

IMPACTO DO EL NIÑO E LA NIÑA NA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SULⁱ

Impact of El Niño and La Niña in the maximum daily rainfall of the state of Mato Grosso do Sul

Impact du phénomène El Niño et La Niña dans la précipitation maximale quotidienne de l'état du Mato Grosso do Sul

Francisco Marcuzzoⁱⁱ

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Brasil

Nayhara de Lima Oliveiraⁱⁱⁱ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Brasil

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo correlacionar a variação da precipitação máxima diária com a intensidade do Índice El Niño(a) no Estado do Mato Grosso do Sul. Utilizaram-se dados de 37 estações pluviométricas com 30 anos de dados e 55 estações com dados variando de 20 a 29 anos, sendo que toda série histórica esta entre os anos de 1977 a 2006. Os dados mensais de intensidade dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña foram obtidos do Serviço Climatológico Nacional dos Estados Unidos (NOAA - National Weather Service), os quais foram relacionados com os dados de precipitação máxima diária a fim de descrever o caminhar da evolução das precipitações sob a influência dos fenômenos. No período de 1977 a 2006 o Índice Niño(a) mensal médio variou entre -1,1°C e 1,3°C, variações consideradas moderadas, com algumas variações consideradas fortes nos anos de 1982 (2,3°C), 1983 (2,3°C), 1988 (-1,9°C), 1991 (1,6°C), 1992 (1,8°C), 1997 (2,5°C), 1998 (2,3°C), 1999/2000 (-1,6°C) e 2002 (1,5°C). No geral as precipitações máximas diárias extremas de cada ano cresceram nos episódios de El Niño e pouco variaram nos episódios de La Niña. Assim conclui-se que os fenômenos El Niño e La Niña causam efeitos evidentes nas precipitações do Estado de Mato Grosso do Sul, contudo o fenômeno El Niño é mais impactante do que o fenômeno La Niña nas precipitações do Estado de Mato Grosso do Sul.

Palavras-chave: temperatura do oceano Pacífico; ENOS; chuva máxima diária.

ABSTRACT

The present study was to correlate the variation of the maximum daily rainfall with El Niño intensity index in the state of Mato Grosso do Sul used data from 37 stations with 30 years of rainfall data and 55 stations with data ranging from 20 to 29 years, and throughout this series between the years 1977 to 2006. The monthly data on the intensity of weather phenomena El Niño and La Niña were obtained from the National Weather Service of the United States (NOAA - National Weather Service), which were related to the maximum daily precipitation data in order to describe the evolution of the pathway precipitation under the influence of phenomena. In the period 1977 to 2006 the average monthly Niño index ranged between -1,1°C and 1,3°C, variations considered moderate, with some variations considered strong in the years 1982 (2.3°C), 1983 (2.3°C), 1988 (-1.9°C), 1991 (1.6°C), 1992 (1.8°C), 1997 (2.5°C), 1998 (2.3°C), 1999/2000 (-1.6°C) and 2002 (1.5°C). In general, the maximum daily rainfall of each year grew extreme episodes of El Niño and varied little in the episodes of La Niña. It is concluded that the El Niño and La Niña rainfall causing evident effects on the state of Mato Grosso do Sul, but El Niño is more powerful than the La Niña rainfall in the State of Mato Grosso do Sul.

Keywords: temperature of the Pacific ocean; ENOS; maximum daily rainfall.

RÉSUMÉ

La présente étude était de corrélérer les variations de la pluviométrie journalière maximale avec un indice d'intensité Niño dans l'État du Mato Grosso do Sul utilisé les données de 37 stations avec 30 années de données pluviométriques et 55 stations avec des données allant de 20 à 29 années, et tout au long de cette série entre les années 1977 à 2006. Les données mensuelles sur l'intensité des phénomènes météorologiques des phénomènes El Niño et La Niña ont été obtenues Du National Weather Service des États-Unis (NOAA - National Weather Service), qui étaient liés à des données maximale de précipitations quotidiennes afin de décrire l'évolution de la voie précipitations sous l'influence de phénomènes. Dans La période de 1977 à 2006, la moyenne indice mensuel variait entre Niño 1,1°C et 1,3°C, des variations considéré comme modéré, avec quelques variations considéré comme solide dans les années 1982 (2,3°C), 1983 (2,3°C). 1988 (-1,9°C), 1991 (1,6°C), 1992 (1,8°C), 1997 (2,5°C), 1998 (2,3°C), 1999/2000 (-1,6°C) e 2002 (1,5°C). En général, les précipitations maximale quotidiennes de chaque année est passe des épisodes extremes de El Niño et peu varié dans les épisodes de La Niña. Il est conclu que le phénomène El Niño et La Niña précipitations causant des effets évidents sur l'état du Mato Grosso do Sul, mais El Niño est plus puissant que les précipitations de La Niña dans l'État du Mato Grosso do Sul.

Palabras clave: température de l'océan Pacifique; El Niño; maximum quotidien de pluie.

INTRODUÇÃO

As análises das variações de temperatura das águas no Oceano Pacífico são fundamentais para estudos de variabilidade climática que permitem um melhor gerenciamento das atividades humanas, de abastecimento de água, de infraestrutura e produtivas em geral, que interagem com o meio natural. Devido à grande dificuldade de consistência de dados, grande espaçamento físico entre as localizações das estações pluviométricas, pequeno espaçamento temporal de dados pluviométricos, notadamente insuficientes no Estado do Mato Grosso do Sul, há uma escassez de estudos que mostrem a correlação de chuvas neste Estado com fenômenos climáticos de influência mundial, como o El Niño e a La Niña.

Segundo Minuzzi *et al.* (2007) o Índice Niño de Oscilação Sul (ENOS) refere-se a variação irregular que ocorre em torno das condições normais nas componentes oceânicas (El Niño) e atmosféricas (Oscilação Sul) da região, revela duas fases opostas do fenômeno, sendo um desses extremos representado pelas condições de La Niña, quando ocorre um resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico (também denominada fase fria ou fase positiva).

É possível que as mudanças no clima alterem a temperatura e a precipitação, e que aumentem a variabilidade dos eventos de precipitação, os quais poderão causar inundações e secas mais intensas e frequentes (DUFÉK E AMBRIZZI, 2008). Dentro desse contexto o El Niño e a La Niña são fenômenos de influência direta nos eventos climáticos

frequentes no Brasil e por isso promovem estudos a fim prever possíveis eventos climáticos extremos, como chuvas intensas ou secas prolongadas.

Silva *et al.* (2011) destaca a importância das previsões climáticas como sendo uma ferramenta extremamente útil para ser usada em favor do desenvolvimento sustentável, visto que ajudará no manejo dos recursos naturais e, conseqüentemente, na qualidade de vida das pessoas, assim pesquisas que busquem compreender de uma forma mais aprofundada, como anomalias na temperatura da superfície do mar (ATSM) podem causar interferências nos padrões de circulação atmosféricas e, conseqüentemente, afetar o regime pluviométrico em determinadas regiões do globo terrestre.

