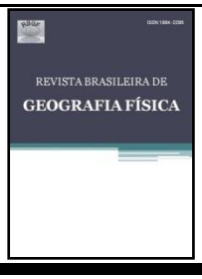
ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



O Uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do Fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012

Leonardo Chechi[1], Fabio de Oliveira Sanches[2]

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – Erechim (RS), Bolsista da Capes – Proc. N° 88888.090869/2013-00; leonardochechi@gmail.com;

[2]Professor de Climatologia na Universidade Federal da Fronteira Sul – Erechim (RS); fsanches.73@gmail.com.

Artigo recebido em 03/09/2013 e aceite em 07/11/2013

R E S U M O

Este trabalho analisou o comportamento do fenômeno ENOS no Alto Uruguai gaúcho utilizando dados de precipitação dos municípios de Erechim, Quatro Irmãos e Erebango. Foram utilizados dados pluviométricos diários da Agência Nacional de Águas (ANA), da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As falhas existentes foram preenchidas com o uso de regressão linear simples, verificadas sua consistência pela Curva de Dupla Massa. Os valores anuais foram comparados com informações sobre a ocorrência do ENOS disponíveis no site da *National Weather Service Climate Prediction Center/NOAA*. Utilizou-se também o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para se avaliar a influência do ENOS nos dados utilizados. Nos anos de 1959, 1966, 1972, 1973, 1982, 1983, 1984, 1987, 1997 e 1998 os totais anuais se apresentaram acima do limite superior do desvio padrão da série. Comparando-se com as informações da NOAA, apenas o ano de 1984 não sofreu influência do El Niño. Já os anos de 1962, 1964, 1968, 1978, 1981, 1991, 1995, 2003, 2004, 2006 e 2012 apresentaram precipitação abaixo do desvio padrão da série. Comparando-os com a ocorrência do La Niña têm-se, segundo a NOAA, que apenas os anos de 1964 e 2006 estavam sobre influência da fase negativa. Os resultados do IAC também demonstraram maior correspondência entre a fase positiva (1958, 1959, 1966, 1972, 1973, 1982, 1983, 1987, 1997, 1998) do que da fase negativa (1964 e 2006) do fenômeno ENOS no período analisado.

Palavras-chave: El Niño, La Niña, Erechim, Chuvas, IAC.

Using the Rainfall Anomaly Index (RAI) in evaluating the El Niño Southern Oscillation (ENSO) in the Upper Uruguay Gaucho from 1957 to 2012

A B S T R A C T

This study examined the ENSO in the Upper Uruguay gaucho using rainfall data from the municipalities of Erechim, Quatro Irmãos and Erebango. It were used daily rainfall data from the *Agência Nacional de Águas* (ANA), *Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária* (FEPAGRO) and the *Instituto Nacional de Meteorologia* (INMET). Missing data were corrected by means of simple linear regression and data consistency was checked through the Double Mass Curve method. The annual values were compared with information about the occurrence of ENSO available on the National Weather Service Climate Prediction Center – NOAA website. In addition, the Rainfall Anomaly Index was used in order to evaluate the ENSO influence on the acquired rainfall data. In the years of 1959, 1966, 1972, 1973, 1982, 1983, 1984, 1987, 1997 and 1998, the total annual rainfall remained above the upper limit of the standard deviation of the series. Comparing with the information from NOAA, only the year of 1984 was not influenced by El Niño. The years of 1962, 1964, 1968, 1978, 1981, 1991, 1995, 2003, 2004, 2006 and 2012 had rainfall below the standard deviation of the series. Comparing them with the occurrence of La Niña, according to NOAA, only the years of 1964 and 2006 were under the influence of the negative phase. The results of RAI also showed greater correspondence between the positive phase (1958, 1959, 1966, 1972, 1973, 1982, 1983, 1987, 1997, 1998) than the negative phase (1964 and 2006) of ENSO during the analyzed period.

Keywords: El Niño, La Niña, Erechim, rainfall, RAI.

Introdução

A ocorrência de eventos do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) preocupa tanto meteorologistas como climatologistas, uma vez que o fenômeno, que tem sua origem na mudança das relações entre o oceano e a atmosfera no Oceano Pacífico, provoca variações na dinâmica atmosférica em escala global e regional (Oliveira, 2001).

Assim sendo, considera-se não somente a presença das águas quentes da *Corriente El Niño*, mas também as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano, com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial. Com o aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade, e, portanto variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas.

Minuzzi (2010) acredita que em virtude desses fatos, a ocorrência do fenômeno ENOS pode ser considerada como agente de anomalias climáticas em diversas regiões do globo, influenciando, sobretudo, nas precipitações e, consequentemente, afetando diversos setores da sociedade e da economia. Ou seja, admite-se que existem cerca de vinte regiões do mundo cujo clima seja afetado pelas fases positiva e negativa do ENOS.

No Brasil, o setor norte da Região Nordeste, a parte leste da Região Amazônica (na faixa tropical) e a Região Sul do Brasil são as mais afetadas por essa anomalia (CUNHA, 1999).

Borsato (2011), por sua vez, destaca que o Sul do Brasil é uma das regiões onde as pesquisas demonstram que o El Niño causa grande impacto, principalmente no tocante às chuvas. Esse autor baseia-se nos trabalhos de Kousky et al., (1984), Rao e Hada (1990), Ropelevski e Halpert (1987) e Grimm e Gomes (1996) onde foram estudadas as consequências do fenômeno principalmente sobre a distribuição e altura das precipitações nas diferentes regiões do globo e do Brasil.

