

ANÁLISE DAS CHUVAS MENSAIS EM ALEGRETE (RS) NO PERÍODO DE 1928-2009: UM ESTUDO DE TENDÊNCIA

ANALYSIS OF MONTHLY RAINFALL IN ALEGRETE (RS) IN THE PERIOD 1928-2009: A STUDY OF TRENDS

Fabio de Oliveira Sanches
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS
fsanches@uffs.edu.br

Roberto Verdum
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
verdum@ufrgs.br

Gilberto Fisch
Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE/CTA
fisch.gilberto@gmail.com

EVENTOS EXTREMOS E IMPACTOS HIDRO METEOROLÓGICOS.

Resumo:

No sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul na campanha gaúcha, existem áreas que demonstram fragilidade em relação às características litológicas, pedológicas e da cobertura vegetal, principalmente, quando relacionadas às dinâmicas do clima. Os **areais** da região têm despertado especial atenção nas últimas décadas devido a questões históricas, socioeconômicas e ambientais. O processo de arenização origina-se da dinâmica de fenômenos naturais como as precipitações intensas associadas à dinâmica eólica. O objetivo desse trabalho foi analisar as precipitações mensais em Alegrete de 1928-2009 na identificação de possíveis evidências de modificações no seu comportamento. Foram utilizados dados pluviométricos de postos da Agência Nacional de Águas, disponibilizados pelo sistema hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Após organização dos dados diários em totais mensais, os mesmos foram inicialmente tratados e consistidos e posteriormente analisados em relação a sua tendência linear ao longo do tempo. A aplicação do Teste de Mann-Kendall permitiu avaliar qualitativamente as tendências encontradas (positivas e negativas), no entanto, não puderam ser consideradas como evidências de modificação climática, mas sim, como comportamentos aleatórios normais inerentes à própria série.

Palavras-chave: Arenização, precipitações, Sudoeste do Rio Grande do Sul, Teste de Mann-Kendall

Abstract:

In the southwestern state of Rio Grande do Sul, in the Campos/grassland areas are showing fragility in relation to soil and climatic characteristics. The sands of the region in recent decades have attracted special attention due to historical issues, socio economic and environmental factors. The process of sandization stems from the dynamics of natural phenomena such as intense rainfall associated with the dynamic wind. The aim of this study was to analyze the monthly precipitation of 1928-2009 in Alegrete in identifying possible evidence of changes in their behavior. We used rainfall data from stations in the *Agência Nacional de Águas (ANA)* provided by the system hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br>). After organizing the daily data in monthly totals, they were analyzed for their linear trend over time. Trends (positive and negative) were evaluated using the Mann-Kendall,

however, were not considered as evidence of climatic changes but, as normal random behavior of the series.

Key-words: Sandization, rainfall, Southwest of Rio Grande do Sul, Mann-Kendall.

Introdução

No sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, nas áreas de vegetação de formação campestre típica do bioma Pampa existem paisagens que demonstram sua fragilidade em relação às características do meio. Essa falta de cobertura vegetal constitui-se por áreas de solos arenosos e descobertos conhecidos localmente por *areais* (SUERTEGARAY, 1987; 1998; SUERTEGARAY *et al.*, 2001; 2005).

Nas décadas de 1970 e 1980 reportagens veiculadas pela imprensa e trabalhos como o de Souto (1985) foram os responsáveis pelas primeiras associações dos areais gaúchos a processos de desertificação em decorrência da atividade pecuarista (através do superpastoreio) e da atividade agrícola (lavouras mecanizadas de soja) (SUERTEGARAY, 2000).

No entanto, analisando o conceito de desertificação¹ proposto na Conferência das Nações Unidas sobre a Desertificação (Nairobi/Quênia em 1977) e sua relação com os fenômenos regionais, Suertegaray (1987) desqualificou os areais gaúchos como decorrentes de um processo de desertificação, classificando-os como consequência do processo de **arenização**. Segundo a autora, a arenização no sudoeste gaúcho consiste no “*retrabalhamento de depósitos areníticos pouco ou nada consolidados e que promovem nessas áreas, uma dificuldade de fixação da vegetação devido à mobilidade dos sedimentos pela ação das águas e dos ventos*” (SUERTEGARAY, 1987; 2000; SUERTEGARAY *et al.*, 2005).