Dentre os efeitos mais evidentes do ENOS na região nordeste do Brasil, são as variações pluviométricas que, efetivamente, devem receber maior destaque, pois delas dependem, praticamente, todas as atividades desenvolvidas no meio rural, com influência direta na economia do semi-árido (MORAES *et al.*, 2007).

Existem características de aumento nas intensidades das secas e diminuição dos eventos de precipitação forte, e que o aumento nas anomalias de TSM (Temperatura da Superfície do Mar) no Pacífico e ao norte do equador, no Oceano Atlântico, acarreta em um aumento do número de dias consecutivos secos no norte do Ceará (SANTOS *et al.*, 2011).

Diante da escassez de estudos e pesquisas sobre a influência do El Niño e La Niña na região centro-oeste, e em específico no Estado

do Mato Grosso do Sul, bem como suas conseqüências nos índices pluviométricos locais, o objetivo desse estudo é estudar, analisar e mensurar o grau de influencia desses fenômenos na precipitação máxima diária do Estado do Mato Grosso do Sul utilizando correlação matemática, regressão linear, medidas de tendência central e de dispersão dos valores.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado de Mato Grosso do Sul (FIGURA 1) está localizada na região centro-oeste do Brasil. O Estado de Mato Grosso do Sul possui uma área total de 357.145,84 km² e perímetro de

3.663,36 km e possui 78 municípios sendo que o maior território municipal do Estado pertence ao município de Corumbá (área de 64.962,84 km² e perímetro de 1.812 km) e o menor, o município de Douradina (área de 280,79 km² e perímetro de 76 km).

Segundo dados do IBGE (2010), toda a população residente nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul somam 2.449.024 pessoas, sendo que a maior densidade populacional pertence ao município de Campo Grande, com 97 habitantes (km²)⁻¹ (FIGURA 1).

O clima do Estado de Mato Grosso do Sul, segundo a classificação de Köppen, ao norte e oeste é o Tropical (Aw), com estação seca no inverno, ao sul e sudoeste é o Subtropical úmido

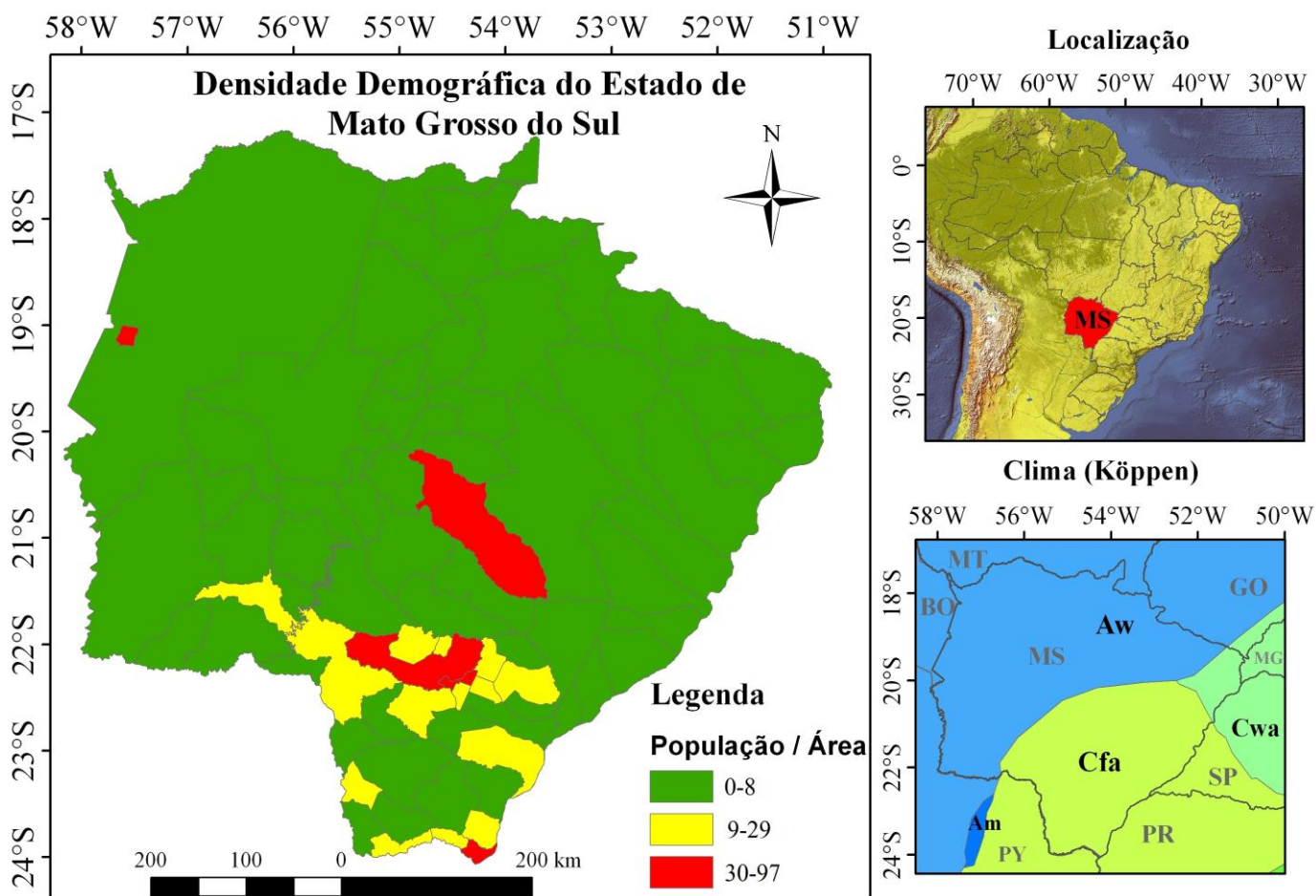


FIGURA 1 - Mapa da densidade de habitantes por quilômetro quadrado, clima e localização no Estado de Mato Grosso do Sul.
Elaborado pelos autores.

com verão quente (Cfa) e a leste é o Subtropical úmido com inverno seco e verão úmido (Cwa) (FIGURA 1) (PEEL *et al.*, 2007).

Neste trabalho foram utilizados dados do projeto SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) do qual foram obtidos imagens com resolução de 90 metros as quais foram agrupadas em um programa GIS (Geographic Information System) e em seguida o MDE (Modelo Digital de Elevação) foi delimitado o que permitiu analisar a hipsometria do Estado de Mato Grosso do Sul. O Estado de Mato Grosso do Sul está inserido nos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (FIGURA 2). Segundo os dados extraídos por SRTM, a amplitude altimétrica do Estado de Mato Grosso do Sul varia de 26 a 1.052 metros, sendo que a região

nordeste do Estado concentra as maiores altitudes (FIGURA 2).