Grimm et al. (2000), com base em um amplo conjunto de dados, desenvolveram profunda investigação sobre a relação entre as precipitações anômalas e a ocorrência do fenômeno ENOS sobre a região Sul da América do Sul (SAS), sendo essa região formada pelos territórios do Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina), Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai. Assim, esses autores detectaram forte influência do fenômeno ENOS (El Niño e La Niña), sobre seu clima, principalmente sobre a precipitação.

Diversos trabalhos analisando a participação do fenômeno ENOS na dinâmica climática dos estados da região Sul tem sido desenvolvidos, sobretudo no Rio Grande do Sul (Grimm et al., 1998; Amado et al., 2002; Alberto et al., 2006; Brito et al., 2008; Silva e Campos, 2011). Sobre a região de Pelotas, por exemplo, destacam-se os trabalhos de Fedorova, Carvalho e Levit (2002), Fedorova, Levit e Carvalho (2002a), Fedorova, Levit e Carvalho (2002b), Acosta et al., (2002), Pinto et al., (2002), Araújo e Diniz (2004), Araújo et al., (2004). Especificamente sobre Santa Maria, os trabalhos de Streck et al., (2008) e De Paula et al., (2010) assumem uma posição de destaque.

Já o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) tem sido utilizado para se avaliar o comportamento das precipitações em relação à influência do fenômeno ENOS e outras oscilações. Nessa questão, destacam-se os trabalhos de Azevedo e Silva (1994), Araújo et al. (2007), Da Silva (2009), Araújo et al. (2009b; 2009c), Da Silva et al. (2009), Mancuzzo et al. (2011) e Da Silva et al. (2012).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho consiste em avaliar a participação do fenômeno ENOS na região do Alto Uruguai gaúcho aplicando-se o Índice de Anomalia de Chuva aos totais anuais de precipitação dos municípios de Erechim (RS), Quatro Irmãos (RS) e Erebango (RS).

2. Material e Métodos

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados pluviométricos diários obtidos da rede de postos da Agência

Nacional de Águas (ANA), através da plataforma hidroweb (http://hidroweb.ana.gov.br), da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram selecionadas informações dos postos pluviométricos de Erebango (ANA), com dados no período de 1957 a 1960 e de 1982 a 2002, de Quatro Irmãos (ANA), com dados no período de 1961 a 1981, de Erechim (FEPAGRO/INMET), com dados no período de 2003 a 2009 e de Erechim (INMET) com dados nos anos de 2010 a 2012.

Devido à existência de falhas nos conjuntos de dados buscou-se construir uma série temporal de 1957 a 2012 com dados pluviométricos de postos selecionados graças a sua proximidade.

A Figura 1 mostra os municípios de Erechim, Quatro Irmãos e Erebango, localizados na região do Alto Uruguai gaúcho, onde, de acordo com a classificação de Köppen, a região enquadra-se no clima do tipo *Cfa* - Subtropical úmido com verões quentes (Torres e Machado, 2008).

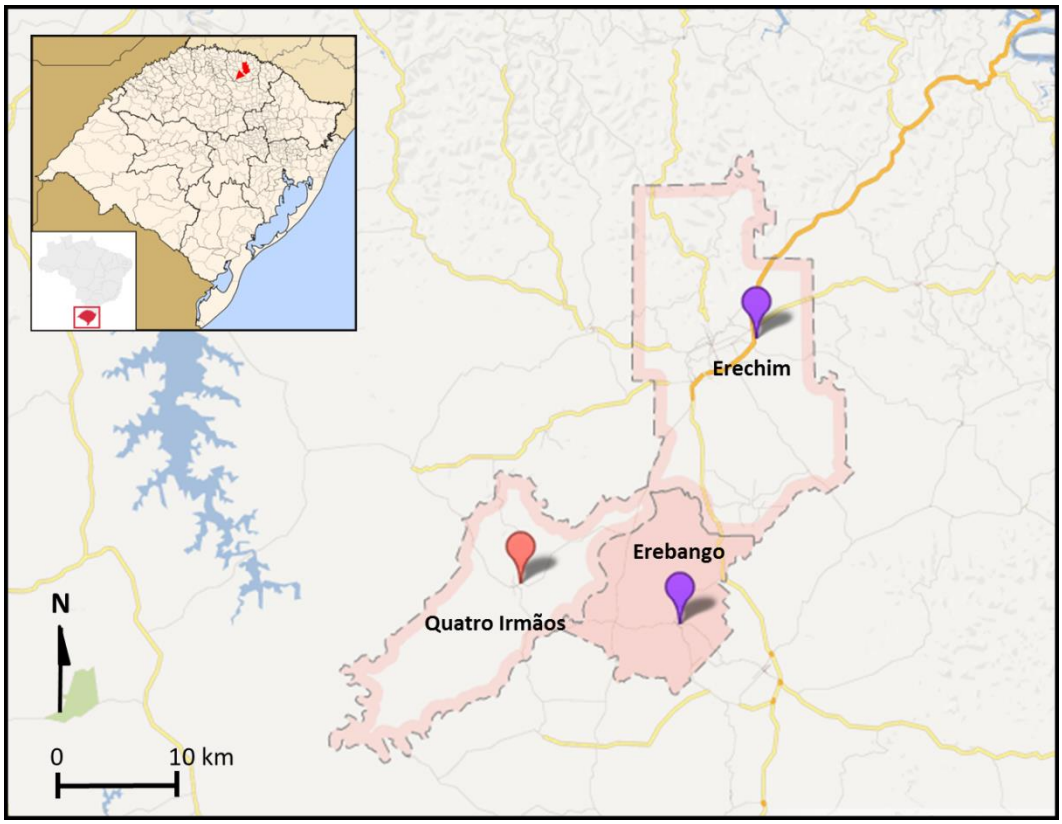


Figura 1. Localização dos municípios de Erechim, Erebango e Quatro Irmãos. Fonte: Adaptado de https://maps.google.com.br/ e http://pt.wikipedia.org/wiki/Erechim.