Outro aspecto que desqualifica a existência da desertificação na região reside no fato de que os areais gaúchos não se encontram numa zona árida ou semiárida e, até mesmo, numa região sub-úmida seca, as precipitações anuais apresentam-se em torno de 1400 mm em média. Além disso, é importante, também, considerar que não foram encontradas evidências confiáveis de que sua expansão estaria modificando as condições climáticas regionais passando de um ambiente úmido para um ambiente semiárido ou árido (SUERTEGARAY, 1987, 1998, 2000).

Outros trabalhos que, também, analisam a questão dos areais gaúchos, sobretudo quanto às dinâmicas hidroclimáticas dos processos morfoesculturais, são os de Verdum (1997; 2004a, 2004b) nos quais, além de desmitificar os areais gaúchos como consequência de processos de desertificação/desertização, o autor considera que as chuvas irregulares e por vezes torrenciais são na verdade as responsáveis pela dinâmica das ravinas e voçorocas.

Assim, associando os estudos desenvolvidos por Suertegaray (1987), Suertegaray *et al.*, (2001) e Verdum (1997, 2004b) considera-se que a dinâmica da água nesses solos (arenosos) é a responsável

¹ Processo de desertificação como áreas que apresentam uma diminuição ou destruição do potencial biológico da terra. Entende-se esse conceito como um processo irreversível, sendo enquadrado numa escala de tempo presente. Em relação à escala espacial observa-se que a desertificação é cartografada em zonas climáticas: áridas, semiáridas, sendo considerado nesse processo o homem como um agente da degradação.

pela dinâmica dos processos superficiais concentrados os quais originam sulcos, ravinas e voçorocas, seja pela participação das intensas precipitações, seja pela participação da água junto a superfície e sub-superfície.

Marengo (2007) ao procurar detectar tendências observadas, caracterizar o clima do século XX e sua variabilidade, compilou resultados de estudos da variabilidade climática em longo prazo para a América do Sul e observou que o sul do Brasil e o norte da Argentina apresentaram forte tendência ao aumento das chuvas e vazões de rios associados ao fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) desde meados do século XX.

Dessa forma, para contribuir nos estudos referentes às precipitações no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul e sua participação na dinâmica dos areais gaúchos, o presente trabalho tem por objetivo analisar o comportamento das precipitações mensais na região de Alegrete (RS) no período de 1928 a 2009 e suas relações com possíveis mudanças climáticas.

Referencial Teórico

Uma discussão sobre a ocorrência de possíveis mudanças climáticas globais e suas repercussões nos níveis regionais e locais tem sido pauta constante em debates científicos nas últimas décadas. Questões ligadas à elevação das temperaturas planetárias associadas às emissões de gases do efeito estufa (tais como CO₂, CH₄) e o aumento dos eventos climáticos extremos (tempestades, ondas de calor/frio, por exemplo) norteiam trabalhos produzidos por diversos pesquisadores pelo mundo.

No ano de em 1988 a Organização das Nações Unidas (ONU) criou o *Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)*, órgão composto por delegados de 130 países, visto que a percepção da ação humana poderia estar exercendo forte influência sobre o clima planetário. Caberia então ao IPCC promover avaliações regulares sobre as mudanças climáticas (RAMOS *et al.*, 2008).

Assim, no ano de 1990 foi publicado o 1º Relatório de Avaliação (Assessment Report – AR) o qual reuniu argumentos a favor da criação da Convenção do Quadro das Nações Unidas para Mudanças do Clima, instância esta em que os governos negociariam políticas relacionadas às mudanças climáticas. O segundo relatório foi publicado em 1995 acrescentou ainda mais elementos às discussões que resultaram na proposição do Protocolo de Kyoto dois anos depois.

