



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Tendência do Número de Dias de Chuva no Estado do Mato Grosso do Sul e Sua Relação com o Fenômeno ENOS

Francisco F. N. Marcuzzo¹, Nayhara de L. Oliveira², Murilo R. D. Cardoso³

¹ Eng^o, Dr., Pesquisador em Geociências, CPRM/SGB - Serviço Geológico do Brasil – Ministério de Minas e Energia - Rua Banco da Província, nº105 - Santa Tereza - CEP 90840-030, Tel.:(51) 3406-7324 – Porto Alegre/RS. francisco.marcuzzo@cprm.gov.br; ²Tecnóloga Ambiental, IFG - Instituto Federal de Goiás - Rua 75, nº 46, Centro - CEP 74055-110. Goiânia/GO. nayhara_lo@hotmail.com; ³ Geógrafo, Mestrando, UFG/IESA - Universidade Federal de Goiás / Instituto de Estudos Sócio-Ambientais – Campus II (Samambaia) - CEP 74001-970 - Goiânia/GO. Telefones: (62) 3521-1077. muriloshinobi@gmail.com.

Artigo recebido em 02/08/2012 e aceito em 17/12/2012

RESUMO

Vários sistemas atmosféricos da América do Sul, com mais de um tipo de regime pluviométrico, convergem no estado do Mato Grosso do Sul. Assim, obtendo-se relevância nos estudos que focam séries históricas pluviométricas de modo a se entender sua tendência utilizando sua correlação com diferentes dados climatológicos. Com o objetivo de analisar a tendência mensal e anual do Número de Dias de Chuva (NDC) no estado do Mato Grosso do Sul, realizou-se um estudo de sua variabilidade extrema e a sua possível correlação com o fenômeno ENOS de intensidade moderada ou forte. Foram utilizadas médias mensais e anuais do NDC das séries históricas de dados pluviométricos obtidos da Rede Hidrometeorológica Nacional, da Agência Nacional de Águas e do Serviço Geológico do Brasil. A série histórica utilizada foi de 30 anos (1977 a 2006). Para o tratamento estatístico calculou-se as médias temporais do número de dias com precipitação de 92 estações pluviométricas distribuídas no estado do Mato Grosso do Sul. Observou-se que apenas o mês de outubro apresentou tendência de aumento do NDC, para a série histórica estudada, ficando os outros meses e a média geral anual, com tendência de decréscimo no NDC do estado Sul-Mato-Grossense. Como resultados são apresentados gráficos com as tendências de NDC para cada mês e anual, correlacionados com a intensidade do ENOS, além do histograma mensal com a média de 30 anos e para cada uma das três décadas.

Palavras-chave: NDC, El Niño, precipitação pluviométrica.

Trend in Number of Days of Precipitation in the State of Mato Grosso do Sul and Its Relationship with ENSO Phenomenon

ABSTRACT

Several weather systems in South America, with more than one type of rainfall, converge in the state of Mato Grosso do Sul. Thus, obtaining relevant in studies that focus on historical rainfall series in order to understand its trend using its correlation with different climatological data. In order to analyze the trend of monthly and annual Number of Days of Precipitation (NDP) in the state of Mato Grosso do Sul, there was a study of its variability and correlation with ENSO. We used monthly and annual averages of the NDP of the time series of rainfall data obtained from the National Hydrometeorological Network, the National Water Agency and the Geological Survey of Brazil. The series used was 30 years (1977-2006). The statistic calculated the mean time the number of days with rainfall of 92 rainfall stations distributed in the state of Mato Grosso do Sul was observed that only the month of October tended to increase the NDP for the series studied, leaving the other months and the average annual general decreasing trend with NDP in the state of Mato Grosso do Sul. Results are presented in graphical trends NDP for each month and year, correlated with the intensity of ENSO, and the histogram with the monthly average of 30 years and for each of three decades.

Keywords: NDP, El Niño, rainfall.

1. Introdução

A análise e o diagnóstico da tendência do Número de Dias de Chuva (NDC) são de

relevante importância para estudos relacionados à hidrologia, climatologia e meteorologia.

* E-mail para correspondência: francisco.marcuzzo@cprm.gov.br (Marcuzzo, F. F. N.).

As incertezas hidrológicas, como o NDC, as variações das demandas e o grande

número de variáveis representativas dos processos físicos, químicos e biológicos, conferem elevado nível de complexidade à análise dos sistemas de recursos hídricos (Carvalho et al., 2009).

Araújo et al. (2001), em um estudo de precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, estado de Roraima, observaram que, além do conhecimento da precipitação pluvial, é importante conhecer o balanço hídrico climático, o qual indica a disponibilidade de água para as plantas em dado tipo de solo.

Em um estudo sobre distribuição espacial de chuvas no Mato Grosso do Sul, Marcuzzo e Costa (2012) verificaram que a média total pluvial se distribui desigual no território do Mato Grosso do Sul, separado por três unidades fisiográfica, bioma cerrado, pantanal e mata atlântica. Assim, é observado que para o bioma cerrado, o de maior ocorrência no estado, acumula a ocorrência de 35% de toda a precipitação média para o período histórico estudado. O pantanal, localizado a oeste do estado, fica com um total de pluviosidade de 27% da série histórica utilizada. A mata atlântica registra, 37% da precipitação do estado.

Furlan 2009, em variabilidade temporal e espacial das chuvas e do balanço hídrico no estado de Rondônia, estudou os efeitos que a mudança na cobertura vegetal pode ter sobre a dinâmica climática e pluviométrica dessa região, com o objetivo de verificar se os atuais índices de desmatamento em Rondônia, ocorridos nos últimos 30 anos, são suficiente

para contribuir para a modificação do regime hídrico e pluviométrico. Para este estudo utilizou 29 postos pluviométricos, com dados obtidos da Agência Nacional das Águas, concluindo que as análises de tendência não identificaram mudanças no regime pluviométrico no período analisado.

