Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

CHUVAS NO NORTE GAÚCHO: UM ESTUDO SOBRE A TENDÊNCIA DAS CHUVAS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

SANCHES, Fabio de Oliveira – fsanches.73@gmail.com
Doutor em Geografia. Professor Adjunto na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

MAY, Gisele Carla – gisa_may1004@hotmail.com
Geógrafa pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

SILVA, Roberto Valmir da – roberto.silva@uffs.edu.br
Doutor em Engenharia Ambiental. Professor Adjunto na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

FERREIRA, Ricardo Vicente – rcrdvf@gmail.com
Doutor em Geografia. Professor Adjunto na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

RESUMO: O presente trabalho procurou avaliar a tendência das chuvas anuais, trimestrais e mensais para parte do Alto Uruguai gaúcho no período de 1957-2014, buscando identificar evidências de mudanças climáticas. A avaliação qualitativa das tendências lineares foi feita por meio da aplicação do teste de Mann-kendall. Os resultados demonstraram que o comportamento das chuvas (anuais, trimestrais e mensais) variou em função dos fenômenos de maior escala (ENOS, "Modo Sul"). Os resultados do teste de Mann-kendall demonstraram que a tendência das chuvas anuais, trimestrais e mensais não apresentaram indícios de mudanças climáticas para a região do Alto Uruguai gaúcho. Dessa forma, o comportamento dos dados e suas tendências são decorrentes da variabilidade natural das chuvas subtropicais no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Variabilidade climática, Teste de Mann-kendall, Erechim, Alto Uruguai gaúcho.

RAINFALL IN NORTH GAÚCHO*: A STUDY OF RAINFALL TREND AND CLIMATE CHANGE*

ABSTRACT: This study evaluates trends in annual, quarterly and monthly rainfall of Upper Uruguay gaucho region in the period 1957-2014, to look for evidences of climate change. Qualitative evaluation of the linear trends was performed by the Mann-Kendall test. The results showed that the behavior of rainfall (annual, quarterly and monthly) varied depending on the largest scale phenomena (ENSO, "South Mode"). The results of the Mann-kendall test showed that the trend of annual, quarterly and monthly rains has no evidence of climate change for the Upper Uruguay gaucho region. Thus, the behavior of the data and its trends are due to the natural variability of the subtropical rain in Brazil.

KEYWORDS: Climate variability, Mann-kendall, Erechim, Upper Uruguay gaucho.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as mudanças climáticas assumiram papel de destaque no contexto científico mundial. Desde o final dos anos 80, inúmeros trabalhos foram desenvolvidos sob essa temática, buscando, além de qualificar o fenômeno, identificar o(s) responsável (eis) pelo processo (VINCENT et al., 2005; HAYLOCK et al., 2006; ALEXANDER et al., 2006; SILLMANN e ROECKNER 2008; MARENGO et al., 2012; VALVERDE e MARENGO, 2014, ASADIEH e KRAKAUER, 2015; JACQUES-COPER et al., 2015; REN et al., 2015 entre outros).

No Brasil, também foram realizados estudos visando identificar variações e mudanças climáticas em diversas localidades (MARENGO e ALVES, 2005; FOLHES e FISCH, 2006; OBREGÓN e MARENGO, 2007; BLAIN, 2009; 2010; PBMC, 2012; SILVA e SILVA, 2012; SANCHES et al., 2013; 2014, MARENGO et al., 2014; VILANOVA, 2014, MARENGO e ESPINOZA, 2015 entre outros).

A publicação do 5º Relatório de Avaliação das Mudanças do Clima do Planeta (AR5) do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), em setembro de 2013 (http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/), reforçou as evidências sobre as mudanças climáticas publicadas pelo relatório antecessor (AR4). Da mesma forma, o AR5 apontou o aquecimento do sistema climático como inequívoco e que, desde a década de 1950, as mudanças

observadas são sem precedentes: aquecimento da atmosfera e dos oceanos, diminuição das superfícies de gelo e neve, elevação do nível do mar e aumento nas concentrações de gases do efeito estufa (IPCC, 2013).

Considerando que a região do Alto Uruguai gaúcho possui uma forte vocação agrícola (trigo, cevada, milho e soja), e assim, relação direta com as precipitações pluviométricas, julga-se necessário conhecer o comportamento das chuvas no decorrer do tempo face os investimentos, tanto públicos quanto privados, associados ao setor produtivo.