Já no estudo desenvolvido por Rossato (2011), o clima regional pode ser classificado como tipo Subtropical IVa, onde apresenta-se muito úmido com inverno fresco e verão quente. Para a autora, as chuvas na região são geradas principalmente pelos sistemas frontais, sendo esta a parte do estado com menor influência dos sistemas polares. No verão e na primavera a região recebe a influência dos sistemas marítimos e continentais, constituindo no total anual, médias pluviométricas em torno de 1700-1900 mm, distribuídas entre 110 e 140 dias por ano.

Para atender aos objetivos propostos, inicialmente os dados diários de todas as séries foram organizados em tabelas utilizando o software Excel (Microsoft Co.) para obtenção dos seus totais mensais. A existência de falhas em diversos meses no conjunto dos postos utilizados para análise levou a adoção de técnicas de regressão linear simples para seu preenchimento. Esse método foi utilizado com sucesso nos trabalhos de

Oliveira (2003), Alexandre (2009), Nascimento et al. (2010), entre outros. Para a equação de regressão, utilizou-se como variável regressora os totais mensais de precipitação de Passo Fundo (RS), localizado a 60 km ao sul dos municípios analisados, no período de janeiro de 1958 a dezembro de 1970. Inicialmente foram calculados a equação de regressão (do tipo $y = \alpha x - \beta$) e os índices de determinação (R^2) e de correlação (R).

Como forma de verificação da qualidade e consistência dos dados após seu preenchimento, foi aplicado o Teste da Curva de Dupla Massa sugerido por Tucci (2009), o qual consiste em se plotar o total acumulado de uma série com o total acumulado de outra série, durante o mesmo período. O intuito foi o de verificar se os totais acumulados apresentam a mesma proporcionalidade, levando as informações plotadas no gráfico a apresentar-se sobre uma linha reta. Dessa maneira, o Teste da Curva de Dupla Massa foi utilizado plotando-se o acumulado dos totais anuais de precipitação da série, com o acumulado das médias anuais de precipitação no período.

Após a fase de preparação da série, iniciou-se a análise da ocorrência dos fenômenos ENOS durante o período de 1957 a 2012. A análise consistiu em se plotar os totais anuais da série extraindo-se sua linha de tendência linear e o desvio padrão da série para, após, compararem-se os totais anuais com as informações sobre a ocorrência do fenômeno ENOS disponíveis no site da *National Weather Service Climate Prediction Center* (NOAA) (http://www.cpc.ncep.noaa.gov).

Outra maneira de se analisar a influência do fenômeno ENOS nas precipitações anuais da série foi através da aplicação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) proposto por Rooy (1965) e utilizado por Da Silva (2009).

O IAC consistiu no cálculo descrito nas equações 1, para anomalias positivas e 2, para anomalias negativas.

$$IAC = 3 \times \frac{(N - \overline{N})}{(\overline{M} - \overline{N})} \qquad (1)$$

$$IAC = -3 \times \left[\frac{(N - \overline{N})}{(\overline{X} - \overline{N})}\right], \qquad (2)$$

onde, N = precipitação anual (mm), $\overline{N}$ = precipitação média anual da série (mm), $\overline{M}$ = médias das 10 maiores precipitações anuais da série (mm), e $\overline{X}$ = média das 10 menores precipitações anuais da série (mm) (Da Silva, 2009).

3. Resultados e Discussão

3.1 Preparação das Séries

Seguindo a metodologia aplicada, a Figura 2 apresenta o gráfico de correlação entre os totais mensais de precipitação de Erebango e Passo Fundo, a equação de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2) entre as séries. Como podem ser observadas (Figura 2), as duas séries apresentam elevada correlação obtida a partir do seu índice de correlação (R=0,99). Essa alta correlação pode ser explicada pela proximidade dos postos pluviométricos nos dois municípios.