Em um estudo sobre a precipitação irregular do nordeste, observou-se a necessidade do monitoramento por meio de emprego de índices climáticos. Com base neles, pode-se desenvolver um sistema de acompanhamento das características dos períodos secos ou chuvosos, obtendo informações anuais, sazonais ou mensais, com as quais se pode conhecer profundamente a climatologia de uma região, e verificar os impactos que o clima global causa sobre a distribuição pluviométrica local, ou seja, a regionalização da precipitação para determinado local (Da Silva, 2009).

Santos et al. (2009), em um estudo de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) de chuvas para o estado do Mato Grosso do Sul, observaram que a relação IDF de chuvas intensas, tem sido usada como ferramenta importante na previsão de eventos extremos empregados na elaboração de obras de drenagem, nos mais diversos campos da engenharia. No mesmo estudo relataram a grande variabilidade de valores de intensidade de precipitação observada nas regiões do estado, o qual evidencia a necessidade de consideração das informações locais para a realização de estudos e projetos hidráulicos,

interferindo na segurança no dimensionamento e nos custos da obras.

Modelos matemáticos têm sido aplicados à descrição de fenômenos naturais, por se tratarem de abstrações da realidade encontrada, uma tentativa de representação de uma ou todas as propriedades de um fenômeno, sistema ou objeto, que tem como propósito compreender melhor a resposta de processos, a partir de observações realizadas ou mesmo deduzir efeitos (Tucci, 2004).

Com todas as abordagens descritas anteriormente, verifica-se a escassez de estudos sobre a tendência do NDC, portanto, este estudo tem como objetivo principal analisar a variação e a tendência mensal e anual do NDC no estado do Mato Grosso do Sul; e a possível relação dos máximos e mínimos NDC com o moderado ou forte aquecimento ou esfriamento

das águas do Oceano Pacífico.

2. Material e Métodos

O Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1), que está localizada na região centro-oeste do Brasil, possui uma área total de 357.124,33 km² e perímetro de 3.663,36 km e possui 78 municípios sendo que o maior território municipal do Estado (IBGE, 2010) pertence ao município de Corumbá (área de 64.923,23 km² e perímetro de 1.812,74 km) e o menor, o município de Douradina (área de 278,94 km² e perímetro de 75,94 km). Segundo dados do IBGE (2010), toda a população residente nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul somam 357.145,83 pessoas, sendo que a maior densidade populacional pertence ao município de Campo Grande, com 97,22 habitantes.km⁻² (Figura 1).

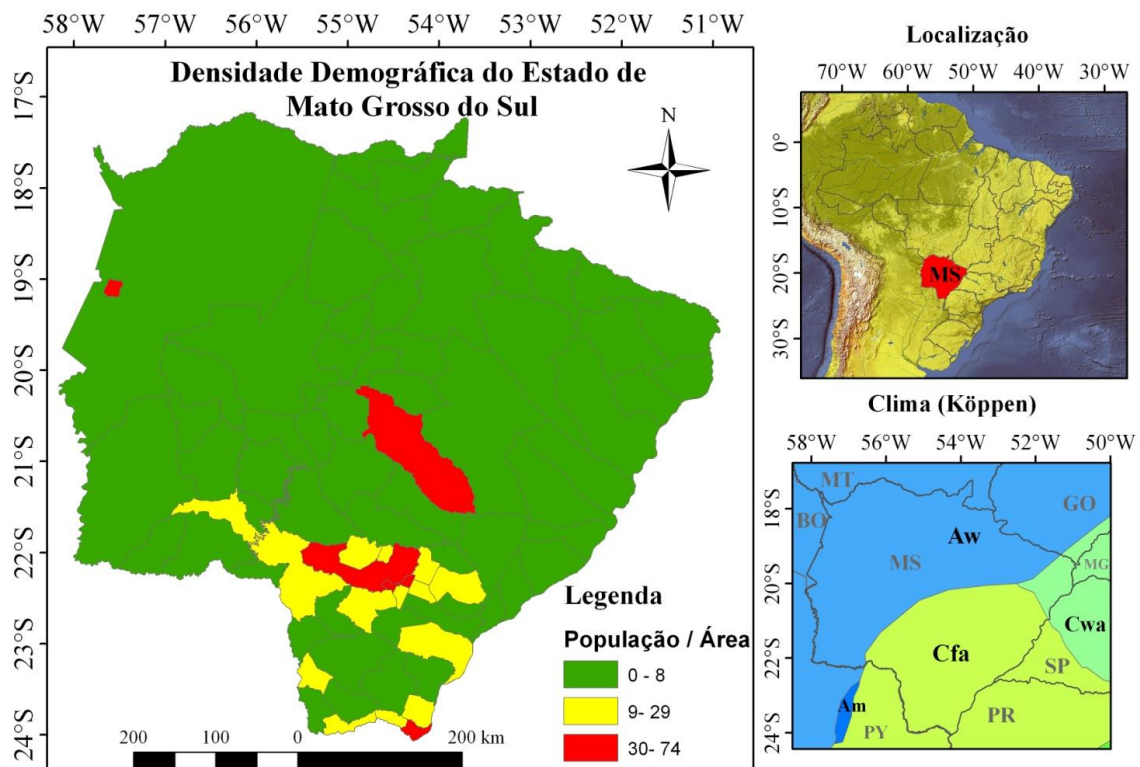


Figura 1. Densidade de habitantes por quilômetro quadrado, clima e localização no Estado de Mato Grosso do Sul.

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 Temperado úmido com verão quente (Cfa) e a leste é o Temperado 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).