O uso do solo no Estado de Mato Grosso do Sul se concentra em grande parte na pecuária além de uma considerável região de vegetação remanescente (FIGURA 3).

ÍNDICE OCEÂNICO NIÑO

No Quadro 1 observa-se a intensidade do fenômeno ENOS que foi classificada em classes fraca, moderada e forte utilizando-se a média do ION.

O ION (Índice Oceânico Niño(a)) é um índice que identifica as anomalias da superfície do oceano Pacífico através de uma média móvel de três meses (QUADRO 2). Quando o ION for maior que +0,5 °C por no mínimo cinco meses

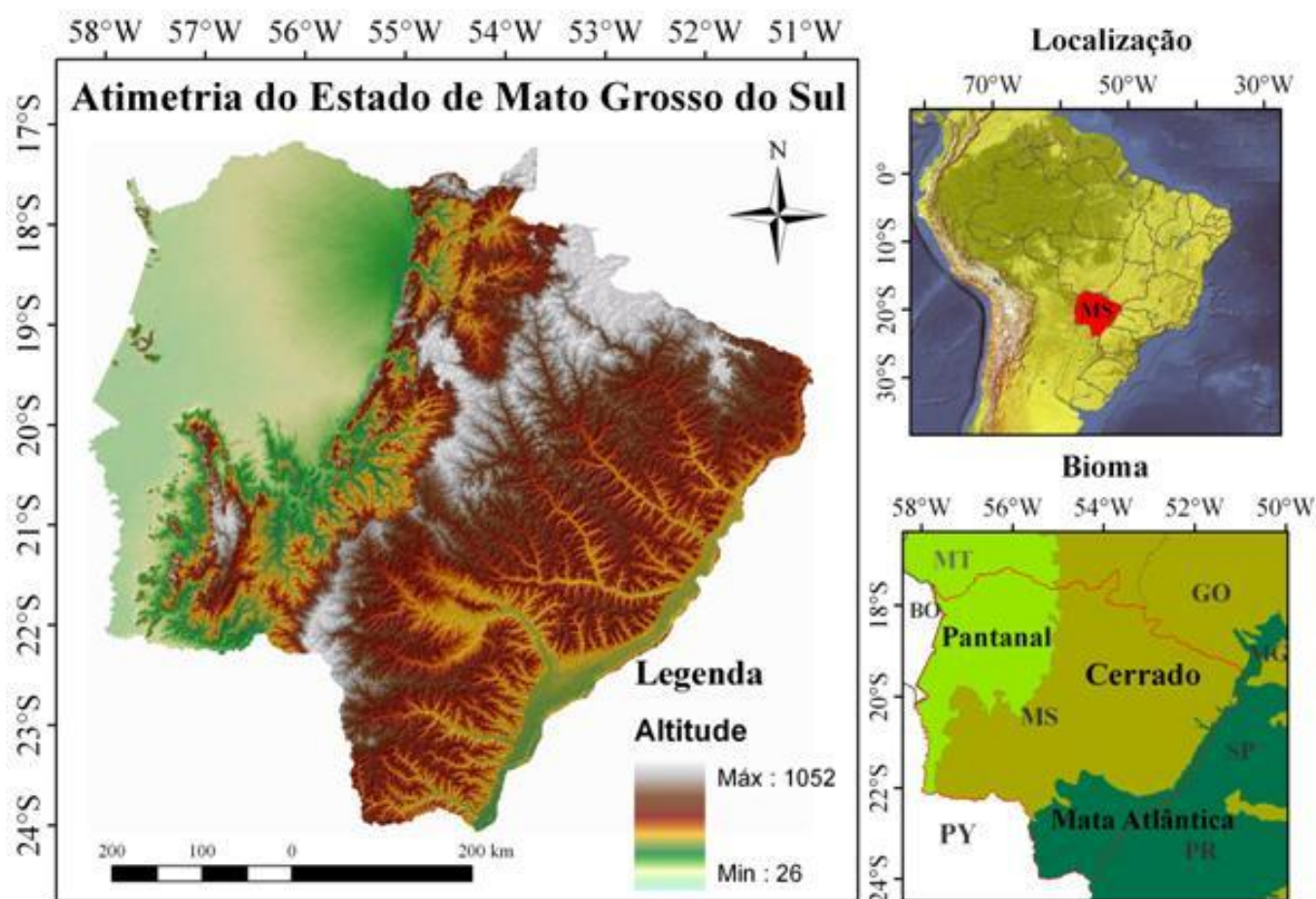


FIGURA 2 - Mapa do relevo, altimetria, localização e bioma do Estado do Mato Grosso do Sul. Elaborado pelos autores.