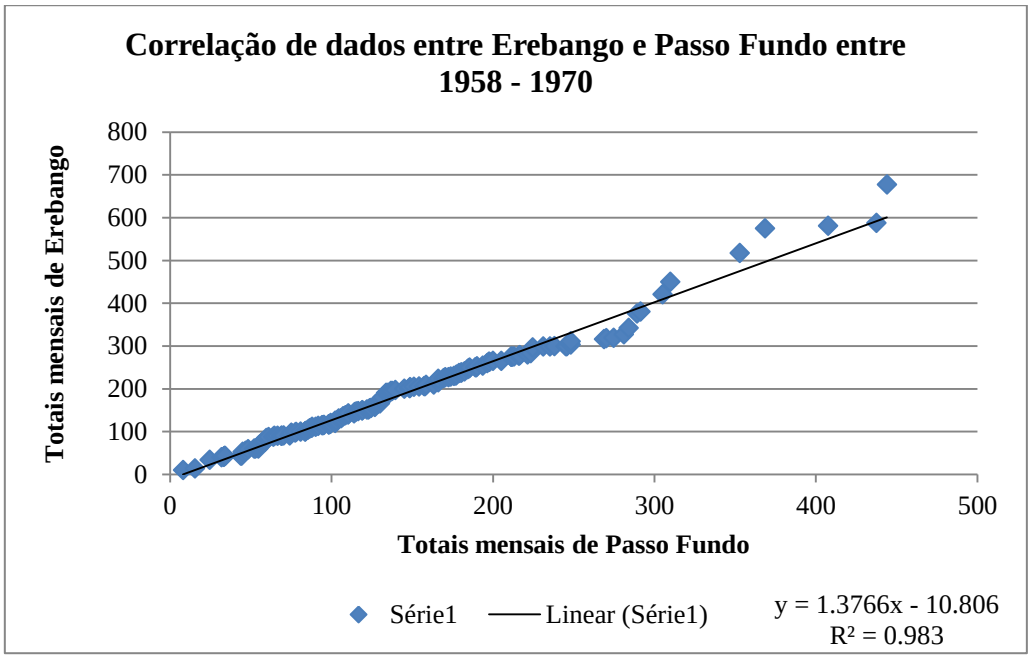


Figura 2. Gráfico da correlação, coeficiente de determinação (R^2) e equação de regressão entre os totais mensais das séries de Erebango e Passo Fundo.

Assim, através da equação linear simples apresentada na Figura 2, foi possível preencher as falhas da série, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 1957, maio, junho e julho de 1993. Desta maneira, para se verificar a qualidade dos dados após o seu preenchimento, aplicou-se o teste da Curva de Dupla Massa (Tucci, 2009) entre os novos dados gerados a partir do preenchimento sintético e os dados do acumulado de sua média anual (Figura 3).

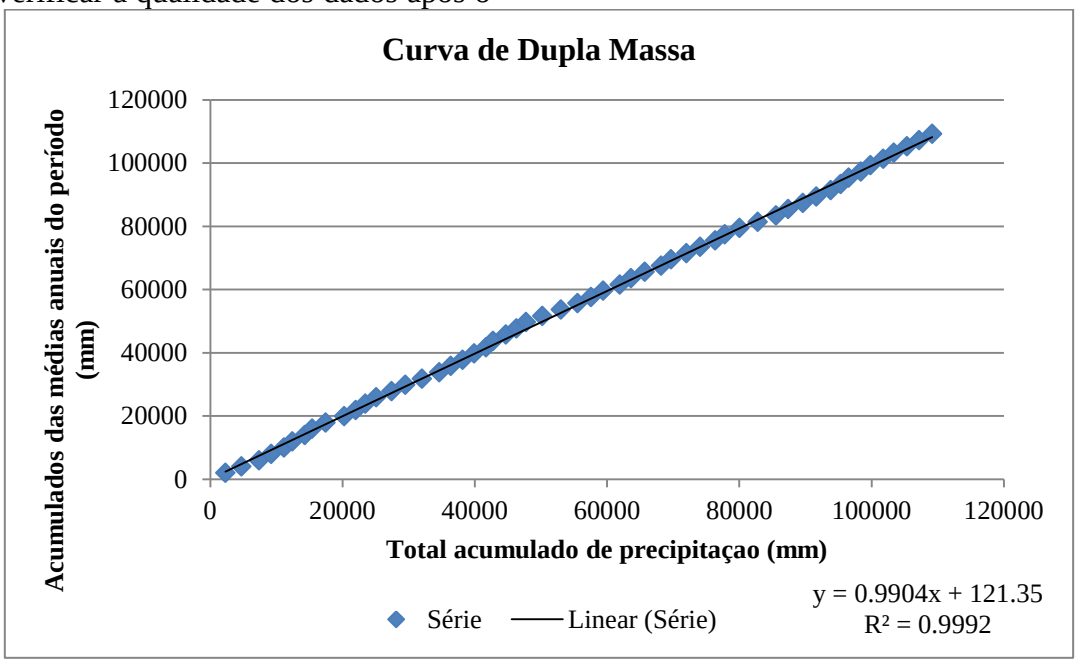


Figura 3. Curva de dupla massa, coeficiente de determinação e equação de regressão para os totais mensais de precipitação para a série de Erechim/Quatro Irmãos/Erebango.

O teste da curva de dupla massa consiste em plotar o total acumulado de uma série com o total acumulado de outra série ou com o total acumulado das médias da série, durante o mesmo período, com o intuito de verificar se os totais acumulados são

proporcionais, assim o gráfico plotado deve apresentar uma linha reta. Sendo assim, após o preenchimento das falhas da série por meio do Método de Regressão Linear, e do teste de consistência (Teste da Curva de Dupla Massa) verificou-se que o conjunto de dados apresentou robustez para as próximas análises.

3.2 Análise dos Totais Anuais

Após a preparação da série iniciou-se a análise da ocorrência dos fenômenos ENOS durante o período de 1957-2012. Para isso, na Figura 4, observam-se os totais anuais de precipitação, sua linha de tendência linear e o desvio padrão da série.