O *Third Assessment Report (TAR)*, nome dado para o terceiro relatório do IPCC publicado no ano de 2001, indicava que a maior parte do aquecimento global, sobretudo o observado nos últimos 50 anos, estava relacionado a causas antropogênicas. Esse terceiro relatório apresentou a base científica que sustentou a ideia de que a concentração de CO₂ na atmosfera estaria em seu nível mais elevado nos últimos 400 mil anos (MARENGO, 2007; RAMOS *et al.*, 2008).

Já no ano de 2004 o IPCC divulgou seu 4º Relatório de Avaliação das Mudanças do Clima do Planeta chamado de IPCC-AR4, que procurou demonstrar de forma conclusiva os perigos do aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera, como resultado da baixa capacidade dos países

industrializados em reduzir suas emissões, assim como, a resistência de alguns países em desenvolvimento em negociar sua estabilização e, por que não dizer, até mesmo a diminuição de suas emissões.

O 4º relatório também projetou um aumento da temperatura global entre 2°C e 4,5°C a mais do que os níveis registrados antes da Era Pré-Industrial. A melhor estimativa falava em um aumento médio de 3°C assumindo que os níveis de dióxido de carbono se estabilizariam 45% acima da taxa anual (MARENGO *et al.*, 2007; MARENGO e VALVERDE, 2007).

Baseados nos relatórios do IPCC, Marengo e Valverde (2007), acreditam que existam evidências de que eventos extremos como secas, enchentes, ondas de calor e frio, furacões e tempestades que têm afetado diretamente partes do planeta e produzidos enormes perdas econômicas e de vidas sejam consequências do aquecimento global. Os autores também acreditam que no Brasil, o furacão Catarina (março/2004), a seca da Amazônica em 2005 e as secas vistas no sul do país em 2004, 2005 e 2006 tenham relação direta com os efeitos do aquecimento global.

Para Dias (2006) cada vez que ocorre um evento extremo como chuvas fortes, ventos fortes ou furacões, surge a questão: será esse um indício das mudanças climáticas? A análise das séries históricas de temperatura e chuva em algumas regiões do mundo parece indicar que está ocorrendo uma alteração no comportamento do clima. Técnicas estatísticas (por exemplo, a realização de médias móveis de cinco a dez anos) mostram algumas tendências que chamam a atenção, mas que nem sempre podem ser consideradas como provas conclusivas de alterações permanentes do clima.

Mendonça (2006) também defende que os prognósticos contidos no relatório do IPCC-AR4 consideram que variações dos componentes do ciclo hidrológico (por exemplo a precipitação e a evapotranspiração) atuarão sobre a distribuição de água no planeta de forma diferenciada levando certas regiões a terem um incremento em seus volumes de água e, dessa forma, intensificando a ocorrência de chuvas torrenciais, enchentes, deslizamentos, movimentos de massa e processos erosivos, por exemplo.

Para Marengo (2007) o Quarto Relatório Científico do IPCC-AR4 apresenta evidências de mudanças no clima que poderiam afetar significativamente o planeta, especialmente os extremos climáticos, como maior rigor nos países menos desenvolvidos na região tropical. As conclusões desse relatório sugerem, com um nível de confiança de 90%, que o aquecimento global dos últimos cinquenta anos foi causado pelas atividades humanas. Nesse contexto, o autor ainda afirma que o Brasil é vulnerável às mudanças climáticas atuais e, mais ainda, às mudanças que se projetam para o futuro, sobretudo aquelas associadas aos extremos climáticos.

Criado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), o Grupo de Previsibilidade e Variações Climáticas (CLIVAR) tem desenvolvido estudos referentes às mudanças climáticas analisando o comportamento extremo do conjunto de variáveis climáticas por meio do seu grupo de pesquisadores interinstitucionais denominado *Expert Team on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI) (WMO, 2012).

Atualmente, diversos estudos têm sido desenvolvidos buscando identificar alterações ou mesmo variabilidades climáticas em escalas menores (níveis regional e local) dada a necessidade de se compreender aspectos pontuais nas mudanças (ALVES *et al.*, 2011).