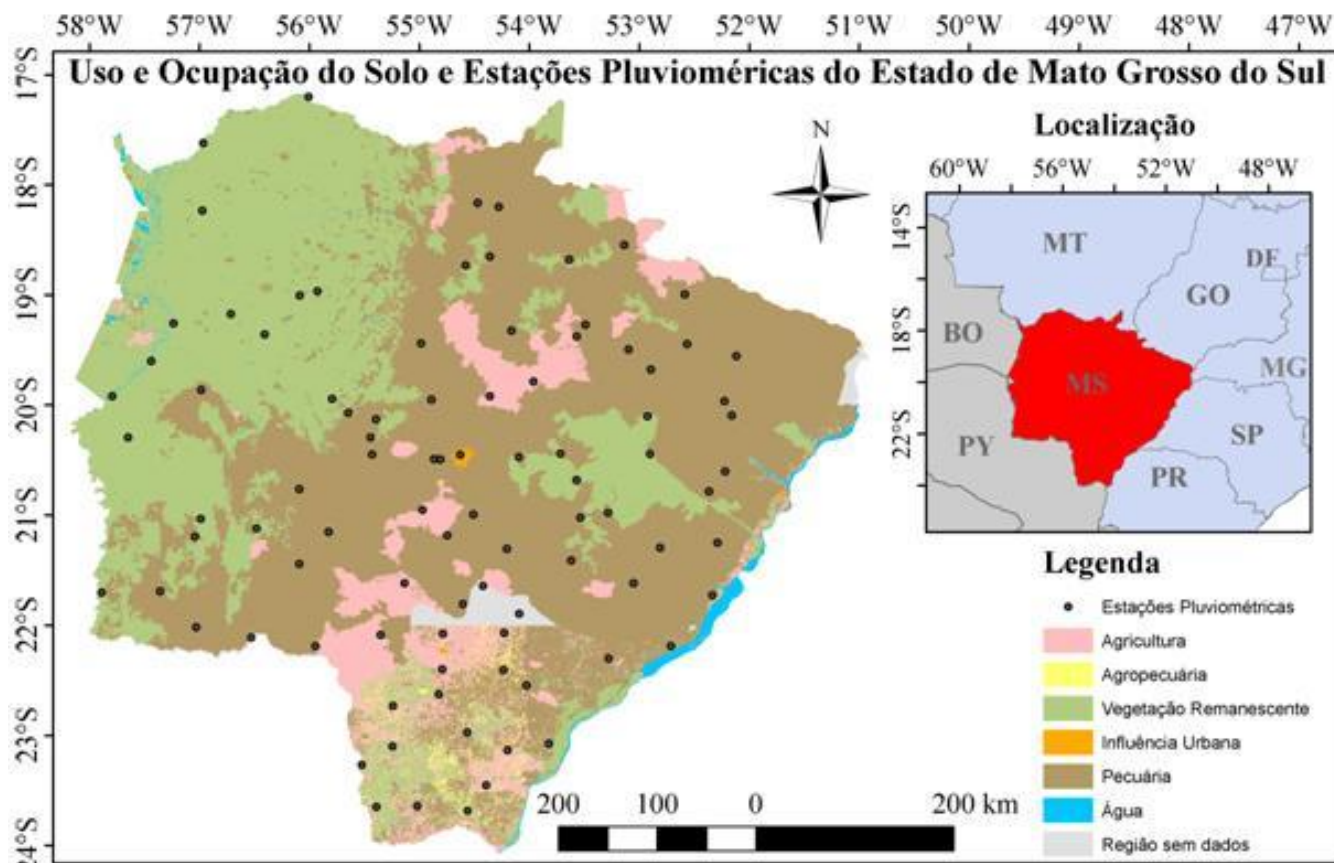


FIGURA 3 - Mapa do uso e ocupação do solo, estações pluviométricas e localização do Estado de Mato Grosso do Sul.
Elaborado pelos autores.

Evento	Índice Oceânico Niño	Intensidade
El Niño	0,5 a 0,9	Fraca
	1,0 a 1,4	Moderada
	≥ 1,5	Forte
La Niña	-0,5 a -0,9	Fraca
	-1,0 a -1,4	Moderada
	≤ -1,5	Forte

QUADRO 1 - Critérios para classificar a intensidade do fenômeno ENOS usado no estudo.
Fonte: Golden Gate Weather Services (2008).

consecutivos o período é caracterizado como El Niño e quando o índice for menor que $-0,5$ °C por no mínimo cinco meses consecutivos o período é caracterizado como La Niña, assim variações de até 0,5 graus na temperatura das águas do Oceano Pacífico são consideradas normais.

Os dados de intensidade dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña (QUADRO 2) foram obtidos do Serviço Climatológico

Nacional dos Estados Unidos (NOAA - *National Weather Service*).

DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Utilizou-se neste estudo 92 estações pluviométricas (FIGURA 3) cujos dados diários de precipitação pluvial máxima diária utilizados neste estudo foram obtidos da Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA) e da CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

/ Serviço Geológico do Brasil). Estes dados diários de precipitação máxima diária (média das máximas diárias de cada ano em todo o Estado do MS) correspondem a uma série histórica de 30 anos (1977 a 2006) e foram compilados, consistidos, organizados e tratados estatisticamente, com informação diária, mensal, anual e sazonal.

REGRESSÃO LINEAR E POLINOMIAL

São métodos para se estimar a condicional de uma variável Y, dados os valores de algumas outras variáveis X. A regressão, em geral, trata da questão de se estimar um valor condicional esperado. Em muitas situações, uma relação linear pode ser válida para sumarizar a

Ano	Índice Niño no Oceano Pacífico												Média
	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	
1977	0,6	0,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5
1978	0,7	0,4	0	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2
1979	-0,1	0	0,1	0,1	0,1	-0,1	0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2
1980	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0	-0,1	-0,1	0	-0,1	0,1
1981	-0,3	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,3
1982	0	0,1	0,1	0,3	0,6	0,7	0,7	1	1,5	1,9	2,2	2,3	1
1983	2,3	2	1,5	1,2	1	0,6	0,2	-0,2	-0,6	-0,8	-0,9	-0,7	0,5
1984	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,3	-0,6	-0,9	-1,1	-0,5
1985	-0,9	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4	-0,6
1986	-0,5	-0,4	-0,2	-0,2	-0,1	0	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2	0,3
1987	1,2	1,3	1,2	1,1	1	1,2	1,4	1,6	1,6	1,5	1,3	1,1	1,3
1988	0,7	0,5	0,1	-0,2	-0,7	-1,2	-1,3	-1,2	-1,3	-1,6	-1,9	-1,9	-0,8
1989	-1,7	-1,5	-1,1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,6
1990	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
1991	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1	0,9	0,9	1	1,4	1,6	0,8
1992	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2	0,8	0,5	0,2	0	-0,1	0	0,2	0,8
1993	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,5
1994	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	1,2	1,3	0,6
1995	1,2	0,9	0,7	0,4	0,3	0,2	0	-0,2	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7	0,1
1996	-0,7	-0,7	-0,5	-0,3	-0,1	-0,1	0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3
1997	-0,4	-0,3	0	0,4	0,8	1,3	1,7	2	2,2	2,4	2,5	2,5	1,3
1998	2,3	1,9	1,5	1	0,5	0	-0,5	-0,8	-1	-1,1	-1,3	-1,4	0,1
1999	-1,4	-1,2	-0,9	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9	-0,9	-1	-1,1	-1,3	-1,6	-1,1
2000	-1,6	-1,4	-1	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7
2001	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0	-0,1	-0,1	-0,1
2002	-0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,3	1,5	1,4	0,8
2003	1,2	0,9	0,5	0,1	-0,1	0,1	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5
2004	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6
2005	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	-0,1	-0,4	-0,7	0,2
2006	-0,7	-0,6	-0,4	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,1	1,1	0,3

QUADRO 2 – Índice oceânico El Niño e La Niña para o período histórico estudado.
Fonte: Golden Gate Weather Services (2008).

associação entre as variáveis Y e X . Já a regressão polinomial tende a descrever o caminhar da evolução da variável dependente Y conforme as modificações da variável X . A regressão linear e polinomial é, respectivamente, descrita como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \quad (1)$$

$$Y = \beta_6 X^6 + \beta_5 X^5 + \dots + \beta_1 X + \beta_0 \quad (2)$$

em que, Y é a variável linear dependente; $\beta_6, \beta_5, \dots, \beta_1$, e β_0 são os coeficientes da regressão; X é a variável independente.

VERIFICAÇÃO ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Através da estatística descritiva, podemos ter características essenciais para a formação de histograma de frequências relativas de uma amostra de dados hidrológicos (Naghetini & Pinto, 2007). Para este estudo foram calculadas as seguintes medidas de tendência central e de dispersão.

• Medidas de tendências centrais

A média é a medida de posição mais frequentemente usada e tem um significado teórico importante na estimativa de amostras. É calculada pela seguinte fórmula:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + \dots + X_n}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

em que, \bar{X} é a média; N é o tamanho da amostra e X_i até X_n são os somatórios da amostra.