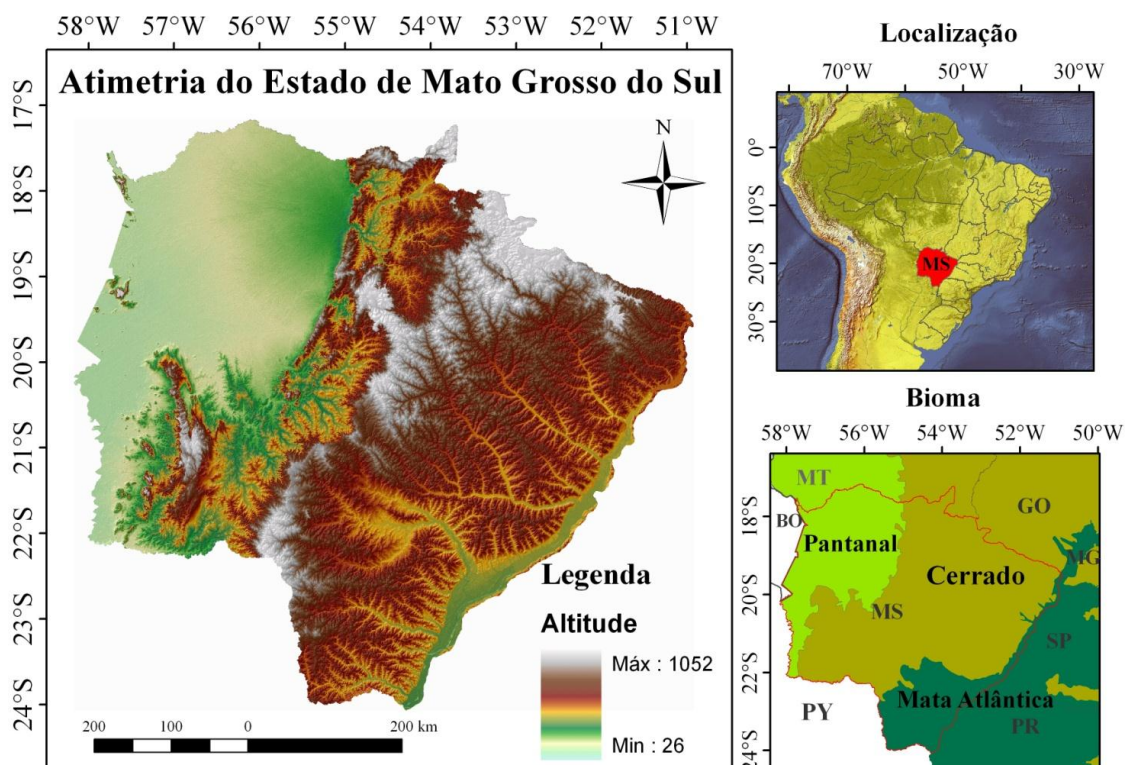


Figura 2. Relevo, altimetria, localização e biomas do estado do Mato Grosso do Sul.

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).

Utilizou-se neste estudo 92 estações pluviométricas (Figura 3) cujos dados de Número de Dias de Chuva 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 NDC correspondem a uma série histórica de 30 anos (1977 a 2006) e foram compilados, consistidos, organizados e tratados estatisticamente, com informação mensal e anual. As tendências do NDC foram obtidas utilizando regressão linear dos dados, utilizando-se planilhas de cálculo.

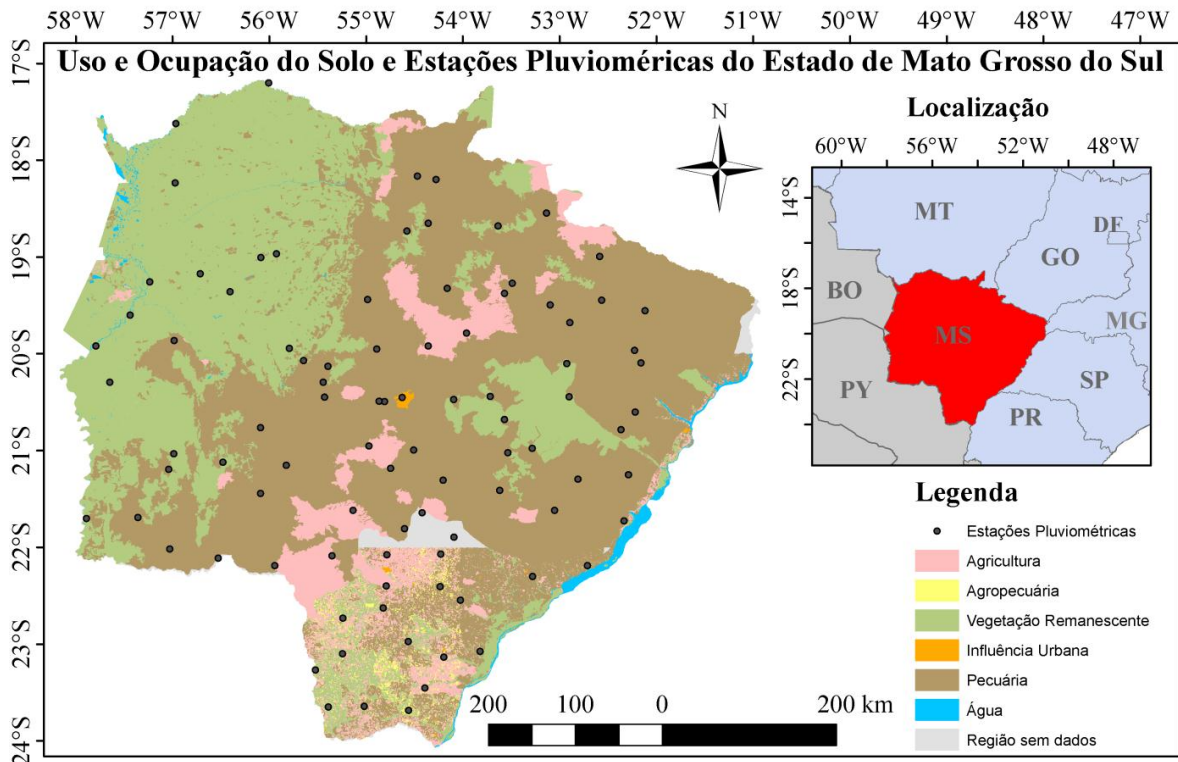


Figura 3. Uso e ocupação do solo, estações pluviométricas e localização do Mato Grosso do Sul.