Sob esse aspecto, nos últimos anos verifica-se um crescente aumento nos estudos sobre tendências de séries temporais de temperatura e precipitação. Trabalhos como Paiva e Clarke, 1995; Alexander *et al.*, 2006; Folhes e Fisch, 2006; Obregón e Marengo, 2007; Sillmann & Roeckner, 2008; Blain, 2010; Alves *et al.*, 2001; Lima, *et al.*, 2011, têm procurado analisar o comportamento de variáveis como temperatura e precipitação ao longo do tempo. Uma das principais ferramentas de análises desses trabalhos são os testes estatísticos, sobretudo o Teste de Mann-Kendall (SIEGEL, 1975).

O Teste de Mann-Kendall consiste num teste estatístico não-paramétrico aplicado na identificação de tendências demonstrando-se bastante robusto quanto aos desvios de normalidade e não-estacionalidade dos valores de uma série. Por esse motivo é uma técnica recomendada pela OMM para estudos de tendências climáticas em séries temporais longas.

Metodologia

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>), sendo selecionados para este trabalho informações dos postos de Alegrete (INMET), Alegrete (ANA), Passo Mariano Pinto, Fazenda 3 Capões e Estação do Tigre. Os dados foram organizados e tabulados a fim de se obterem os totais mensais para cada posto analisado.

Dada a verificação de falhas em diversos meses no conjunto dos postos utilizados para análise, procurou-se preenchê-las por meio de técnicas de regressão linear simples (SANCHES *et al.*, 2012), testar sua consistência por meio do Teste de Dupla Massa (TUCCI, 2009), a fim de se obter uma série contínua de dados mensais para análise.

Por possuírem os maiores conjuntos contínuos de dados no decorrer da série (1928-2009) os postos Alegrete (INMET) e Alegrete (ANA) foram escolhidos como os postos principais: Alegrete (INMET) no período de 1928 a 1985 e Alegrete (ANA) no período de 1986 a 2009.

As doze séries mensais de dados foram submetidas à análise de tendência linear no decorrer do período e avaliadas qualitativamente quanto ao comportamento de sua tendência pelo Teste de Mann-Kendall (SIEGEL, 1975).

Resultados e discussão

Em relação aos totais anuais da série Alegrete (1928-2009) o trabalho de Sanches *et al.*, (2012) já havia demonstrado uma redução de 219,5 mm nas precipitações ao longo dos 81 anos de dados analisados. Também demonstrara que, embora tenha se verificado uma tendência linear negativa, a

mesma não fora considerada significativa por meio da aplicação do Teste de Mann-Kendall a 95 % de nível de significância.

A análise das tendências temporais dos totais mensais (Figura 1) permitiu observar que no decorrer do período de 81 anos ocorreram pequenas modificações no comportamento dessas precipitações.