Entretanto, dada a inexistência de longas séries de dados climáticos para a região, sobretudo pluviométricos, os trabalhos de Chechi e Bayer (2012), Chechi e Sanches (2013a e 2013b) Balen et al. (2013) e Sanches et al. (2015) procuraram reconstruir uma série temporal de dados pluviométricos para parte da região do alto Uruguai gaúcho, utilizando informações de postos pluviométricos regionais.

Chechi e Bayer (2012) procuraram desenvolver um modelo de previsão para as temperaturas (máxima e mínima) mensais em Erechim utilizando-se modelos matemáticos da série ARIMA (SARIMAX) a partir de 1999. Os modelos matemáticos utilizaram técnicas de regressão múltiplas com base em dados de temperatura e precipitação. Seus resultados mostraram-se significativamente expressivos quanto a previsão mensal.

Outro trabalho que, também, merece destaque é o de Chechi e Sanches (2013b), onde os autores procuraram aplicar modelos de previsão aos totais mensais de precipitação de Erechim (RS) no período de 2003 a 2011, a fim de encontrar o modelo que melhor representasse seu caráter preditivo.

No trabalho de Chechi e Sanches (2013a) os autores procuraram avaliar a participação do fenômeno ENOS nos totais anuais de precipitação em Erechim e em Quatro Irmãos (RS), para o período de 1958-1981, utilizando técnicas estatísticas, com destaque para o uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Os autores constataram que, para a região do Alto Uruguai gaúcho, as precipitações anuais sofreram mais influência da fase quente do fenômeno ENOS (El Niño) do que a fase fria (La Niña), a partir do final dos anos 1950.

De posse de uma série diária de dados pluviométricos Balen et al. (2013) desenvolveram análises referentes à quantidade de dias com precipitações pluviométricas ≥ 1 mm, ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 50 mm, ≥ 80 mm e ≥ 100 mm para a região do Alto Uruguai gaúcho para o período de 1957-2012. Os resultados apontam que os dias com chuvas ≥ 1 mm e ≥ 10 mm sofreram aumento em todos os meses no período de análise (1957-2012). Outro indicativo refere-se aos dias com precipitações ≥ 100 mm, os quais apontam para redução nas ocorrências (diminuição dos dias) no decorrer dos meses.

Já em Sanches et al. (2015), a partir da reconstrução de uma longa série de dados diários de precipitação, os autores analisaram os eventos intensos de acumulados de chuvas em cinco dias (pêntadas) a partir da segunda metade do século XX. Os autores verificaram que tais acumulados intensos em pêntadas vem tornando-se mais frequentes e intensos, sobretudo, nas últimas décadas.

Sendo assim, o presente trabalhou buscou analisar o comportamento das precipitações anuais, trimestrais e mensais na região do Alto Uruguai gaúcho, sobretudo na região de Erechim, frente a possíveis mudanças climáticas. Para isso, foram utilizados dados pluviométricos do final da década de 1950 até o ano de 2014, buscando-se identificar as tendências de possíveis modificações no comportamento das séries temporais associando-as a mudanças climáticas.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

2. METODOLOGIA

Para a realização do trabalho foram utilizados dados pluviométricos diários obtidos da rede de postos da ANA, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a região de estudo

Foram utilizados dados dos postos pluviométricos dos municípios de Erebango, de Quatro Irmãos e de Erechim, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Postos pluviométricos utilizados no período analisado

Posto	Município	Período - Início	Período - Término
ANA	Erebango	1957	1960
ANA	Quatro Irmãos	1961	1981
ANA	Erebango	1982	2002
FEPAGRO/INMET	Erechim	2003	2014

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).

A Figura 1 mostra a localização dos postos pluviométricos nos municípios na região do Alto Uruguai gaúcho.