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. Quando o ION for maior que $+0,5^{\circ}\text{C}$ por no mínimo cinco meses consecutivos o período é caracterizado como El Niño e quando o índice for menor que $-0,^{\circ}\text{C}$ 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. No Quadro 1 e 2 observam-se a intensidade do fenômeno ENOS que foi classificada em classes fraca, moderada e forte utilizando-se a média do ION. Os dados das maiores intensidades dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña na região 3.4 (Quadro 2 e Figura 4), nas coordenadas 5°N a 5°S e 120° a 170°W , foram obtidos do Serviço Climatológico Nacional dos Estados Unidos (NOAA - *National Weather Service*).

Quadro 1. Critérios para classificar a intensidade do fenômeno ENOS usado no estudo.

Evento	Índice Oceânico Niño	Intensidade
El Niño	0,5 a 0,9	Fraca
	1,0 a 1,4	Moderada
	$\geq 1,5$	Forte
La Niña	-0,5 a -0,9	Fraca
	-1,0 a -1,4	Moderada
	$\leq -1,5$	Forte

Fonte: Golden Gate Weather Services (2008).

Quadro 2. Classificação anual da intensidade do fenômeno ENOS 3.4 usado no estudo.

El Niño			La Niña		
Fraco	Moderado	Forte	Fraco	Moderado	Forte
1969	1951	1957	1950	1955	1973
1976	1963	1965	1954	1970	1975
1977	1968	1972	1956	1998	1988
2004	1986	1982	1962	2007	1999
2006	1987	1997	1964		2010
	1991		1967		
	1994		1971		
	2002		1974		
	2009		1984		
			1995		
			2000		
			2011		

Fonte: NOAA - National Weather Service.

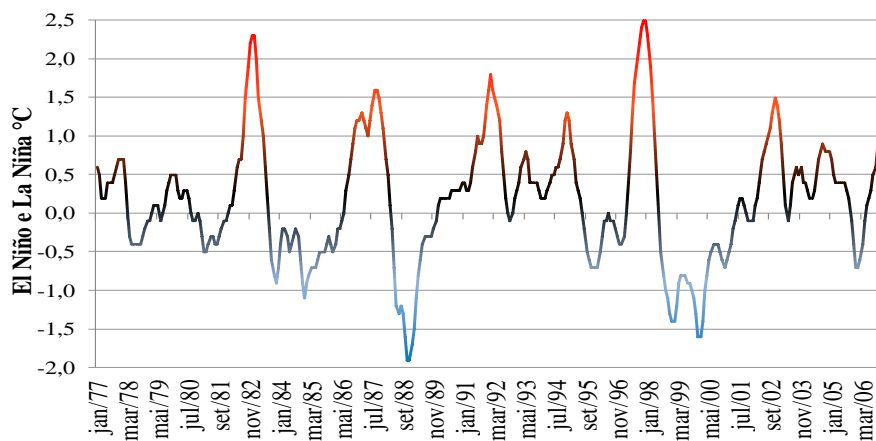


Figura 4. ENOS de 1977 a 2006.

Fonte: NOAA - National Weather Service.

3. Resultados e Discussão

3.1 Tendência do Número de Dias de Chuva Mensais no Mato Grosso do Sul

A distribuição dos Números de Dias de Chuvas das médias mensais, com base nos dados da série histórica de 1977 a 2006, registradas em 92 estações pluviométricas distribuídas no estado do Mato Grosso do Sul, apresenta uma variação significativa.

O maior NDC observado, para o mês de janeiro (Figura 5(a)), foi de 19,8 no ano de 1989, caracterizado pelo final de um período de

La Niña forte (Quadro 2 e Figura 4). O menor foi de 9,3 no ano de 2004, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 53%. Para o período de 1977 a 2006 observou-se uma tendência média de redução do NDC de -10,4% no mês de janeiro.

O maior NDC observado, para o mês de fevereiro (Figura 5(b)), foi de 14,5 no ano de 1989, caracterizado pelo final de um período de La Niña forte (Quadro 2 e Figura 4). O menor foi de 4,7 no ano de 2005, totalizando uma

variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 67,6%. Observou-se uma tendência média de redução do NDC na ordem de -8,2% no mês de fevereiro.

O maior NDC para o mês de março (Figura 5(c)), observado no estado, foi de 15 no ano de 1982 e o menor foi de 5,5 no ano de 2004, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 63,3%. Para o período de 1977 a 2006 observou-se uma tendência média de redução do NDC de -9,1% no mês de março.

O maior NDC para o mês de abril (Figura 5(d)), observado no estado, foi de 9,7 no ano de 1988 e o menor foi de 2,5 no ano de 2002, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 74,2%. Observou-se uma tendência média de redução do NDC de -4,2% no mês de abril.