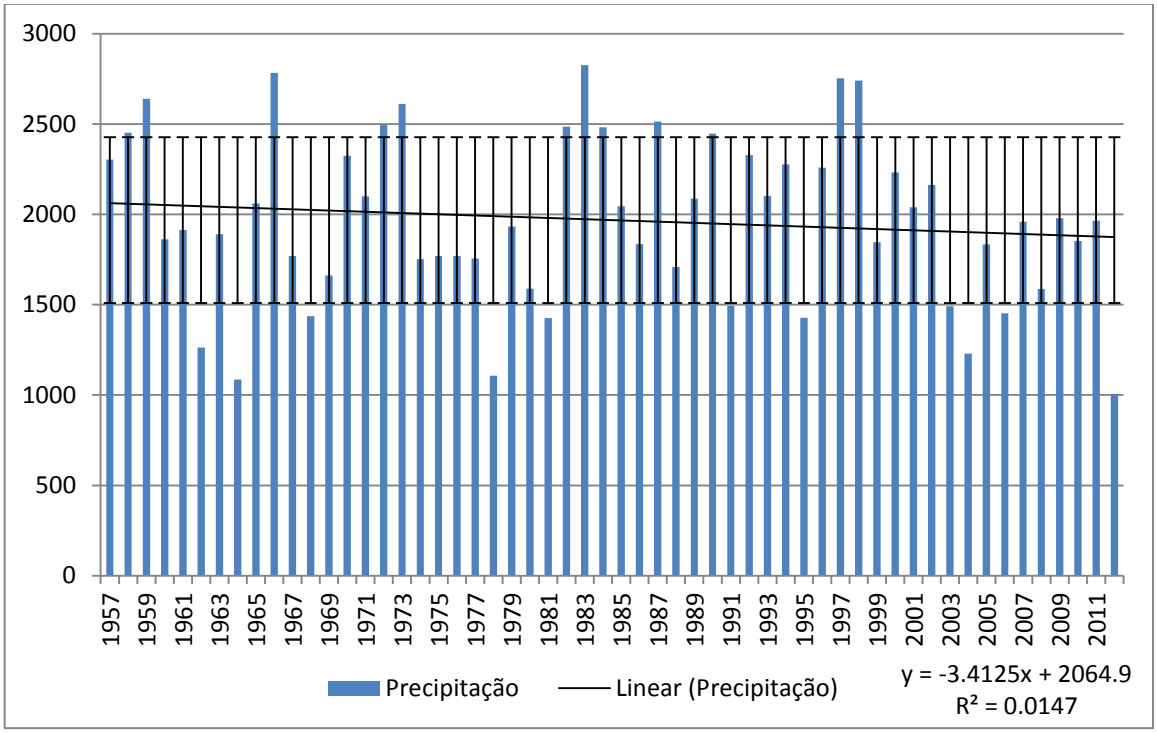


Figura 4. Série temporal dos totais anuais de precipitação no período de 1957 a 2012, com dados dos postos de Erechim, Erebango e Quatro Irmãos, linha de tendência linear e desvio padrão da série.

Figura 4 é possível se observar que os anos de 1959, 1966, 1972, 1973, 1982, 1983, 1984, 1987, 1997 e 1998 os totais anuais se apresentam acima do limite superior do desvio padrão da série, podendo ser considerados anos anormais com grandes volumes de precipitação. Comparando esses anos com a ocorrência do fenômeno ENOS, têm-se segundo as informações do NOAA que apenas o ano de 1984 não estava sobre influência da fase positiva, estando este sob influência da fase negativa do fenômeno. Os anos de 1972, 1973 e 1998 apresentaram-se sob influência da fase positiva e também da fase negativa do ENOS (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do fenômeno ENOS em anos com totais mensais de precipitação acima do desvio padrão da série.

ANOS	NOAA
1959	El Niño
1966	El Niño
1972	La Niña/El Niño
1973	El Niño/La Niña
1982	El Niño
1983	El Niño
1984	La Niña
1987	El Niño
1997	El Niño
1998	El Niño/La Niña

Analisando ainda a Figura 4, também é possível verificar que os anos de 1962,

1964, 1968, 1978, 1981, 1991, 1995, 2003, 2004, 2006, 2012 apresentam precipitação abaixo do desvio padrão da série, sendo esses anos considerados com baixos volumes de precipitação. Comparando esses anos com a ocorrência do fenômeno ENOS, têm-se segundo as informações do NOAA que apenas os anos de 1964 e 2006 estavam sobre influência da fase negativa, sendo que o ano de 1964 também se encontrava sob influência de sua fase positiva. Os anos 1962, 1981 e 2012 encontravam-se sem influência do ENOS, enquanto que os anos 1968, 1978, 1991, 1995, 2003 e 2004 estavam sob influência apenas da fase positiva do fenômeno.

Tabela 2. Classificação do fenômeno ENOS em anos com totais mensais de precipitação abaixo do desvio-padrão da série.

ANOS	NOAA
1962	Neutro
1964	El Niño/La Niña
1968	El Niño
1978	El Niño
1981	Neutro
1991	El Niño
1995	El Niño
2003	El Niño
2004	El Niño
2006	La Niña
2012	Neutro

A partir da Figura 4, também é possível identificar anos que se apresentaram com precipitação dentro do desvio padrão da série, considerados anos com precipitação normal e estavam sobre influência do fenômeno ENOS, tanto em sua fase positiva como negativa. Estes anos, e suas classificações, são apresentados na Tabela 3.

De acordo com a Tabela 3, é possível perceber que a adoção do desvio padrão da série como método de verificação da influência do ENOS nos totais anuais de precipitação para a região do Alto Uruguai gaúcho, não consegue representar, com grande precisão, o comportamento do fenômeno, sobretudo quanto aos anos com baixos volumes anuais de precipitação (fase negativa do fenômeno). Sendo assim, julgou-se necessária a utilização de outras ferramentas estatísticas para buscar sua melhor representação.

Tabela 3. Classificação do fenômeno ENOS em anos com totais anuais de precipitação dentro do desvio padrão da série.