A mediana é uma medida de posição mais resistente do que a média, por ser imune à eventual presença de valores extremos discordantes na amostra. É calculada pela equação:

$$X_{med} = \frac{X_{\frac{N}{2}} + X_{(\frac{N}{2}+1)}}{2} \quad (4)$$

em que, X_{med} é a mediana; N é o tamanho da amostra e X é a posição da amostra.

• Medidas de dispersão

O desvio padrão é fortemente influenciado pelos menores e maiores desvios, constituindo-se na medida de dispersão mais frequentemente usada. É calculado pela seguinte expressão:

$$S = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (5)$$

em que, N é o tamanho da amostra; X_i é o valor de cada amostra e \bar{X} é a média.

Utilizando-se as medidas de tendência central e de dispersão podem-se verificar analiticamente os parâmetros, e observar se as amostras são diferentes ou semelhantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se para o mês de janeiro (FIGURA 4) um acréscimo da precipitação durante os episódios de El Niño que aconteceu em fortes intensidades. Já a La Niña teve pouca interferência na precipitação do mês de janeiro. A maior precipitação observada foi de 77,1 mm (1983), para um valor de El Niño de 2,3°C, o maior registrado no mês. A menor precipitação (42,4 mm) ocorreu no ano de 1992 durante um episódio de La Niña, o segundo mais forte do mês (-1,6°C).

No mês de fevereiro (FIGURA 5) constata-se um aumento pouco significativo da precipitação tanto na ocorrência do El Niño quanto da La Niña. Na ocorrência da menor precipitação (35,3 mm) do mês de fevereiro (1978) não havia ocorrência dos fenômenos em estudo, assim com na maioria das precipitações do mês de fevereiro; contudo a maior precipitação (60,4

mm) aconteceu sob influência da segunda maior La Niña (-1,4°C), no ano de 2000. Na fase mais forte do El Niño (2,0°C) registro-se uma precipitação de 42,9 mm (1987).

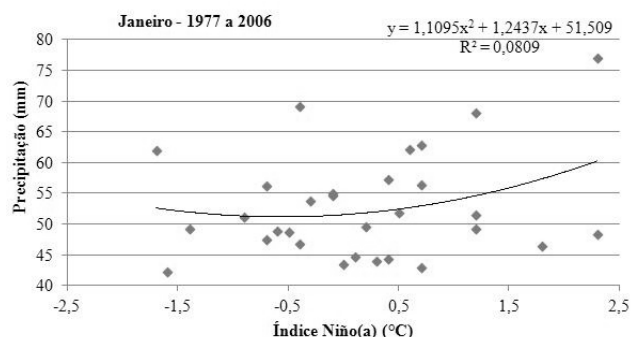


FIGURA 4 - Dispersão em janeiro da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

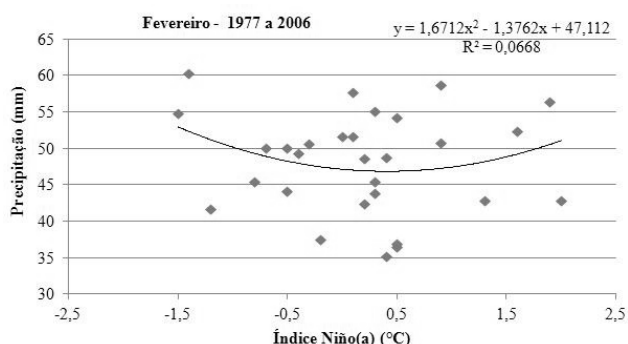


FIGURA 5- Dispersão em fevereiro da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

Para o mês de março (FIGURA 6) observa-se um acréscimo considerável da precipitação na ocorrência dos fenômenos, destaque para a La Niña. O Índice Niño(a) variou entre -1,1°C e 1,5°C. A maior parte das precipitações se deu sem a influência dos fenômenos El Niño e La Niña, inclusive a maior precipitação (64,5 mm) e a menor precipitação (36,6 mm) registradas para o mês de março nos anos de 1982 e 1997, respectivamente.

No mês de abril (FIGURA 7) o fenômeno da La Niña não foi intenso, porém observou-se um pequeno decréscimo da precipitação durante

sua ocorrência e um acréscimo da precipitação na ocorrência do El Niño. Mais da metade das precipitações não estavam sob influência de nenhum dos fenômenos, o que vale também para a mínima precipitação registrada, 13,9 mm (2002). Durante a fase mais forte do fenômeno El Niño (1,4°C) aconteceu a segunda maior precipitação para o mês de abril, 58,2 mm. Com uma intensidade de -0,8°C o fenômeno La Niña, ocasionou precipitações de 33,4 mm e 35,0 mm em 1989 e 2000, respectivamente.

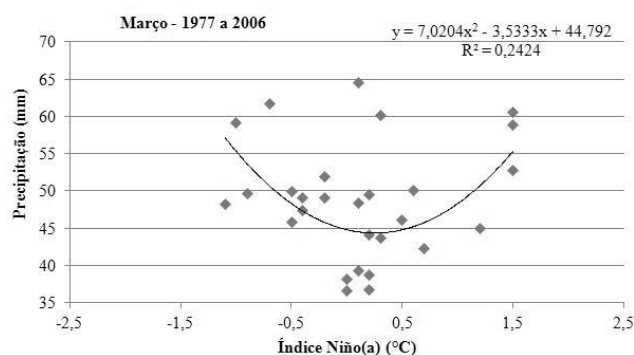


FIGURA 6 - Dispersão em março da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

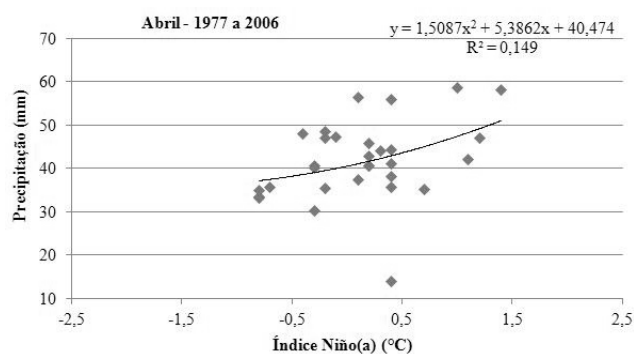


FIGURA 7 - Dispersão em abril da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

A maior intensidade da La Niña para o mês de maio (FIGURA 8) foi de -0,8°C (Intensidade Fraca) caracterizando uma diminuição da precipitação durante sua ocorrência. O fenômeno El Niño em intensidades de até 1,2°C

influenciou no aumento da precipitação e na ocorrência da maior precipitação (56,9 mm) do mês de maio. A menor precipitação (10,2 mm) se deu no ano de 1981 e não teve influência dos fenômenos El Niño e La Niña.