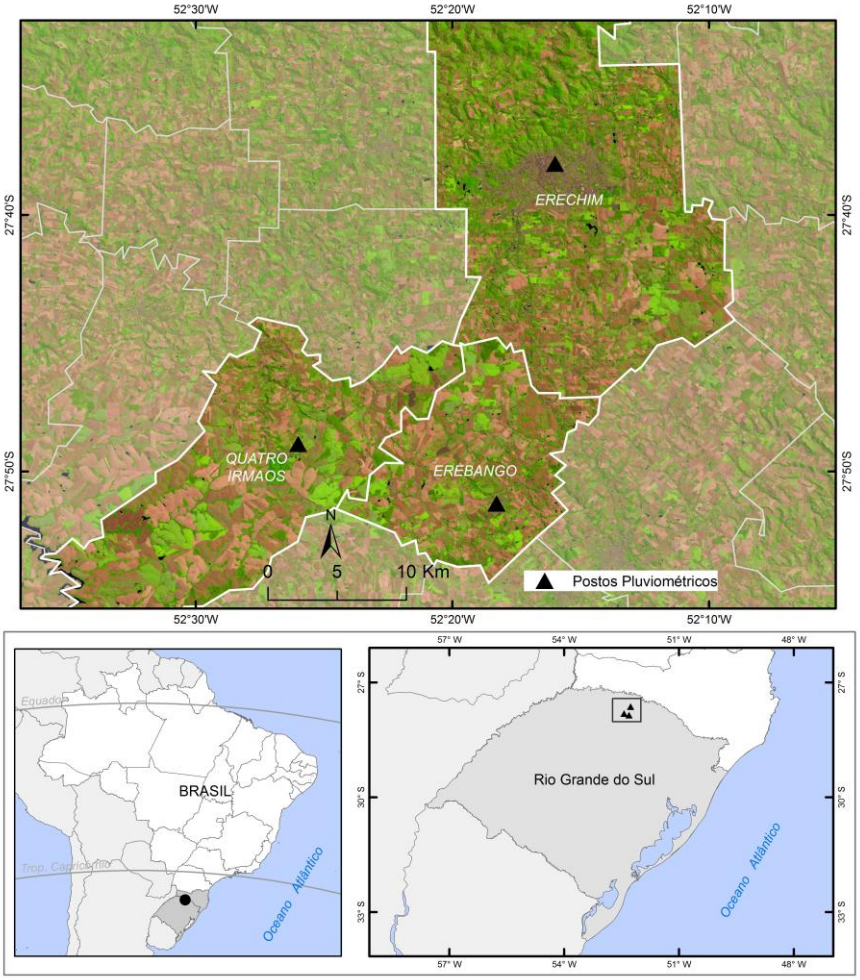

Figura 1: Localização dos municípios de Erechim, Erebango e Quatro Irmãos
Org. pelos autores

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

O tratamento estatístico para a preparação dos dados, desde a adoção de metodologias de preenchimento de falhas, por meio de regressão linear (do tipo $y = ax - \beta$) e coeficientes de regressão (r) e de determinação (R^2) entre os postos, até a avaliação da consistência dos dados preenchidos utilizando o Teste de Dupla Massa (TUCCI, 2009) pode ser encontrada nos trabalhos de Chechi e Sanches (2013a) e Sanches et al. (2015).

Em seguida, de posse do conjunto completo de dados (1957-2013), iniciaram-se as análises das tendências para os totais anuais, totais trimestres (JFM, AMJ, JAS e OND) e totais mensais no período estudado.

O Teste de Mann-Kendall (SIEGEL, 1975) foi aplicado para avaliar as tendências como significativas ou dentro da normalidade. O teste considera que na hipótese de estabilidade de uma série temporal (H_0), a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples).

Dessa forma, considerando uma série temporal de X_n (X_1,...X_i,...X_n) a ser analisada para a comprovação H_0, deve-se calcular a posição de cada elemento X_i em relação aos outros valores da série, de forma que R_1,...R_i,...R_n representam a sequência de números que especificam a ordem relativa da série temporal de X_i.

O passo seguinte consiste em se determinar o sinal para cada número-ordem pelas funções sinal ($R_j - R_i$) *cf.* mostram Folhes e Fisch (2006), Obregón e Marengo (2007) e Blain (2010) onde:

$$sinal\left(R_j - R_i\right) = \begin{bmatrix} 1; para\ R_j - R_i > 0 \\ 0; para\ R_j - R_i = 0 \\ -1; para\ R_j - R_i < 0 \end{bmatrix} \qquad (1)$$

Dessa forma, considerando a hipótese nula (H_0), o teste consiste no somatório apresentado na equação abaixo:

$$S = \sum_{j=i+1}^{n} sinal\ (Rj - Ri) \qquad (2)$$

Caso a hipótese H_0 seja verdadeira, a estatística S apresenta uma distribuição aproximadamente normal gaussiana, com média igual a zero e variância (VAR) conforme a seguinte equação:

$$VAR(S) = \frac{n(n-1).(2n+5)}{18} \qquad (3)$$

Para Alexander *et al.,* (2006) e Blain (2010), o uso do Método de Mann-Kendall na avaliação de séries temporais se mostra bastante robusto quanto aos desvios de normalidade e não-estacionaridade dos valores da série sendo este, o principal motivo de sua ampla utilização nesses estudos.

