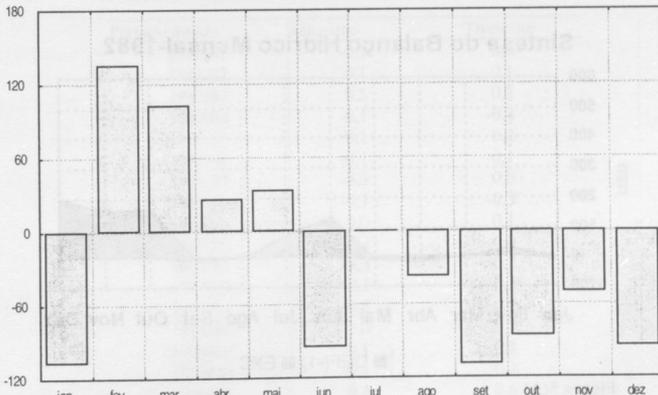


Figura 4(A).

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

Anomalia da precipitação pluviométrica para o evento de abr/88 a dez/88.

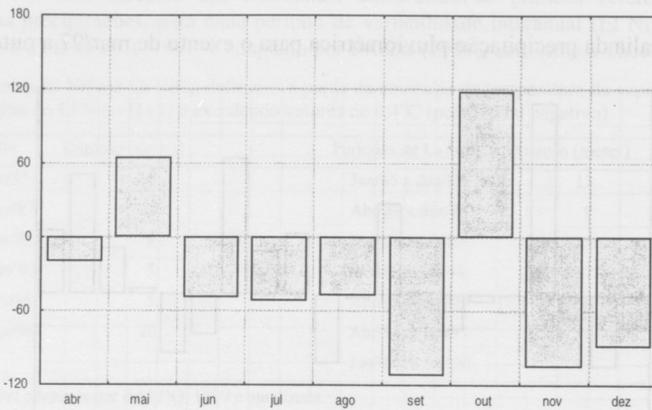


Figura 4(B).

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

Analisando os gráficos de síntese do balanço hídrico mensal, referentes ao período El Niño 1982/83, como mostram as Figuras 5A e 5B, pôde-se observar que ocorreram excedentes hídricos, a partir de maio de 1982 até dezembro de 1983. Em julho e agosto de 1982 houve um pequeno "déficit", destacando-se uma certa variabilidade da precipitação nesse período.

Balanço hídrico mensal calculado pelo método de Thornthwaite e Mather, para o ano de 1982.

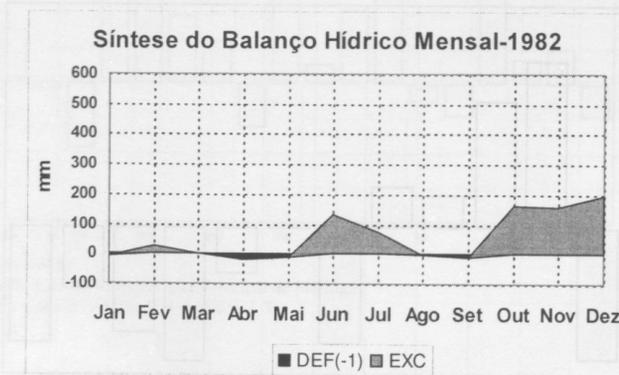


Figura 5(A)

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá

Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

Balanço hídrico mensal calculado pelo método de Thornthwaite e Mather, para o ano de 1983.

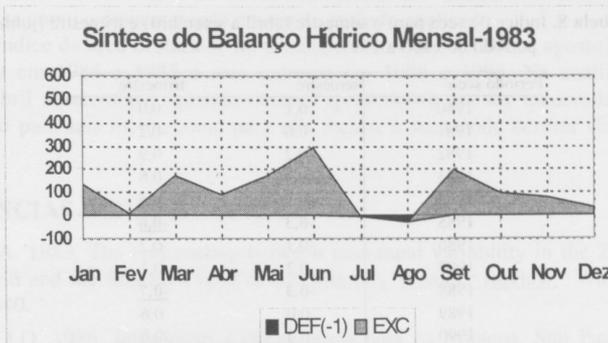


Figura 5(B).