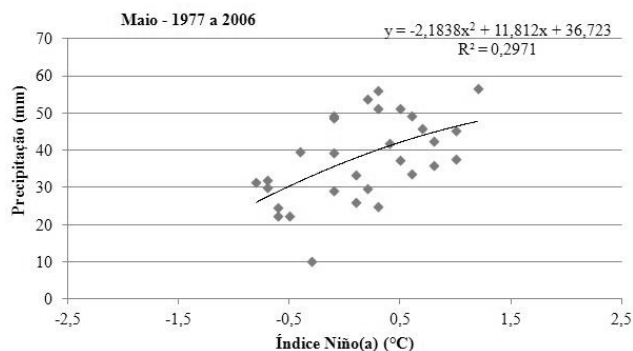


FIGURA 8 - Dispersão em maio da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

O El Niño e a La Niña no mês de junho (FIGURA 9) aconteceram em intensidades moderadas. Na ocorrência dos dois fenômenos observou-se um aumento na precipitação, maior durante o El Niño, o qual provocou a maior precipitação para o mês de junho, 55,8 mm (1997). Em sua fase mais intensa (-1,2°C) o fenômeno La Niña ocasionou uma precipitação de 10,6 mm (1988). A não ocorrência de fenômenos provocou a menor precipitação do mês, 2,3 mm (1979).

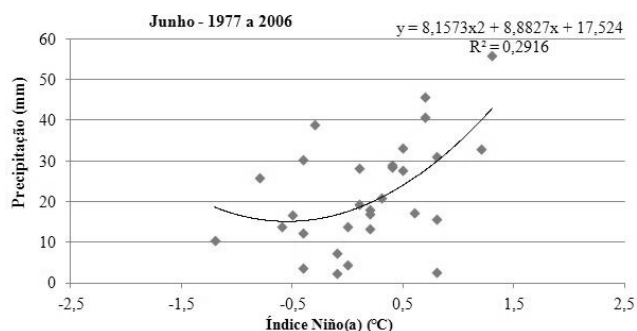


FIGURA 9 - Dispersão em junho da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

No mês de julho (FIGURA 10) as relações entre El Niño, La Niña e precipitação foram inversamente proporcionais. Enquanto as intensidades dos fenômenos aumentaram as precipitações diminuíram, principalmente durante a La Niña. As precipitações do mês do mês de julho se concentraram durante a não ocorrência de fenômenos, contudo a máxima precipitação (46,1 mm; 2002) e a mínima precipitação (0,0 mm; 1988) aconteceram durante episódios de El Niño (0,9°C) e La Niña (-1,3°C), respectivamente. Com uma intensidade máxima de 1,7°C (intensidade forte), o fenômeno El Niño provocou uma precipitação de 5,7 mm (1997).

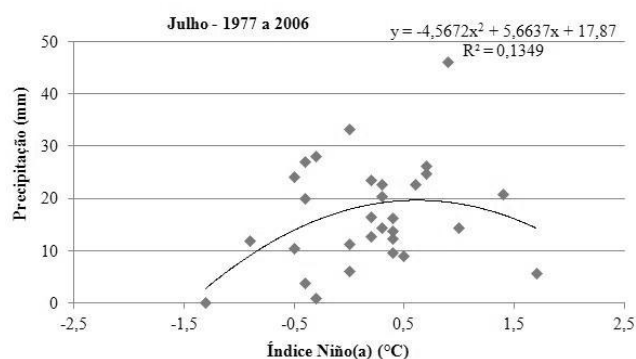


FIGURA 10 - Dispersão em julho da Precipitação Máxima Diária em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

Durante o mês de agosto (FIGURA 11) os fenômenos aconteceram com intensidades significativas, contudo pouco interferiu nas precipitações, observando-se apenas um pequeno decréscimo das mesmas. Assim como a maioria das precipitações, a precipitação máxima no mês de agosto (50,5 mm; 1989) não esteve sob influência de nenhum dos fenômenos. Porém a menor precipitação (0,0 mm) registrada para este mês aconteceu durante um episódio de La Niña (-0,9°C), no ano de

1999. Com uma intensidade de $2,0^{\circ}\text{C}$ (intensidade forte) o fenômeno El Niño provocou uma precipitação de 20,1 mm (1997).

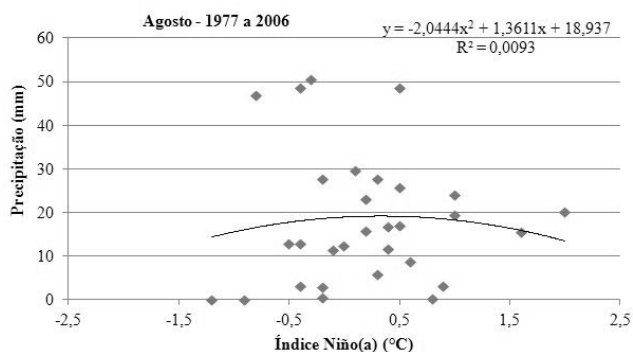


FIGURA 11 - Dispersão em agosto da Precipitação Máxima Diária em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

No mês de setembro (FIGURA 12) aconteceu algo parecido com o mês de agosto, porém o decréscimo das precipitações foram maiores. A menor precipitação (10,6 mm) deste mês se deu durante o fenômeno La Niña ($-1,3^{\circ}\text{C}$), no ano de 1988. Já o fenômeno El Niño em sua intensidade máxima ($2,2^{\circ}\text{C}$) ocasionou uma precipitação de 35,0 mm (1997). A maior precipitação (66,5 mm) não esteve sob influência dos fenômenos.

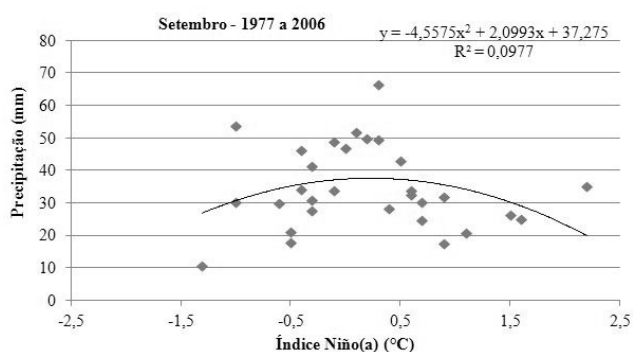


FIGURA 12 - Dispersão em setembro da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

Durante o mês de outubro (FIGURA 13) a La Niña aconteceu com intensidades médias e o El Niño com intensidades elevadas, mas nenhum interferiu consideravelmente na precipitação,

observou-se apenas um pequeno acréscimo durante o El Niño. Tanto a menor (23,3 mm) quanto à maior precipitação (58,6 mm) para o mês de outubro aconteceu durante o fenômeno El Niño, 1977 e 1987, respectivamente. Com uma intensidade de $-1,6^{\circ}\text{C}$, o fenômeno La Niña provocou uma precipitação de 52,9 mm (1988), quantidade bem próxima da precipitação ocasionada pelo El Niño ($2,4^{\circ}\text{C}$) mais intensa do mês no período de 24 horas, 50,4 mm (1997).