Finalmente, o valor da estatística de Mann-Kendall (MK) é dado por:

$$MK = \begin{cases} \dfrac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & se \quad S > 0 \\ 0 & se \quad S = 0 \\ \dfrac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & se \quad S < 0 \end{cases} \qquad (4)$$

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Uma vez concluída a análise estatística de Mann-Kendall é necessário se tomar a decisão final de aceitar ou rejeitar a hipótese de que não há tendência na série analisada (H_0) ou rejeitá-la a favor da hipótese alternativa. O sinal da estatística de Mann-Kendall indica se a tendência é crescente (MK>0) ou decrescente (MK<0).

Folhes e Fisch (2006), Sanches *et. al*, (2013; 2014), Vilanova (2014) entre outros sugerem que ao aplicar o Teste de MK, deva se adotar um nível de significância estatística de 95% ($p=0,05$). Dessa forma, valores fora do intervalo [-1,96;+1,96] seriam considerados como tendências significativas de aumento (quando maiores que +1,96) ou de queda (quando menores que -1,96).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos totais anuais de precipitação para a região de Erechim revela uma característica peculiar: uma forte variabilidade dos valores ao longo da série (1957-2013). Essa variabilidade foi estuda por Chechi e Sanches (2013a), por meio da aplicação do Índice de Anomalia de Chuvas (IAC). Os autores observaram que, em se tratando dos totais anuais, houve maior correspondência com eventos da fase quente (El Niño) do que com a fase fria (La Niña) do fenômeno ENOS.

Muito embora tenha se verificado uma tendência negativa para os totais anuais de precipitação (Figura 2), o resultado da aplicação do Teste de Mann-Kendall demonstrou que a série não sofreu modificações passíveis de serem consideradas como decorrentes de mudanças climáticas (Z=-0,39).

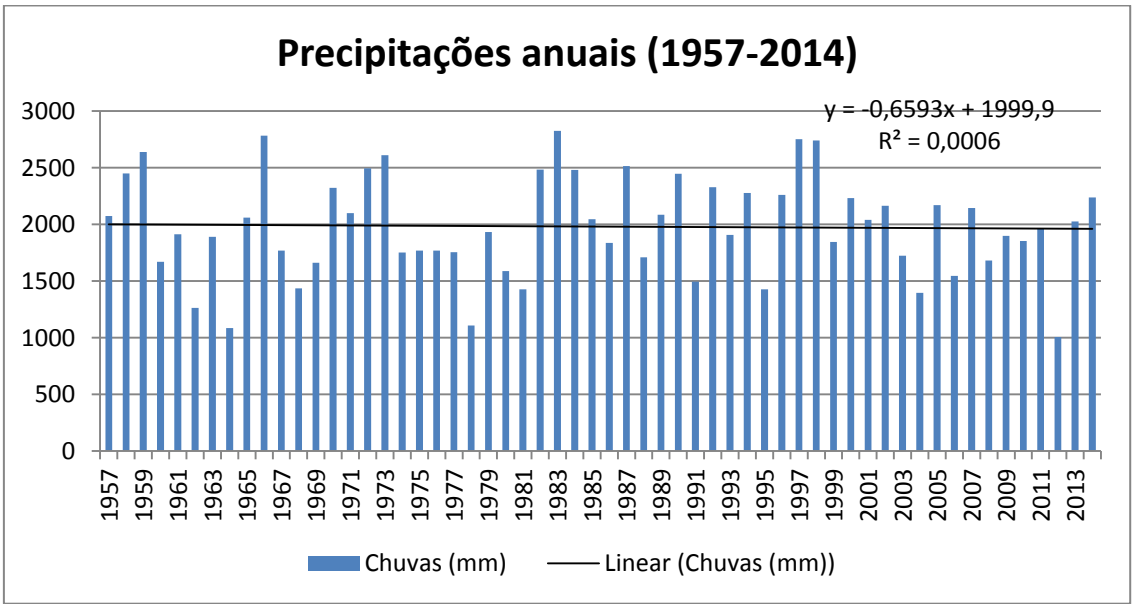

Figura 2. Totais anuais de precipitação para Erechim (1957-2014).

Igualmente, a análise dos totais trimestrais (Figura 3) revela a forte variabilidade das chuvas sazonais, característica básica observada no comportamento dos climas subtropicais, sobretudo, mediante a participação de anomalias como, por exemplo, o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), Oscilação Maden Julian (OMJ), "Modo Sul" (GRIMM et al., 2000; GRIMM e FERRAZ, 2012; PAMPUCH e FERRAZ, 2012; NERY e CARFAN, 2014 e CARDOSO et al., 2015).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

A submissão das tendências encontradas ao Teste de Mann-Kendall (Tabela 1) revelou que, muito embora tenha se observado tendência negativa para o inverno (trimeste JAS), tendências positivas para os trimestes do outono (AMJ) e primavera (OND) e, tendência praticamente neutra para o verão (JFM), nenhuma das estações demonstrou ter sofrido mudanças passíveis de serem consideradas como decorrentes de mudanças climáticas.