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá  
Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

O balanço hídrico mensal, para os períodos de La Niña, é apresentado nas Figuras 6(A e 6B). O ano de 1985 apresentou nos meses de janeiro a junho um excedente hídrico de aproximadamente 100mm e um "déficit" hídrico se estendendo até dezembro do mesmo ano. O ano de 1988 apresentou uma maior variabilidade, estando os excedentes hídricos concentrados nos meses de maio e outubro, principalmente.

As Tabelas 7 e 8 apresentam o índice de seca para o período estudado, segundo Moreno (1994). Em **negrito**, estão representados os anos com ocorrência de secas moderadas e em **negrito sublinhado**, as secas intensas e extremas.

**Tabela 7.** Índice de seca para o semestre (outubro a março) e trimestre (dezembro a fevereiro) no período de 1980 a 1999.

Período úmido	semestre	Trimestre
1980/81	-0,1	0,0
1981/82	0,1	0,1
1982/83	0,5	0,2
<b>1983/84</b>	-0,1	<b>-0,4</b>
1984/85	0,1	0,2
1985/86	-0,1	0,1
<b>1986/87</b>	<b>-0,3</b>	0,0
<b>1987/88</b>	-0,1	<b>-0,3</b>
1988/89	0,0	0,1
1989/90	-0,1	0,0
<b>1990/91</b>	<b>-0,3</b>	-0,2
<b>1991/92</b>	-0,1	<b>-0,3</b>
1992/93	-0,2	-0,2
1993/94	0,0	0,2
1994/95	0,1	0,2
1995/96	0,1	-0,1
1996/97	0,4	0,6
1997/98	0,2	-0,0
1998/99	-0,1	-0,1

Figura 5(B).

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá  
Organizador: ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

**Tabela 8.** Índice de seca para o semestre (abril a setembro) e trimestre (junho a agosto) no período de 1980 a 1999.

Período seco	semestre	trimestre
1980	0,1	0,0
1981	0,0	-0,2
1982	-0,2	0,9
1983	0,7	0,6
<b>1984</b>	-0,2	<b>-0,5</b>
<b>1985</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,6</b>
1986	-0,1	-0,2
1987	0,2	0,1
<b>1988</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,7</b>
1989	0,0	0,6
1990	0,4	0,6
<b>1991</b>	<b>-0,3</b>	-0,2
<b>1992</b>	0,4	<b>-0,4</b>
1993	0,0	-0,2
<b>1994</b>	<b>-0,3</b>	0,1
1995	-0,2	-0,2
<b>1996</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,7</b>
1997	0,1	1,1
1998	0,5	-0,1
1999	-0,2	0,1

**Figura 5(B).**

**Fonte:** Estação Climatológica Principal de Maringá

**Organizador:** ANJOS, I. B. e NERY, J. T.

Para o semestre úmido – outubro a março, os anos 1986 e 1990 apresentaram-se com seca moderada (valor entre -0,2 e inclusive -0,4) e para o trimestre úmido (dezembro a fevereiro) ocorreu seca moderada no ano de 1983, 1987 e 1991, considerando que foram anos de ocorrência de El Niño (Tabela 7).

Já, para o semestre seco (abril a setembro) foram os anos de 1985, 1988, 1991 e 1994 que se apresentaram com seca moderada. Quanto ao trimestre seco (junho, julho e agosto) foi observada seca moderada em 1981 e 1992, seca intensa (valor entre -0,4 e inclusive -0,6) em 1984 e 1985 e seca extrema (valor menor que -0,6) em 1988 e 1996 (Tabela 8). Nota-se que 1985, 1988, 1994 e 1996 são anos com ocorrência do fenômeno La Niña.

Somente para o trimestre junho, julho e agosto, para o período estudado, é que a seca foi significativa.

## CONCLUSÃO

O regime da precipitação pluviométrica de Maringá é sazonal, apresentando verão chuvoso e inverno seco. Os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro e os meses mais secos junho, julho e agosto. Esta sazonalidade está configurada por dois regimes de chuvas bem definidos, com sistemas frontais (frios) atuante no inverno e sistemas convectivo no verão.