ANOS	NOAA
1957	El Niño
1958	El Niño
1963	El Niño
1965	El Niño/La Niña
1969	El Niño
1970	El Niño/La Niña
1971	La Niña
1974	La Niña
1975	La Niña
1976	La Niña
1977	El Niño
1979	Neutro
1980	Neutro
1985	La Niña
1986	El Niño
1988	El Niño/La Niña
1989	La Niña
1990	Neutro
1992	El Niño
1993	Neutro
1994	Neutro
1996	La Niña
1999	La Niña
2000	La Niña
2001	La Niña
2002	El Niño
2005	El Niño
2007	El Niño/La Niña
2008	La Niña
2009	El Niño
2010	El Niño/La Niña
2011	La Niña

3.3 Análise do Índice de Anomalias de Chuva (IAC)

Para melhor compreender a participação dos fenômenos ENOS sobre os totais anuais de precipitação da série apresentada, foi aplicado o Índice de Anomalias de Chuva (IAC) (Rooy, 1965; Da Silva, 2009) nos dados da série. Para a

classificação do IAC, seguindo a metodologia adaptada por Freitas (2004 e 2005 *apud* Da Silva, 2009), temos a classificação do índice descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Classes de Intensidade do Índice de Anomalias de Chuva (IAC)

	Classe do IAC	Classe de Intensidade
Índice de Anomalia de Chuva	Acima de 4	Extremamente Úmido
	2 a 4	Muito Úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	Abaixo de -4	Extremamente seco

Fonte: Adaptado de Freitas (2004 e 2005 *apud* Da Silva, 2009).

Dessa forma, observa-se na Figura 5 o IAC para a série Erechim/Erebango/Quatro Irmãos que permite classificar os anos de acordo com a Tabela 4 proposta por Freitas (2004 e 2005) *apud* Araújo (2009a) e Da Silva (2009) e assim obter o enquadramento dos anos na Tabela 5.

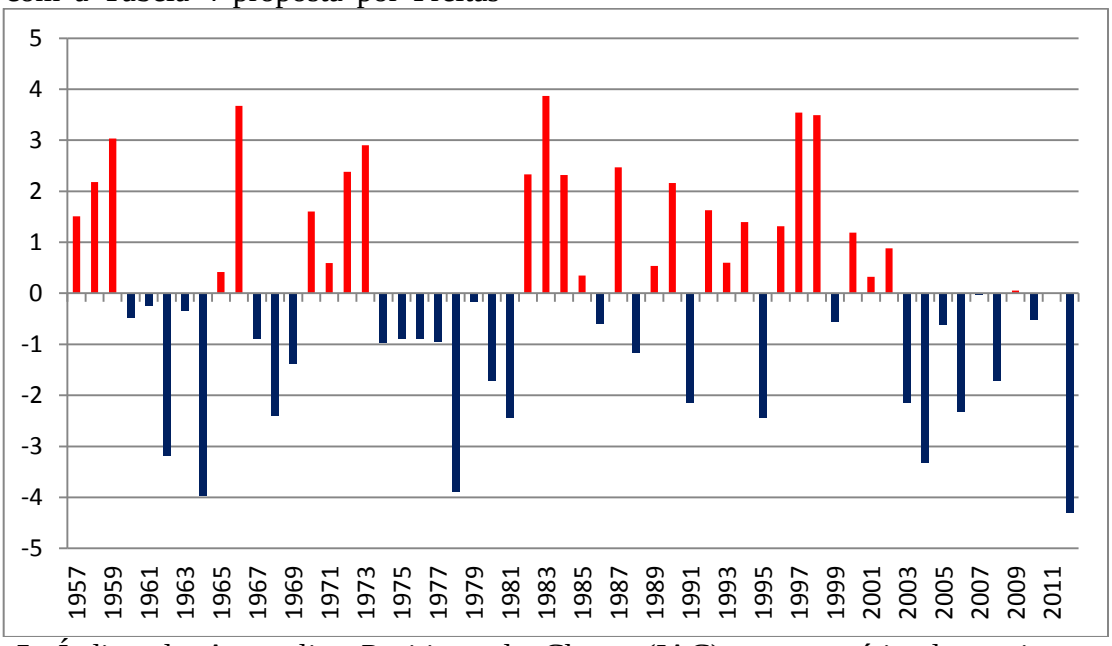


Figura 5. Índice de Anomalias Positivas de Chuva (IAC) para a série de totais anuais de Erechim/Erebando/Quatro Irmãos.

Observa-se na Tabela 5 que após a aplicação do IAC nenhum ano foi considerado como extremamente úmido (IAC > 4). Por sua vez, classificados como muito úmido (2 < IAC < 4) estão os anos de 1958 (El Niño), 1959 (El Niño), 1966 (El Niño), 1972 (El Niño e La Niña), 1973 (El Niño e La Niña), 1982 (El Niño), 1983 (El Niño), 1984 (La Niña), 1987 (El Niño), 1990 (Neutro), 1997 (El Niño) e 1998 (El Niño e La Niña). Com exceção ao ano de 1990, o qual foi considerado pelo NOAA como neutro e o ano de 1984, considerado como sob ação do La Niña, todos os anos considerados pelo IAC como muito úmidos tiveram uma boa correspondência com a componente positiva do fenômeno ENOS. No entanto, os anos de 1972, 1973, 1998 estiveram sob a influência da fase positiva e negativa do fenômeno.

Já sob a perspectiva dos anos extremamente secos (IAC < - 4), têm-se os anos de 1964 (El Niño e La Niña), 1978 (El Niño) e 2012 (Neutro). Nos anos classificados pelo IAC como muito secos (-4 < IAC < -2) têm-se 1962 (Neutro), 1968 (El Niño), 1981 (Neutro), 1991 (El Niño), 1995 (El Niño), 2003 (El Niño), 2004 (El Niño), 2006 (La Niña). Assim pode-se observar a baixa correspondência entre o fenômeno La Niña e

os baixos volumes de chuva, apresentando correspondência apenas nos anos de 1964 e 2006, sendo ainda que o ano de 1964 encontrava-se sobre influência das duas fases do fenômeno.