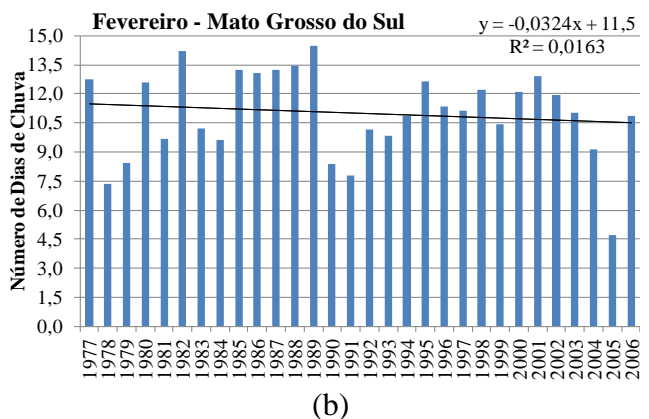
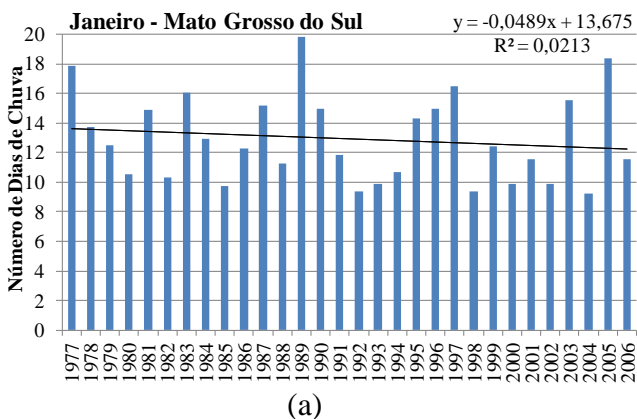
No mês de maio (Figura 5(e)), o maior NDC observado foi de 10,7 no ano de 1981 e o menor foi de 1,3 no ano de 2004, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 87,9%. Para o mês de maio, observou-se uma tendência média de decréscimo do NDC de -25,5%.

No mês de junho (Figura 5(f)), o maior

NDC observado foi de 7,9 no ano de 1997, período que as águas do Oceano Pacífico estavam se aquecendo (Figura 4) para um El Niño forte (Quadro 2). O menor foi de 0,4 no ano de 2002, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 94,9%. Para o mês de junho, no período de 1977 a 2006, observou-se uma tendência média de decréscimo do NDC de -6,4%.

No mês de julho (Figura 6(a)), o maior NDC observado foi de 4,8 no ano de 1979 e o menor foi de 0,6 no ano de 1981, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 87,5%. Para o mês de julho, observou-se uma tendência média de decréscimo do NDC de -9,1%.

Para o mês de agosto (Figura 6(b)), o maior NDC foi de 7,6 no ano de 1986 e o menor foi de 0,1 no ano de 1999 (ano de forte La Niña - Quadro 2 e Figura 4), totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 98,7%. Para o mês de agosto, no período de 1977 a 2006, observou-se uma tendência média de decréscimo do NDC de -18,4%.



continuação

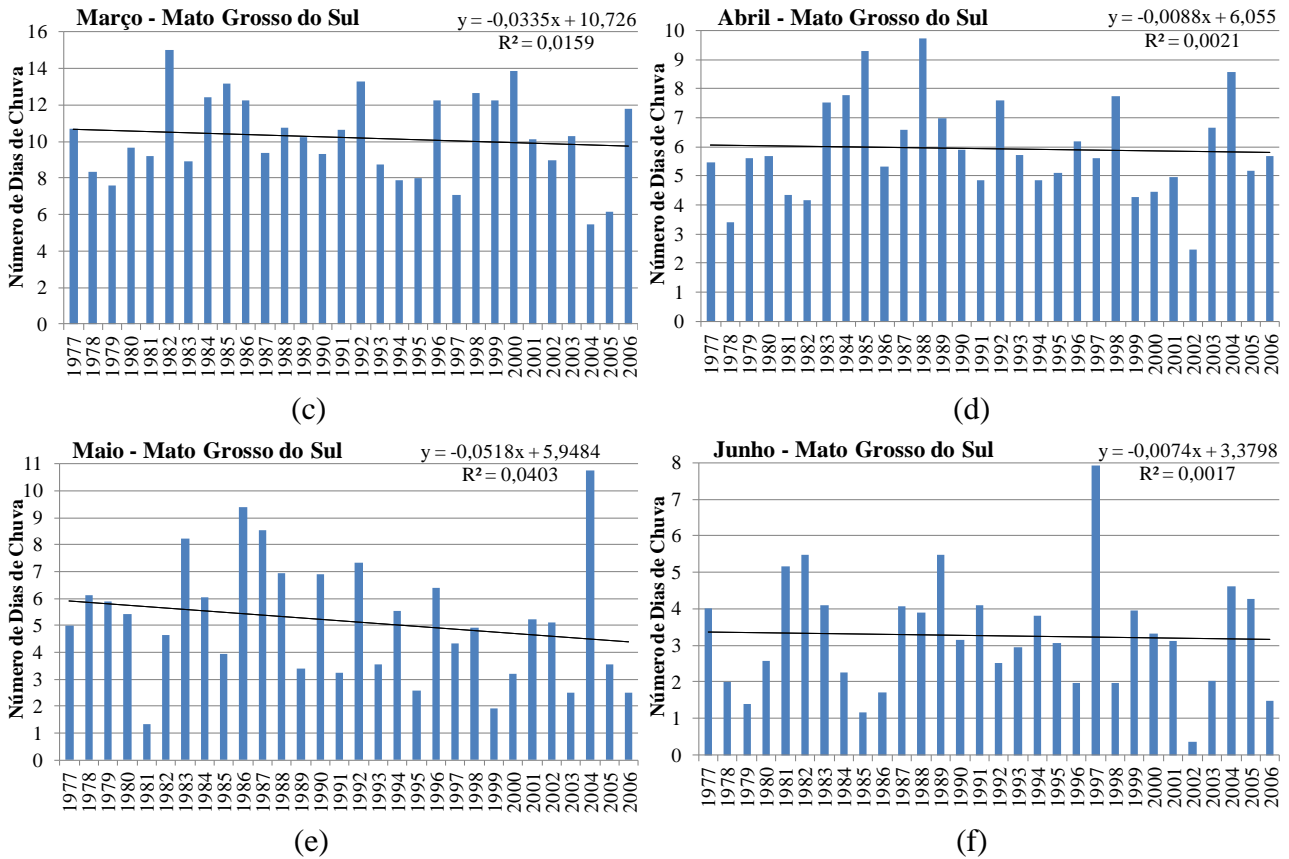
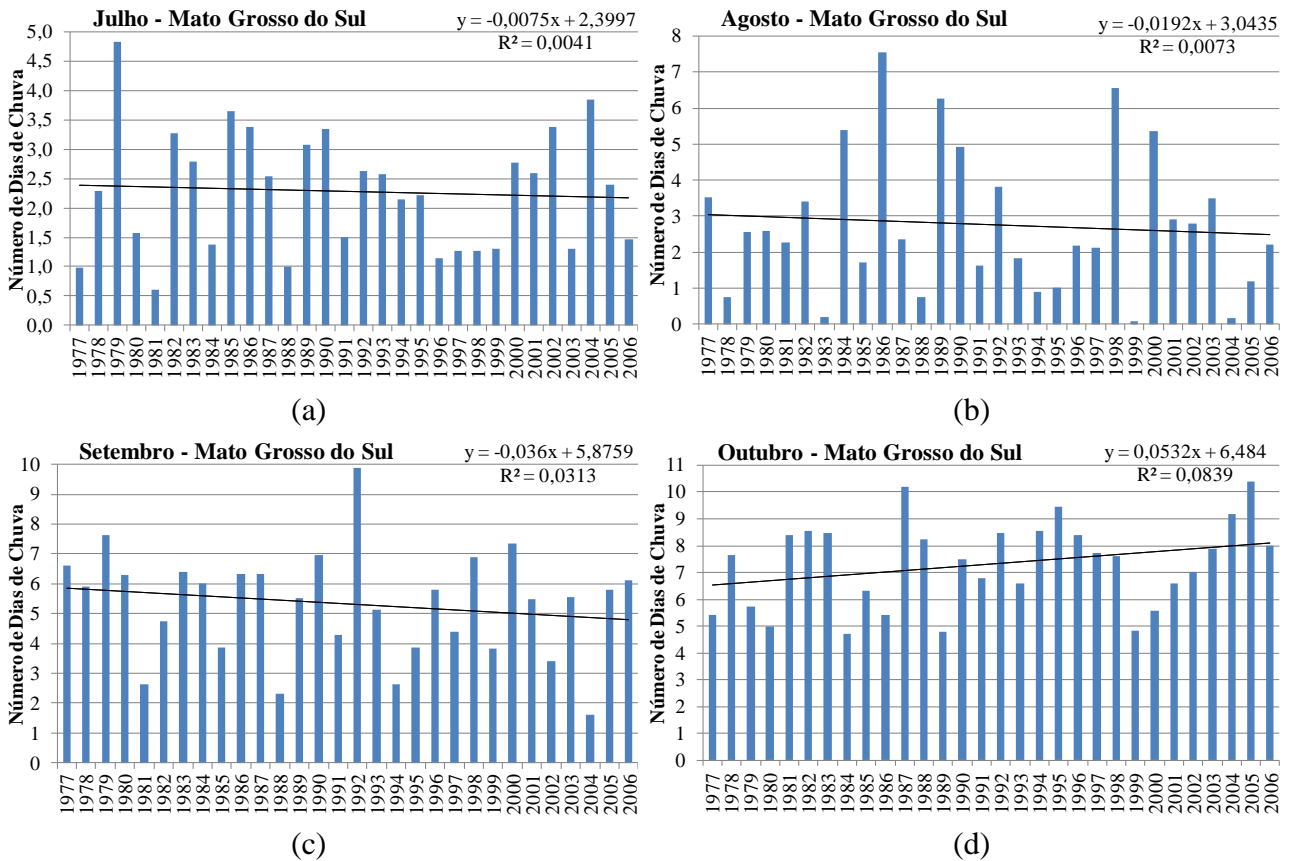