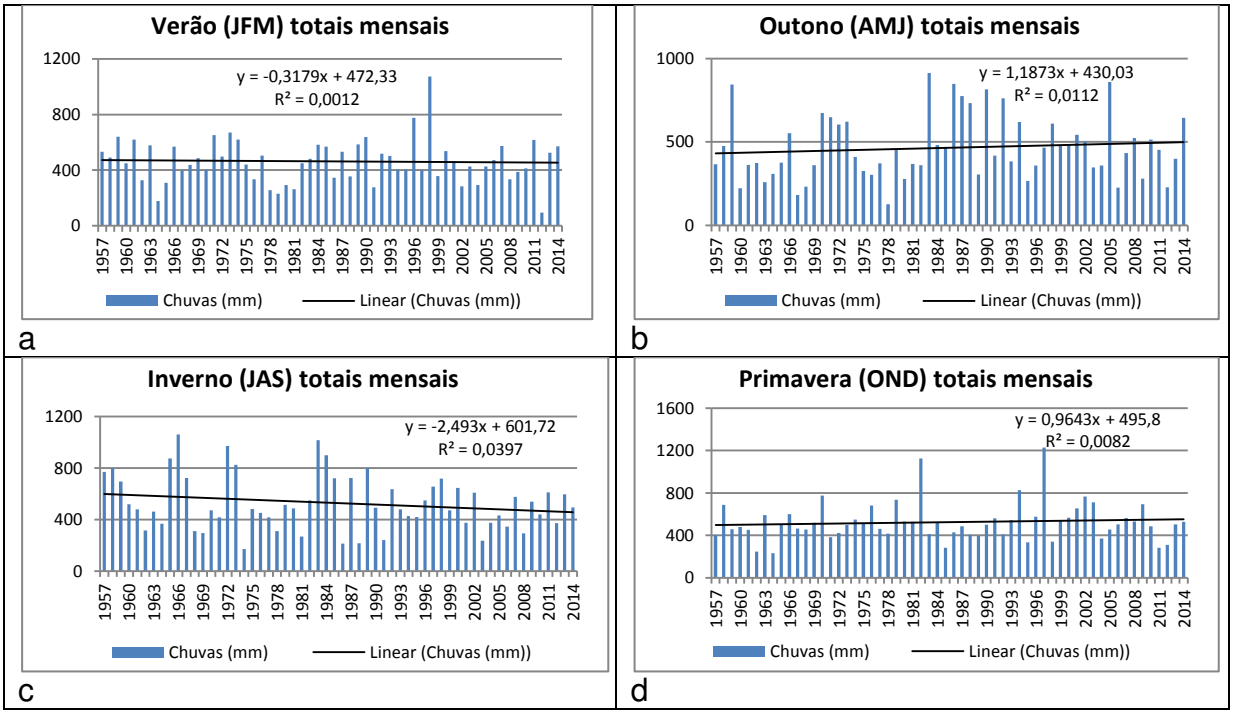

Figura 3. Totais trimestrais em janeiro/fevereiro/março (JFM) (a), abril/maio/junho (AMJ) (b), julho/agosto/setembro (JAS) (c) e outubro/novembro/dezembro (OND) (d) para Erechim entre 1957-2014.

Tabela 3 – Escores (z) do Teste de Mann-kendall para os totais trimestrais analisados

Período	Estatística MK
JFM	-0,67
AMJ	0,74
JAS	-1,20
OND	-0,67

Org. pelos autores

A Figura 4 demonstra o comportamento dos totais mensais no período de 1957-2014, suas tendências lineares, equações de regressão bem como seus coeficientes de determinação (R^2).

Novamente, conforme observado no comportamento dos totais trimestrais, a variabilidade das chuvas mensais, característica dos climas subtropicais, marcou o comportamento ao longo de todos os meses da série.

Suas tendências, ora positivas, ora neutras e ora negativas, demonstram que as chuvas mensais sofreram uma profunda variabilidade ao longo da série.