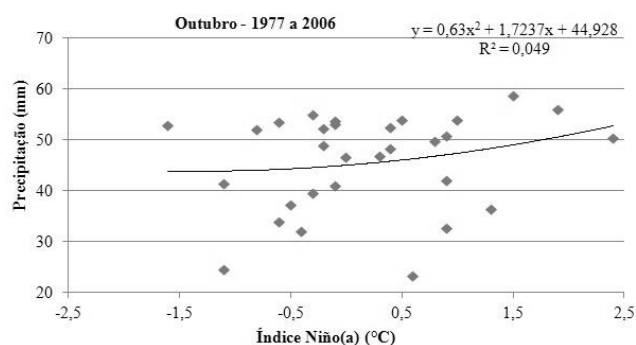


FIGURA 13 - Dispersão em outubro da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.

Elaborado pelos autores.

Tanto o El Niño quanto a La Niña tiveram seus índices intensificados durante o mês de novembro (FIGURA 14). Observando-se uma diminuição da precipitação na ocorrência da La Niña, enquanto que durante o El Niño a linha de tendência manteve-se praticamente estável. Em sua fase mais intensa o fenômeno El Niño ($2,5^{\circ}\text{C}$) provocou uma precipitação de 55,8 mm (1997), enquanto que a La Niña com uma intensidade máxima de $-1,9^{\circ}\text{C}$ ocasionou uma precipitação de 38,6 mm (1988). A maior precipitação não esteve sob influência de nenhum dos fenômenos, contudo a maior precipitação (83,2 mm) aconteceu durante um El Niño de $1,3^{\circ}\text{C}$ (1987).

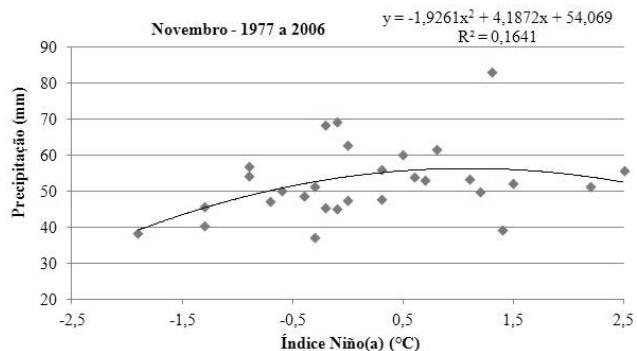


FIGURA 14 - Dispersão em novembro da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.
Elaborado pelos autores.

Os índices do El Niño e da La Niña mantiveram-se dentro do mesmo intervalo do mês de novembro para o mês de dezembro (FIGURA 15), porém a parábola se inverteu. Dessa forma constatou-se que a precipitação cresceu na ocorrência dos dois fenômenos. O acréscimo foi maior durante o El Niño, que em sua intensidade mais forte (2,5°C) ocasionou a maior precipitação do mês, 78,0 mm (1997). Com uma intensidade máxima de -1,9°C o fenômeno La Niña provocou uma precipitação de 47,8 mm (1988). A menor precipitação registrada foi de 29,9 mm (1985) e não sofreu influência dos fenômenos, assim como a maioria das precipitações do mês de dezembro.

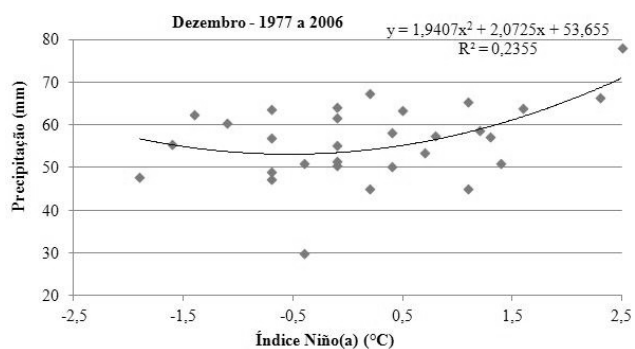


FIGURA 15 - Dispersão em dezembro da Precipitação Máxima Diária Média em relação ao Índice Niño(a) do período.
Elaborado pelos autores.

No período de 1977 a 2006 (FIGURA 16) o Índice Niño(a) médio variou entre -1,1°C e

1,3°C, variações consideradas moderadas. Observa-se que as precipitações máximas diárias extremas de cada ano do período têm relação com o fenômeno El Niño ou La Niña. No geral as precipitações máximas diárias extremas de cada ano cresceram nos episódios de El Niño e pouco variaram nos episódios de La Niña. O maior Índice Niño médio teve intensidade de 1,3°C e foi registrado no ano de 1987 e 1997, nos quais se registraram as maiores precipitações máximas diárias do período, 83,2 mm e 78,0 mm, respectivamente. Já o mais forte Índice Niña médio (-1,1°C) foi registrado em 1999, ano no qual a maior precipitação máxima diária do período registrada foi de 55,5 mm. No ano de 1988 se deu a menor precipitação máxima diária do período (54,3 mm) com um Índice Niña médio de 0,8°C (intensidade mais fraca num período de 24 horas).

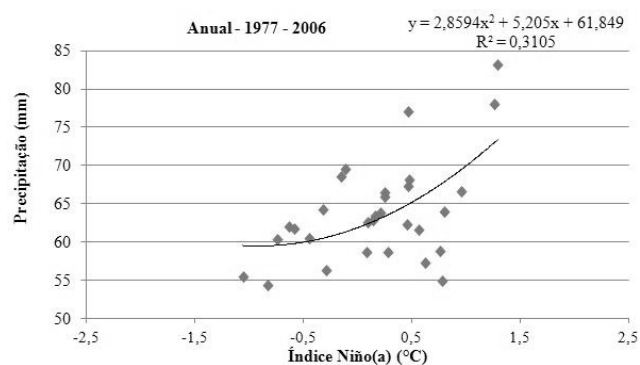


FIGURA 16 - Dispersão da Precipitação Máxima Diária Anual em relação ao Índice Niño(a) do período.
Elaborado pelos autores.