Figura 5. Tendência de NDC nos meses de janeiro (a), fevereiro (b), março (c), abril (d), maio (e) e junho (f) no Mato Grosso do Sul.



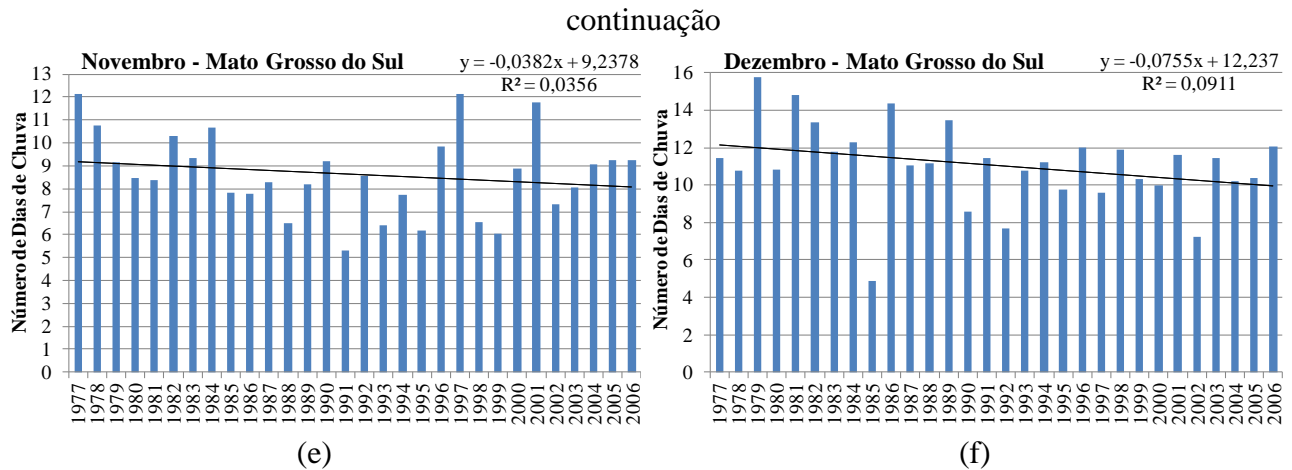


Figura 6. Tendência de NDC nos meses de julho (a), agosto (b), setembro (c), outubro (d), novembro (e) e dezembro (f) no Mato Grosso do Sul.