Destaque deve ser dado aos gráficos referentes aos meses de Agosto e Setembro, pois as tendências negativas observadas demonstram que há um possível processo de ressecamento, sobretudo, nos meses de agosto.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Essa redução nas chuvas mensais de agosto pode ser consequência da participação dos fenômenos de maior escala e oscilações como ENOS, OMJ e "Modo Sul", sobretudo nos anos 1990, conforme aponta Cardoso et al. (2015).

A avaliação das tendências mensais a partir da aplicação do teste de Mann-kendall (Tabela 4) demonstra que nenhuma das tendências observadas pode ser caracterizada como decorrente de mudanças climáticas, uma vez que seus escores permaneceram dentro do intervalo de confiança da hipótese H_0.

Nem mesmo a tendência negativa mais significativa encontrada para os totais mensais, observada para os meses de agosto (z = -1,86), foi avaliada após o MK como significativa. Dessa forma, reforçam-se as evidências de que os fenômenos de variabilidade de maior escala influenciam no comportamento das chuvas anuais, trimestrais e mensais.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

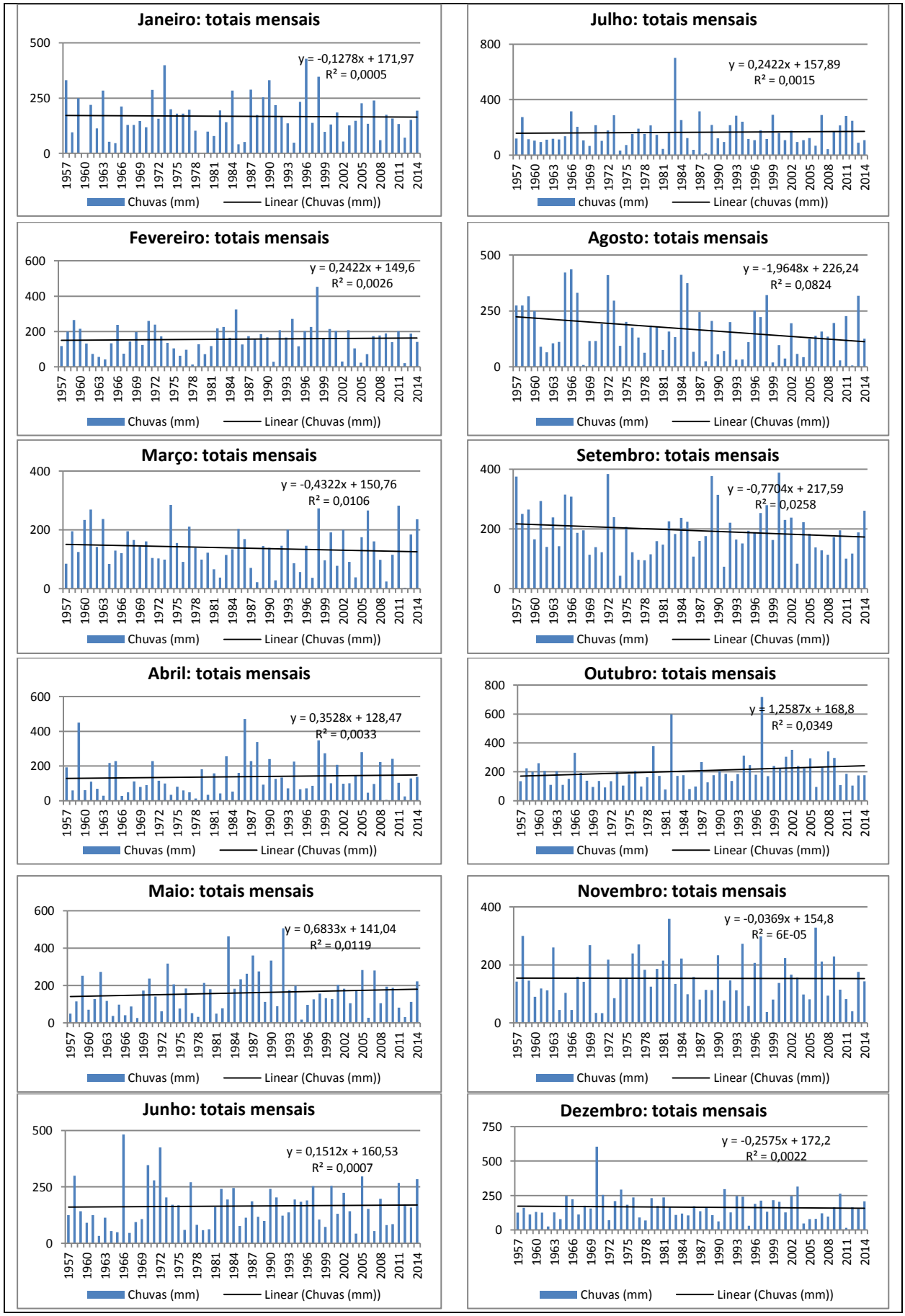

Figura 4. Tendência dos totais mensais para Erechim (1957-2014).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 4 – Escores (z) do Teste de Mann-kendall para os totais mensais analisados.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
z	-0,15	0,45	-1,22	1,04	0,81	0,65	0,50	-1,86	-1,33	1,63	-0,12	-0,10

Org. pelos autores.