Tabela 5. Classificação dos totais anuais da série temporal Erechim/Erebando/Quatro Irmãos, segundo o IAC

Anos	Classificação
Não houve	Extremamente Úmidos
1958, 1959, 1966, 1972, 1973, 1982, 1983, 1984, 1987, 1990, 1997, 1998	Muito Úmidos
1957, 1865, 1970, 1971, 1985, 1989, 1992, 1993, 1994, 1996, 2000, 2001, 2002,	Úmidos
1960, 1961, 1963, 1967, 1969, 1974, 1975, 1976, 1977, 1979, 1980, 1986, 1988, 1999, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011	Secos
1962, 1968, 1981, 1991, 1995, 2003, 2004, 2006	Muito Secos
1964, 1978, 2012	Extremamente Secos

4. Considerações Finais

A região do Alto Uruguai gaúcho, sob ação do clima subtropical úmido com verões quentes (*Cfa*) apresenta carência de estudos climáticos que abordem os efeitos do ENOS. Uma das razões pela carência desses estudos se deve a existência de poucas estações pluviométricas com longas séries de dados e sem falhas. Sendo assim, a utilização de dados pluviométricos de três municípios próximos mostrou-se ser um método adequado para a constituição de uma série pluviométrica que permitiu a análise da influência do fenômeno ENOS sobre os totais anuais nesta região.

Pelo fato das séries apresentarem falhas em parte de seus dados, foi necessária utilização do método de regressão linear simples para o seu preenchimento, tendo como variável regressora os totais mensais da estação do INMET em Passo Fundo. Dessa forma, através da equação linear simples, foi possível preencher as falhas dos meses no conjunto de dados dos postos do Alto Uruguai, os quais demonstraram consistência e robustez quando avaliados (qualitativamente) pelo Teste de Dupla Massa.

A comparação entre os anos com precipitações acima e abaixo dos limites do desvio padrão da série com as informações da NOAA demonstraram que tanto anos chuvosos como anos menos chuvosos foram classificados como "normais" uma vez que se mostraram dentro do intervalo do desvio padrão da série. Dessa forma, o uso do desvio padrão da série como recurso para identificar os anos de El Niño e de La Niña não demonstrou grande eficácia, justificando a adoção de outros recursos técnicos, como por exemplo, o IAC.

A aplicação da técnica do IAC demonstrou que os anos enquadrados como muito úmidos e úmidos apresentaram boa correspondência com os anos sob ação dos eventos El Niño. Já nos anos considerados muito secos e extremamente secos apresentaram baixa correspondência com os anos sob ação do fenômeno La Niña.

Dessa forma, com base nos recursos utilizados para análise dos anos sob ação das componentes positivas e negativas do fenômeno ENOS, foi possível observar que a maior parte dos anos da série analisada demonstrou relação com o fenômeno El Niño. Já o fenômeno La Niña parece não ter afetado de modo significativo, a região do Alto Uruguai no período de 1957-2012.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal da Fronteira Sul (Edital nº 168/PROPEPG/2011) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor sob orientação do segundo autor.

Referências

Acosta, R.; Mendes, L.L; Pinto, L. B.; Tatsch, J. D.; Noble, D. V.; Campos, C. R. J. (2002). Um estudo sobre o impacto do evento El Niño 1997/98 em Pelotas RS. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Foz de Iguaçu-PR.

Alberto, C. M.; Streck, N. A. Heldwein, A. B.; Buriol, G. A.; Medeiros, S. L. P. (2006). Água no solo e rendimento do trigo, soja e milho associados ao El Niño Oscilação Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.7, p.1067-1075, jul. 2006.

Alexandre, G. R. (2009). Estudo para identificação de tendências do regime pluvial na região metropolitana de Belo Horizonte a partir de métodos estatísticos e modelos climáticos. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte.

Amado, T. J. C.; Prochnow, D.; Eltz, F. L. F. (2002). Perdas de solo e água em períodos de anomalias climáticas: "El Niño" e "La Niña" no Sul do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 26, n. 3, p.819-827.

Araújo, L. E.; Moraes Neto, J. M.; Sousa, F. A. S. (2009a). Análise climática da bacia do rio Paraíba – Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Revista de Engenharia Ambiental. v.6, n.3, p.508-523.

Araújo, L. E.; Moraes Neto, J. M.; Sousa, F. A. S. (2009b). Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando Índices de Anomalia de Chuva (IAC). Revista Ambiente & Água – an Interdisciplinary Journal of Applied Science: v.4, n.3. Disponível em <http://www.ambiagua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/300/pdf_231> acesso em 15 de junho de 2012.

Araújo, L. E.; Da Silva, D. F.; Moraes Neto, J. M.; Sousa, F. A. S. (2007). Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia do rio Paraíba usando IAC. Revista de Geografia, Recife: UFPE. v.24, n.1, jan/abr. Disponível em <http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/96/53> acesso em 15 de junho de 2012.

Araújo, N. P.; Gruppelli, J.; Conrado, H.; Chapa, S. R. (2004). Variação interanual de parâmetros meteorológicos em Pelotas-RS durante os anos de anomalias positivas e negativas de precipitação. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Fortaleza-CE.

Araújo, S. M. B.; Diniz, G. B. (2004). Relação do evento El Niño e o número de dias de chuva na região de Pelotas, RS. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Fortaleza-CE.