Para o mês de setembro (Figura 6(c)), o maior NDC observado, no estado do Mato Grosso do Sul, foi de 9,9 no ano de 1992 e o menor foi de 1,6 no ano de 2004, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 83,8%. Para o mês de setembro, no período de 1977 a 2006, observou-se uma tendência média de decréscimo do NDC de -17,9%.

Para o mês de outubro (Figura 6(d)), o maior NDC observado foi de 10,4 no ano de 2005 e o menor foi de 4,7 no ano de 1984, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 54,8%. Para o mês de outubro, no período de 1977 a 2006, observou-se uma tendência média de aumento do NDC de 23,6%.

No mês de novembro (Figura 6(e)), o maior NDC observado foi de 12,1 nos anos de 1977 e 1977 e o menor foi de 5,3 no ano de 1991 (caracterizado por El Niño moderado - Quadro 2 e Figura 4), totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série

histórica estudada, de 56,2%. Para o mês de novembro, no período de 1977 a 2006, observou-se uma tendência média de decréscimo do NDC de -12%.

Para o mês de dezembro (Figura 6(f)), o maior NDC observado foi de 12,1 no ano de 1979 e o menor foi de 4,9 no ano de 1985, totalizando uma variação do maior para o menor NDC, para a série histórica estudada, de 69%. Para o mês de dezembro, no período de 1977 a 2006, observou-se uma tendência média de decréscimo do NDC de -18%.

3.2 Tendência do Número de Dias de Chuva Anual Total no Mato Grosso do Sul

O maior NDC observado para a soma histórica anual (Figura 7), foi de 102 no ano de 1989 (fim de um período forte de La Niña - Figura 4). O menor NDC foi de 70 no ano de 2002 (período moderado de El Niño - Figura 4 e Quadro 2). A variação do maior para o menor foi de 31,1%. Observa-se também que as oscilações interanuais não são bruscas, e as

tendências de decréscimo do NDC total anual 2006.

fica, em média, na ordem de -9,8% de 1977 a

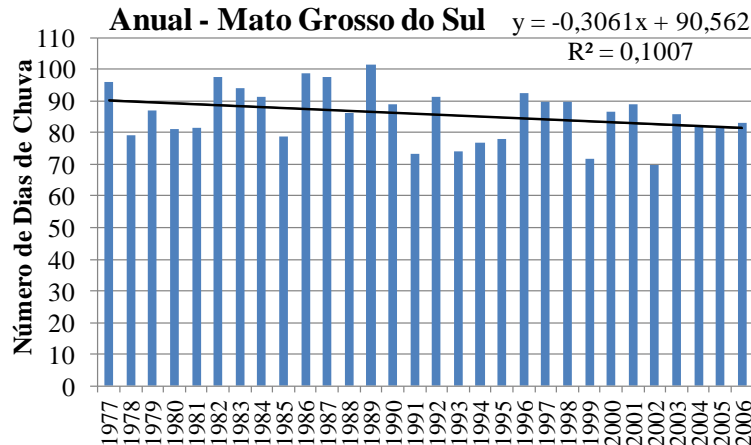


Figura 7. Tendência de NDC interanual no Mato Grosso do Sul.

3.3 Distribuição Mensal do Número de Dias de Chuva

Na Figura 8 verifica-se a distribuição média nos meses do ano, para o período de 1977 a 2006, do Número de Dias de Chuva.

Verificam-se também as máximas, mínimas e a tendência polinomial média no decorrer dos meses do ano. Verifica-se que, em média, o mês de janeiro possui o maior NDC (12,9 dias) no Mato Grosso do Sul, além da maior máxima média (19,8 dias) e a menor

mínima média (4,7 dias) no ano. Verifica-se que, em média, o mês de julho possui o menor NDC (2,3 dias), além da menor máxima média (4,8 dias). Já a menor mínima média (0,1 dia) no ano foi observada no mês de agosto. Na Figura 9, observa-se que na evolução decadal média, do período de 30 anos estudado, houve uma tendência média de diminuição dos dias de chuva para os meses do ano década após década, conforme relatado na discussão das Figuras 5 e 6, havendo poucas exceções.

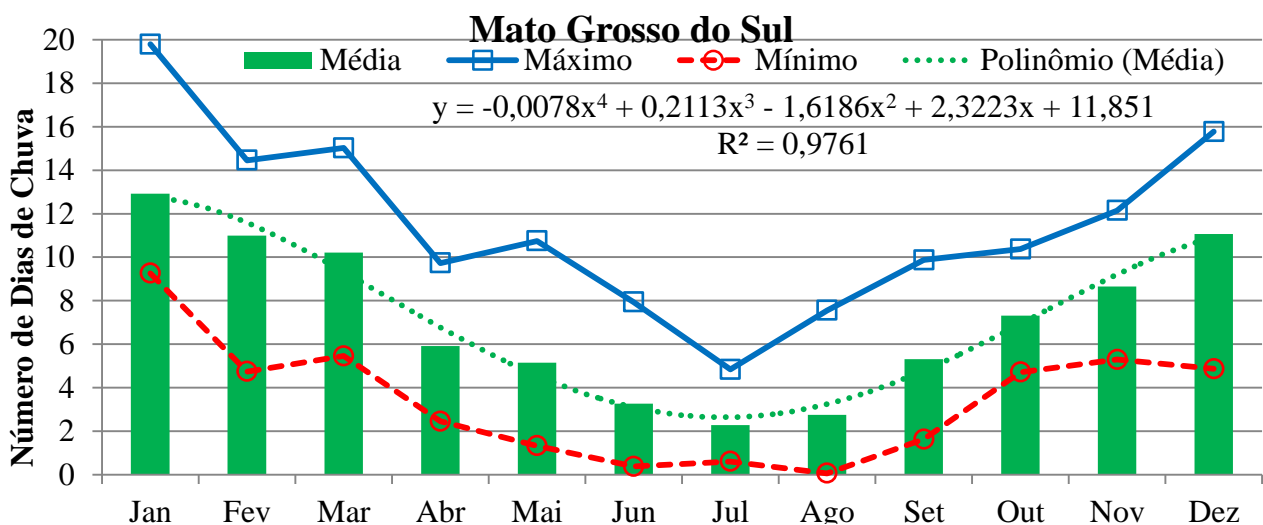


Figura 8. Histograma de NDC da média mensal, suas máximas, mínimas e tendência polinomial, no Mato Grosso do Sul, para o período de 1977 a 2006.