Sendo assim, os resultados do teste de MK demonstraram que as tendências pluviométricas anuais, trimestrais e mensais, para a região de Erechim, não sofreram modificações que pudessem ser consideradas como decorrentes de mudanças climáticas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do Teste de Mann-Kendall (MK) em longas séries temporais permite que se avalie, qualitativamente, mudanças em seus comportamentos que possam ser consideradas como decorrentes de mudanças climáticas.

Submetidos a avaliação, a tendência encontrada para os totais pluviométricos anuais demonstrou ser quase neutra. Como já estudado em Chechi e Sanches (2013a), a variabilidade encontrada para o comportamento dos totais anuais possui relação com as fases quentes e frias do fenômeno ENOS.

A avaliação qualitativa das chuvas trimestrais demonstrou que as tendências positivas encontradas para a primavera e para o outono, bem como a tendência negativa observada para o inverno, não puderam ser consideradas como decorrentes de mudanças climáticas. Assim como foi observado para os totais anuais, os resultados observados corroboram com os encontrados em Grimm (2000), Grimm e Ferraz (2012), Nery e Carfan (2014) e Cardoso et al. (2015) que destacam a variabilidade sazonal das precipitações no Brasil subtropical.

Em relação ao comportamento dos totais mensais, a avaliação do MK demonstrou que nenhuma das séries mensais sofreu mudanças que pudessem ser consideradas como características de mudanças climáticas. Mesmo a maior tendência negativa (z = -1,86) encontrada, observada para os meses de agosto, não pode ser considerada como evidência de mudanças climáticas, pois seu escore (z) confirmou a hipótese $H_{0,}$ de que não há tendência significativa para a série.

Dessa forma, após a aplicação dos testes e associação do comportamento pluviométrico aos fenômenos de variabilidade de maior escala, é possível considerar que as chuvas anuais, trimestrais e mensais para Erechim e região, não sofreram mudanças significativas que pudessem ser consideradas como mudanças climáticas, a partir da segunda metade do século XX.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pro-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa. Os autores agradecem também FAPERGS (002073-2551/13-1) e ao CNPq (460329/2014-6) pelo apoio.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

6. REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS

ALEXANDER, L.V, et. al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**, v. 111, D05109, 2006.

ASADIEH, B.; KRAKAUER, N.Y. Global trends in extreme precipitation: Climate models versus observations. **Hydrology and Earth System Sciences** 19(2):877-891 · February. 2015.

BALEN, D. S.; SANCHES, F. O.; CHECHI, L. Evaluation of trends in rainfall in the Upper Uruguay in Rio Grande do Sul (Brazil) between 1957-2012. In: V Simpósio Internacional de Climatologia. **Anais...** Florianópolis, 2013.

BLAIN, G.C. Considerações estatísticas relativas a oito séries de precipitação pluvial da Secretaria de Agricultura e abastecimento do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, p.12- 23, 2009.

BLAIN, G.C. Detecção de tendências monótonas em séries mensais de precipitação pluvial no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.69, n4, p.1027-1033, 2010.

CARDOSO, A.B.; REBOITA, M.S.; GARCIA, S.R. Climatologia de frentes frias na América do Sul e sua relação com o Modo Anular Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 11, p. 9-26, 2015.

CHECHI, L.; BAYER, F.M. Modelos univariados de séries temporais para previsão das temperaturas médias mensais de Erechim, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental***,* v.16, n.12, p.1321–1329, 2012.

CHECHI, L.; SANCHES, F.O. 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. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.06, n.06, 2013a.

CHECHI, L.; SANCHES, F.O. Análise de uma série temporal de precipitação para Erechim (RS) e um possível método de previsão climática. **Ambiência (Online)***,* v. 9, p. 43-55, 2013b.

FOLHES, M.T.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendência nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v.1, n.1, p.61-71, 2006.

GRIMM A.M.; BARROS, V.R.; DOYLE, M.E. Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. **Journal of Climate**. 1. p. 35-58. 2000.

GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T. Variações interdecadais da relação entre eventos El Niño/La Niña e precipitação no Brasil. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002.

GROPPO, J.D.; MILDE, L.C.E.; GUAMERO, M.E.; MORAES, J.M.; MARTINELLI, L.A. Análise de séries temporais de vazão e de precipitação na Bacia do Rio Piracicaba. **Revista de Ciência & Tecnologia**. v.8, n.18, 2001. p.109-117.

HAYLOCK, M.R. et al. Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature. **Journal of Climate,** v.19, p.1490-1512, 2006.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change - Technical Summary. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

JACQUES-COPER, M.; BRÖNNIMANN, S.; MARTIUS, O.; VERA, C.; CERNE, S.B. Summer heat waves in southeastern Patagonia: an analysis of the intraseasonal timescale. **International Journal of Climatology**. August, 2015.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.2, 215-226, 2005.

MARENGO, J.A.; CHOU, S.C.; TORRES, R.R; GIAROLLA, A.; ALVES, L.M.; LYRA, A. **Climate Change in Central and South America: Recent Trends, Future Projections, and Impacts on Regional**

Agriculture. CCAFS Working Paper no. 73. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. 2014.

MARENGO, J.A.; ESPINOZA, J.C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. **International Journal of Climatology**. Jul, 2015.

MARENGO, J.A.; NOBRE, C. A.; SALATI, E.; AMBRIZZI, T. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Sumário Técnico. MMA, 2007.

MARENGO, J.A. et al. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins. **Climate Dynamics**, v.38, Issue 9-10, p.1829-1848, 2012.

NASCIMENTO, T.S. et al. 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, 2010.

NERY J.T.; CARFAN A.C. Re-analysis of pluvial precipitation in southern Brazil. **Atmósfera***.* n.27, 103-115, 2014.

OBREGÓN, G.; MARENGO, J.A. **Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas Médias Extremas.** Relatório nº 2. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Diretoria de Conservação da Biodiversidade. 2007.

OLIVEIRA, V.P.S. *Modelo para geração de séries sintéticas de precipitação*. 2003, 156f. **Tese de Doutorado** (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - PBMC –. **Base Científica das Mudanças Climáticas***.* Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil, 2012. 391pp.

PAIVA, E.M.C.D.; CLARKE, R.T. Análise de tendência de precipitação na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**. n.10 (1/2). p.37-41, 1995.

PAMPUCH, L.A. *Investigação do modo sul de precipitação no clima presente e futuro no Rio Grande do Sul.* **Dissertação de Mestrado** do Programa de Pós-graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria: 2010.

REN, Y.; PARKER, D.; REN, G.; DUNN, R.J.H. Tempo-spatial characteristics of sub-daily temperature trends in mainland China. **Climate Dynamics**. June. 2015.

SANCHES, F.O.; BALEN, D.S.; SILVA, R.V.; ROSA, K.K.; RADÜNZ, A. Chuvas no Rio Grande do Sul: um estudo sobre as precipitações acumuladas intensas no Alto Uruguai Gaúcho. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, p. 143-162, 2015.

SANCHES, F.O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Estudo de tendência de chuvas de longo prazo. Rev. **Ambiente & Água**, vol. 8 n. 3 Taubaté - Sep. / Dec. 2013.

SANCHES, F.O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Tendência de longo prazo das chuvas diárias no Sudoeste do Rio Grande do Sul: os eventos extremos e a arenização. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, p. 1100-1109, 2014.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as Ciências do Comportamento**. McGraw-Hill, Brasil. 1975.

SILLMANN, J.; ROECKNER, E. Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. **Climatic Change**. 86:83-104, 2008.

SILVA, D.F.; SILVA, R.A. Uso do Teste de Mann-Kendall para detecção de tendências climáticas comparativas entre regiões cearenses. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, **Anais...** João Pessoa, 2011.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2009.

VALVERDE, M.C.; MARENGO, J.A. Extreme rainfall indices in the hidrographic basins of Brazil. **Open Journal of Modern Hidrology**, v.4, n.1, 10-26, 2014.

VILANOVA, M.R.N. Tendências hidrológicas anuais e sazonais na bacia do rio Paraibuna, Parque Estadual da Serra do Mar (SP). **Sociedade & Natureza**, 26 (2): 301-316, mai/ago 2014.

VINCENT, L.A. et al. Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. **Journal of Climate**, v.18, p.5011-5023, 2005.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/CA_3.php>. Acesso em: 30/Setembro/2014.

Texto submetido à RBClima em 18/02/2016