De acordo com a Figura 17 dentro do período estudado (1977-2006) o El Niño aconteceu com maior intensidade no ano de 1997 (variação de 2,5°C na temperatura) e a La Niña ocorreu com maior intensidade no ano 1988 (variação de -1,9°C na temperatura). As variações positivas de temperatura (fenômeno

Influência do Niño(a) na Precipitação Máxima Diária Média no período de 1977 a 2006

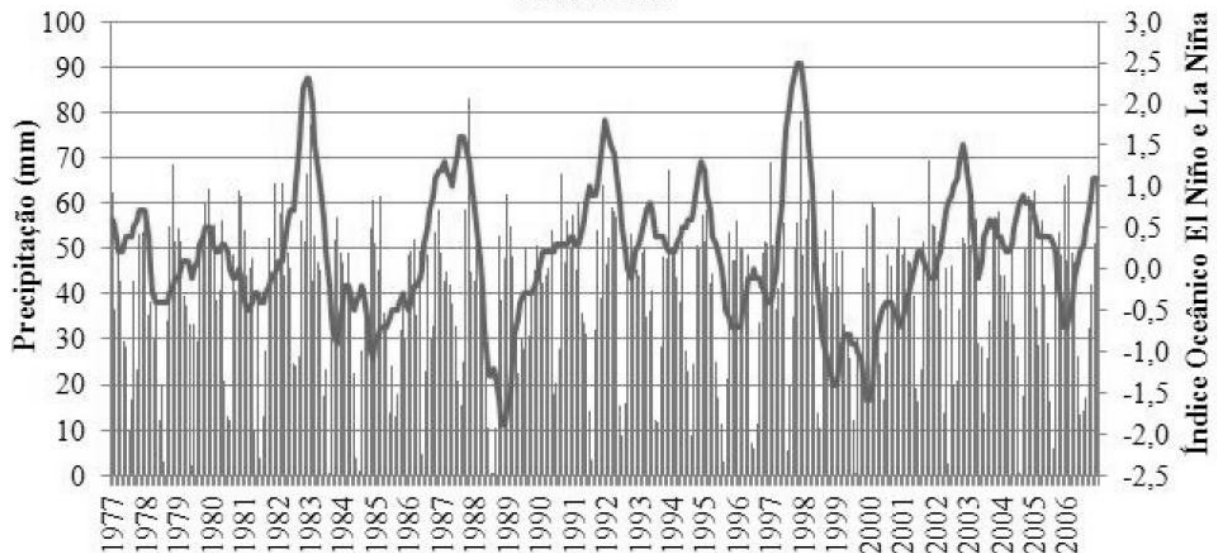


FIGURA 17 - Influência do Índice Niño(a) na Precipitação Máxima Diária Média do período. Elaborado pelos autores.

Estatística	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Máximo	77,1	65,9	64,5	58,5	56,9	55,8	46,1	50,5	66,5	58,6	83,2	78,0	553,7
Média	52,9	48,8	47,7	41,7	37,8	21,9	17,0	18,1	34,6	45,8	52,7	56,3	475,3
Mediana	50,3	49,7	48,3	40,9	37,7	18,6	15,3	15,7	32,2	49,3	51,4	57,1	479,5
Mínimo	42,3	35,3	28,8	13,9	10,2	2,3	0,0	0,0	10,6	23,3	37,4	29,9	384,8
Desvio Padrão	8,6	7,5	8,7	9,2	11,6	13,3	10,0	15,0	12,7	9,5	9,8	9,1	43,8

TABELA 1 - Análise estatística da precipitação máxima diária do Estado de Mato Grosso do Sul.

Elaborado pelos autores.

El Niño) são mais freqüentes que as variações negativas (fenômeno La Niña), além disso, as grandes precipitações coincidem com índices elevados de El Niño.

Na análise estatística (TABELA 1) verifica-se que a maior precipitação máxima diária do Estado do Mato Grosso do Sul foi obtida no mês de novembro (83,2 mm) de 1987, quando o Índice Niño estava em 1,3°C (FIGURA 14). A tendência central (média), que é o centro de um grupo de números em uma distribuição estatística, para os valores de precipitação máxima diária, mostrou uma maior proximidade com os valores máximos nos meses chuvosos (outubro a abril) em relação aos

meses secos, que tiveram maior proximidade com os valores mínimos. Nos meses mais úmidos, verifica-se que a mediana ficou muito próxima da média e se distanciando da mesma nos meses mais secos. A medida do grau de dispersão dos valores em relação ao seu valor médio mostra que, em média, nos meses de maior precipitação máxima diária o desvio padrão foi menor que nos meses com menores valores. O maior desvio padrão foi obtido no mês de agosto (15,0), considerado mês seco, e o menor desvio padrão (7,5) foi obtido no mês de fevereiro, considerado mês úmido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria das precipitações máximas diárias do período de 1977 a 2006 apresentaram alguma variação conforme a intensidade de algum dos fenômenos em estudo. Uma análise mais voltada para as precipitações extremas do período observa-se que o fenômeno El Niño está mais associado às precipitações acima da média, enquanto que a La Niña está associada às precipitações abaixo da média. Assim pode-se constatar que os fenômenos El Niño e La Niña têm grande interferência nas precipitações máximas diárias para o Estado de Mato Grosso do Sul.

Outro fator culminante, para atestar que os fenômenos El Niño e La Niña causam efeitos evidentes nas precipitações do Estado de Mato Grosso, é o fato de que na maior parte dos meses as curvas de tendência foram de seção cônica (curvas parábolas) acentuadas caracterizando acréscimo ou decréscimo da precipitação dentro do período em estudo. Porém as curvas são mais intensificadas durante episódios de El Niño, levando a conclusão de que o fenômeno El Niño causa mais impactos do que o fenômeno La Niña nas precipitações do Estado de Mato Grosso do Sul.

NOTAS

ⁱ Os autores agradecem à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), empresa pública de pesquisa do Ministério de Minas e Energia, pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

ⁱⁱ Engenheiro Agrônomo; Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP); Pesquisador em Geociências na área de Engenharia Hidrológica da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Serviço Geológico do Brasil, do Ministério de Minas e Energia.

E-mail: fmarcuzzo@gmail.com

ⁱⁱⁱ Graduanda em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG).

E-mail: nayhara_lo@hotmail.com

REFERÊNCIAS

DUFEK, A. S.; AMBRIZZI, T. Precipitation variability in São Paulo State, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 93, pp.167-178, 2008.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. *ENSO Years based on Oceanic Niño Index (ONI)*. Disponível em: <<http://ggweather.com/enso/oni.htm>>. Acesso em 15 de novembro de 2008.

MORAES NETO, J. M.; BARBOSA, M. P.; ARAUJO, A. E. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online], vol.11, n.1, pp.61-66. 2007.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N.; VIANELLO, R. L. Influência da La Niña na estação chuvosa da região sudeste do Brasil. *Rev. bras. meteorol.*, vol.22, n.3, pp.345-353, 2007.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, pp.1633-1644, 2007.

SILVA, A. P. N.; MOURA, G. B. A.; GIONGO, P. R.; MEDEIROS, S. R. R. Correlação entre as Temperaturas da Superfície do Mar e a quantidade da precipitação na estação chuvosa no Nordeste do estado de Pernambuco. *Rev. bras. meteorol.*, vol.26, n.1, pp.149-156, 2011.

SANTOS, C. A. C.; MANZI, A. O. Eventos extremos de precipitação no estado do Ceará e suas relações com a temperatura dos oceanos tropicais. *Rev. bras. meteorol.*, vol.26, n.1, pp.157-165, 2011.