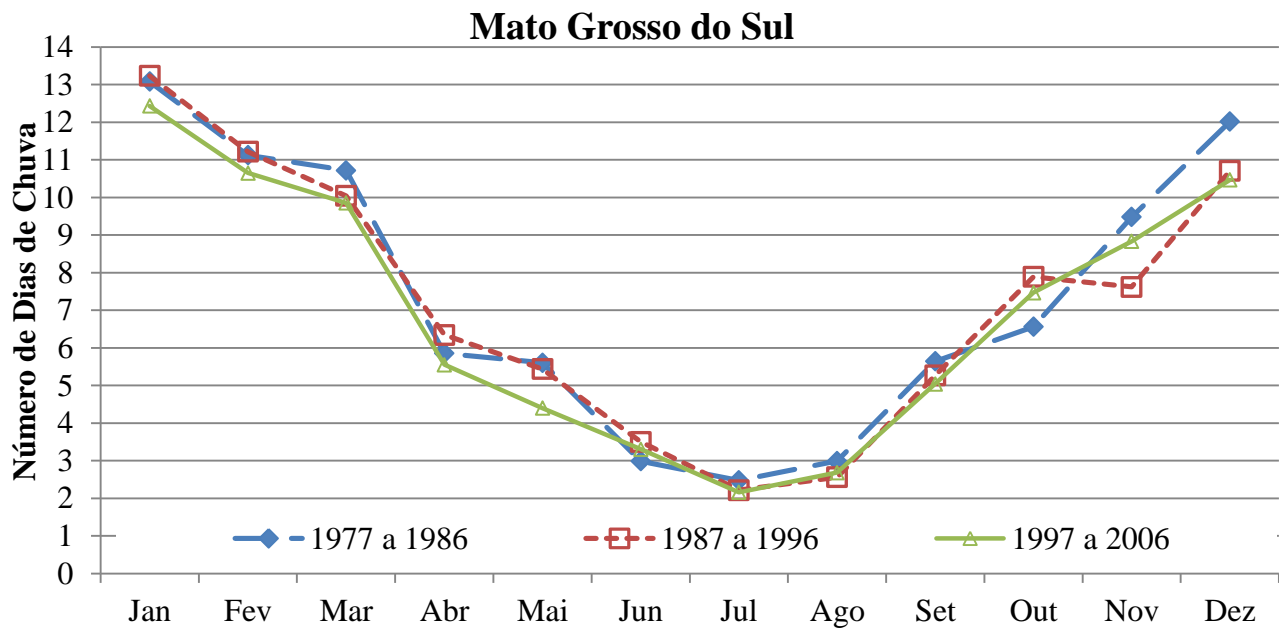


Figura 9. Evolução do NDC da média mensal, para três períodos de 10 anos, entre 1977 e 2006.

4. Conclusões

Entre os anos de 1977 a 2006, no Estado do Mato Grosso do Sul, verificou-se um decréscimo médio anual no NDC de -9,8%.

Em todos os meses do ano verificou-se um decréscimo médio do NDC de 1977 a 2006, exceto para o mês de outubro que foi verificado um acréscimo médio para o período estudado, tendo o ENOS pouca influência nos valores máximos e mínimos do NDC.

Os meses de primavera e verão obtiveram os maiores valores médios de NDC, para o período estudado, ficando os meses de outono e inverno com os menores valores. O mês de janeiro é o que possui maior NDC e o mês de julho o menor NDC do Mato Grosso do Sul.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - Empresa

Pública de Pesquisa do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

6. Referências

Araujo, W.F.; Andrade Junior, A.S. de; Medeiros, Roberto D. de & Sampaio, R.A. (2001). Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, estado de Roraima, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2001, v. 5, n. 3, p. 563-567. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662001000300032&lng=en&nrm=iso>. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662001000300032>. Acesso em: 28 fev. 2010.

Carvalho, M.A. de; Mello Junior, A.V.; Schardong, A.; Porto, R.L.L. (2009). Sistema de suporte à decisão para alocação de água em projetos de irrigação *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 13, n. 1,

p. 10-17.

da Silva, D.F. (2009). Análise de aspectos climatológicos, agro econômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). Tese (Doutorado em Recursos naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

Furlan, D.N. (2009). Variabilidade temporal e espacial das chuvas e do balanço hídrico no estado de Rondônia: caracterização e análise de tendência. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009, 129 p.

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

IBGE. (2010). Estatística Populacional – Censo 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=to>>. Acesso em: 01 out. 2011.

Marcuzzo, F.F.N. & Costa, H. de C. (2012). Estudo da Sazonalidade das Chuvas no Estado do Mato Grosso do Sul e Sua Distribuição Espaço-Temporal. Revista Brasileira de Geografia Física. v. 5, n. 1, p. 73-86.

Peel M.C.; Finlayson B.L. & McMahon T.A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, Hydrology Earth Systems Sciences, v. 11, p. 1633-1644.

Santos, G. G.; Figueiredo, C. C. de; Oliveira, L. F. C. de & Griebeler, N. P. (2009). Intensidade-duração-frequência de chuvas para o estado de Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2009, v. 13, p. 899-905. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662009000700012&lng=en&nrm=iso>. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700012>. Acesso em: 24 fev. 2010.

Tucci, C. E. M. (org.). (2004). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 3^a ed., ABRH. 944 p.