Azevedo, P. V.; Silva, V. P. R. (1994). Índice de seca para a microrregião do agreste da Borborema, no Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Meteorologia, 9(1): 66-72.

Borsato, V. A. (2011). A Dinâmica Atmosférica no Centro-Sul do Brasil no Verão e as Influências do El Niño Oscilação Sul (ENOS). Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 22, p. 135-157.

Britto, F. P.; Barletta, R.; Mendonça, M. (2008). Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. Revista Brasileira de Climatologia. p.37-48.

Cunha, G. R. (1999). El Niño-Oscilação do Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 7, n.2, p. 277-284.

De Paula, G. M.; Streck, N. A.; Zanon, A. J.;

Eltz, F. L.; Heldwein, A. B.; Ferraz, S. E. T. (2010). Influência do fenômeno El Niño na erosividade das chuvas na região de Santa Maria (RS). Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 34, p.1315-1323.

Da Silva, D. F. (2009). Análise de aspectos climatológicos, agroeconômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). Tese de Doutorado e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.

Da Silva, D. F.; Sousa, F. A. S.; Kayano, M. T. (2010). Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Mundaú. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, p.147-155.

Da Silva, D. F.; Sousa, F. A. S.; Kayano, M. T. (2009). Uso e IAC e ondeletas para análise da influência das multi-escalas temporais na precipitação da bacia do rio Mundaú. Revista de Engenharia Ambiental. v.6, n.1, p.180-195. Disponível em <http://189.20.243.4/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=182&layout=abstract> acesso em 15 de junho de 2012.

Da Silva, D. F.; Kayano, M. T.; Sousa, F. A. S. (2010). Uso de ferramentas estatísticas para acompanhamento climático e prevenção de riscos na bacia hidrográfica do rio Mundaú (Brasil). Revista Territorium (Portugal), v.17, p.17-26.

Da Silva, D. F.; Sousa, A. B.; Maia, L. M.; Rufino, L. L. (2012). Efeitos da associação de eventos de ENOS e ODP sobre o Estado do Ceará. Revista de Geografia (UFPE). v.29, n.2. Disponível em <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/508/431> acesso em 06 de dezembro de 2012.

Fedorova, N.; Carvalho, M. H.; Levi, V. (2002). Estudo preliminar sobre a relação entre a precipitação e os sistemas sinóticos na cidade de Pelotas em anos de La Niña e de El Niño – Parte I: Os sistemas e processos sinóticos e suas precipitações associadas em anos de El Niño e de La Niña. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Foz de Iguaçu-PR.

Fedorova, N.; Levi, V.; Carvalho, M. H. (2002a). Estudo preliminar sobre a relação entre a precipitação e os sistemas sinóticos na cidade de Pelotas em anos de La Niña e de El Niño – Parte II: associação entre os sistemas e processos sinóticos e as precipitações de diversas intensidades. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Foz de Iguaçu-PR.

Fedorova, N.; Levi, V.; Carvalho, M. H. (2002b). Estudo preliminar sobre a relação entre a precipitação e os sistemas sinóticos na cidade de Pelotas em anos de La Niña e de El Niño - Parte III: Características das variações das precipitações associadas a diferentes sistemas sinóticos. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Foz de Iguaçu-PR.

Grimm, A. M.; Barros, V. R.; Doyle, M. E. (2000). Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. Journal of Climate.v.13, jan. p. 35-58.

Grimm, A. M.; Ferraz, S. E.; Gomes, J. (1998). Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La NiñaEvents. Journal of Climate. v.11, nov. p. 2863 – 2880.

Mancuzzo, F. F. N.; Melo, D. C. R.; Rocha, H. M. (2011). Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), v.16, n.4 – Out/Dez. p.157-167.

Minuzzi, R. B. (2010). Chuvas em Santa Catarina durante eventos do El Niño Oscilação Sul. Geosul, Florianópolis, v. 25, n. 50, p. 107-127, jul./dez.

Nascimento, T. S.; Saraiva, J. M. B.; Senna, R.; Aguiar, F. E. O. (2010). Preenchimento de falhas em banco de dados pluviométricos com

base em dados do CPC (Climate Prediction Center): estudo de caso do rio Solimões – Amazonas. Revista Brasileira de Climatologia. v.7, n.6.

OLIVEIRA, G. S. (2001). O El Niño e Você - o fenômeno climático. Editora Transtec, São José dos Campos.

OLIVEIRA, V. P. S. (2003). Modelo para geração de séries sintéticas de precipitação. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola UFV, Viçosa.

Pinto, L. B.; Tatsch, J. D; Noble, D.V; Mendes, L. L; Acosta, R; Campos, C.R.J. (2002). Um estudo sobre o impacto do evento La Niña 1999/2001 em Pelotas-RS. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Foz de Iguaçu-PR.

Rossato, M. S. (2011). Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia. Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Geografia/IGEO/ UFRGS, Porto Alegre.

Silva, M. V.; Campos, C. R. J. (2011). Anomalias decadais do regime hídrico do RS no período de 1977 a 2006. Ciência e Natura. Santa Maria, v.33, p.75 - 89.

Streck, N. A.; Rosa, H. T.; Walter, L. C.; Bosco, L. C.; Lago, I.; Heldwein, A. B. (2008). O fenômeno El Niño Oscilação Sul e a variabilidade interanual da evaporação do tanque Classe A e da umidade relativa do ar em Santa Maria, RS. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.5, p.1452-1455, ago.

Torres, F. T. P.; Machado, P. J. O. (2008) Introdução à Climatologia. Editora Geographica, 214p.

Tucci, C. E. M. (Org) (2009). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 4.ed..