A precipitação pluviométrica da região de Maringá, em relação à variabilidade interanual, apresenta anos com significativa anomalia positiva (1983 e 1998 – El Niño) e anos com anomalia negativa significativa (1985 e 1988 – La Niña). Pode-se notar essa variabilidade também em relação ao balanço hídrico, com excedente de água no solo, em

quase todos os meses no ano de 1983. Em relação ao “déficit” hídrico, o ano de 1985 apresenta-se como o mais marcado dentro do período analisado.

O índice de seca destaca-se no trimestre seco (junho, julho e agosto) apresentando seca intensa em 1984 e 1985 e seca extrema em 1988 e 1996. Na análise de seca do semestre (abril a setembro), quando ocorre, apresenta-se apenas moderada. No período úmido, tanto para seis meses como para três meses, a seca pode ocorrer com intensidade moderada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ARKIN, P.A. 1983. The relationship between interannual variability in the 200mb tropical wind field and the Southern Oscillation. Monthly Weather Review, Washington, 110, 1393-1440.
- AYOADE, J.O. 1986. Introdução à climatologia para os trópicos. São Paulo: Ed. Difel, 332p.
- ASSIS, F.N.; MARTINS, S.R.; MENDES, M.E.G. 1997. Índice de severidade da seca de Palmer no Rio Grande do SUL. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Anais, 13-18 de julho. ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, p.383-385.
- BALDO, M.C.; 1999. Análise pluviométrica de Santa Catarina associada com a anomalia da TSM do Pacífico. Monografia de bacharelado em Geografia - DGE/UEM, Maringá, , 38p.
- CAMARGO, A.P. 1971. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Instituto Agrônômico, Campinas. Boletim Técnico, 116, 3ª edição, 28p.
- DEFFUNE, G. 1990. Clima e uso da terra no norte e noroeste do Paraná – 1975/1986: subsídios ao planejamento regional. São Paulo, USP. Dissertação de Mestrado em Geografia – Universidade de São Paulo, 173p.
- DEFFUNE, G.; KLOSOWSKI, E. S.. 1995. Variabilidade mensal e interanual das precipitações pluviométricas de Maringá, 1976 – 1994. Revista Unimar, 17(3): 501-510.
- DEFFUNE, G.; DELAVALENTINA, D.J.; GALVANI, E. 1994. Boletim de Geografia. Ano 12. DGE/UEM – Maringá. Publicação especial, p. 3-71, junho.
- GLANTZ, M.H.; RICHARD, W.K.; NICHOLLS, N. 1991. Teleconnection linking world wide climate anomalies. New York Cambridge University, 535p.
- GRIMM, A.M.; GUETTER, A.K.; CARAMORI, P.H. 1997. El Niño no Paraná: o que se pode esperar em cada região. Uma análise científica. SIMEPAR - Informativo (1).
- GALVANI, E; PEREIRA, A.R; KOLOSOWSKI, E.S. 1998. Relações entre o índice de Oscilação Sul (IOS) e o total mensal de chuva em Maringá - PR. Revista Acta Scientiarum 20(4): 531-535.
- MORENO, H.G.; 1994. Estadísticas de la sequia en Colombia, Revista Atmosfera, Santafé de Bogota, Colombia, 22, p.67-70.
- NERY, J.T.; BALDO, M.C.; KLOSOWSKI, E. S.. 1997. Aplicação do coeficiente de variação na precipitação pluviométrica no Estado do Paraná. Revista Unimar, 19(4): 1125-31.

- NERY, J.T.; MARTINS, M.L.O.F. 1998. Variabilidade Interanual: Oscilação Sul – El Niño. Apontamentos, n.75, Abril/ 2º Quinzena, 59p.
- NOAA, 1994. El Niño and climate prediction. Reports to the Nation, Washington, UCAR. 3, Spring p.25.
- SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A.R.; MARIN, F.R.. 1999. Balances hídricos climatológicos do Brasil Meio magnético, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo.
- TRENBERTH, K.E. 1976. Spacial and Temporal Variations of the Southern Oscillation. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 102, 639-653.
- TRENBERTH, K.E. 1997. The definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society. Boston, EUA, 78(12): 2771-2777.
- THORNTHWAITTE, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review. Centeron, v.38, p.55-94.