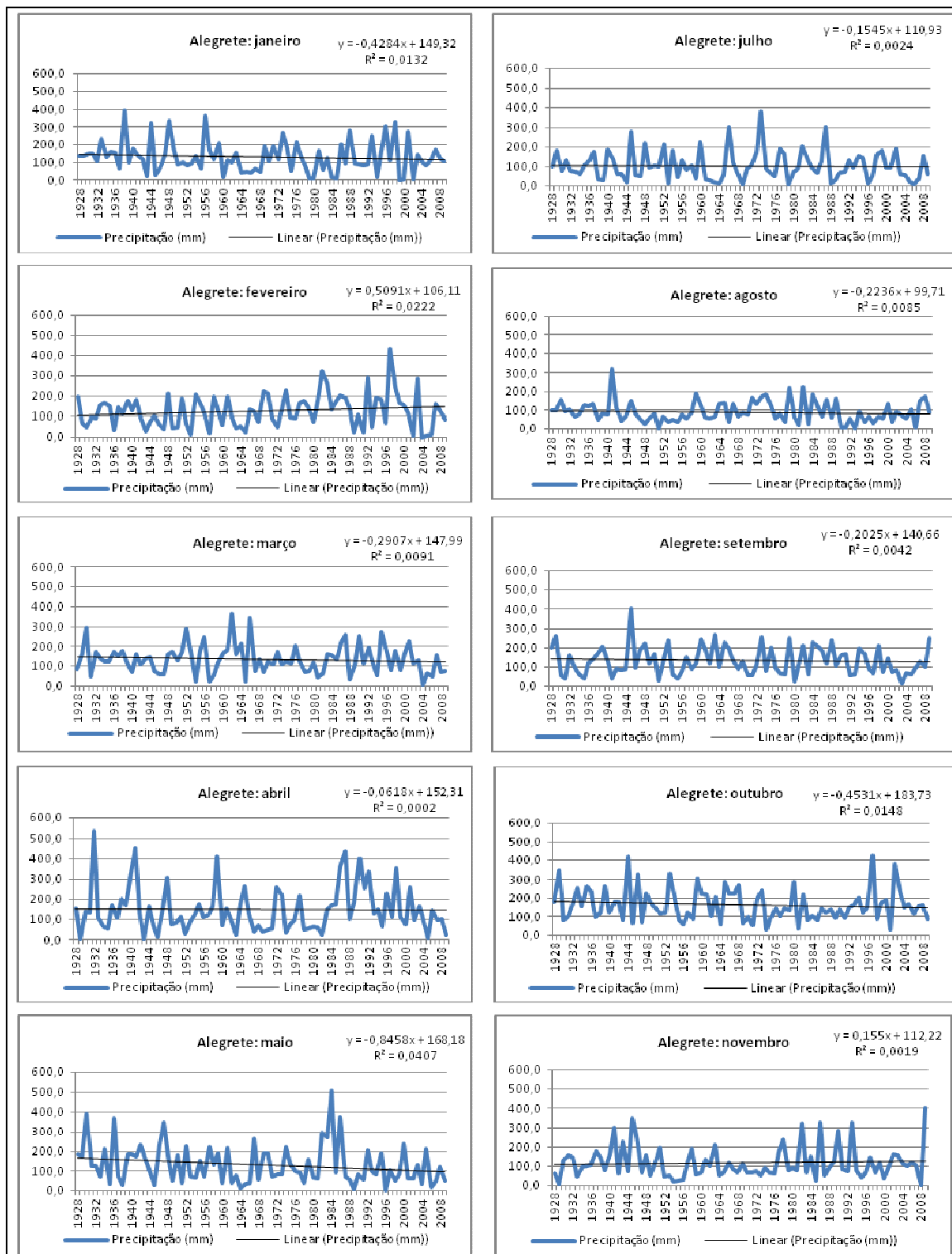
O comportamento da série referente aos meses de janeiro apontou para uma leve tendência negativa, observada por sua reta de tendência linear implicando numa redução de 34,3 mm ao longo dos 81 anos da série.

Diferentemente da série dos meses de janeiro, as informações dos meses de fevereiro mostradas na Figura 1 apontaram para uma tendência positiva da série com um incremento nas precipitações da ordem de 40,7 mm no período analisado. Já na série correspondente aos meses de março os resultados apontaram para uma tendência negativa da série implicando numa redução nos valores pluviométricos da ordem de 23,3 mm no período. A análise das informações dos meses de abril permitiu identificar que praticamente não houve mudança na linha de tendência ao longo da série (nem positiva, nem negativa), onde, com base na equação linear verificou-se uma redução de apenas 4,9 mm nas precipitações nos 81 anos. Já o gráfico referente aos meses de maio (Figura 1) mostrou uma tendência linear negativa reduzindo os valores pluviométricos da série em 67,7 mm. O gráfico dos meses de junho (Figura 1) permitiu que se observasse o leve comportamento linear negativo ao longo dos anos analisados. Através de sua equação linear é possível verificar que houve uma redução de 23,7 mm nas precipitações no decorrer do período. Assim como nos meses de junho, o gráfico dos meses de julho permitiu verificar a tendência linear levemente negativa, implicando numa redução de 12,4 mm nas precipitações ao longo da série. A mesma tendência pode ser observada nas precipitações dos meses de agosto onde o comportamento linear negativo apontou para uma redução de 17,9 mm nos 81 anos.

A série dos totais mensais de setembro também apontou para uma tendência negativa ao longo do período reduzindo as precipitações em 16,2 mm nos anos analisados, assim como nos meses de outubro onde a tendência negativa da série se repetiu reduzindo os volumes precipitado em 36,2 mm ao longo do período de dados. A série dos meses de novembro retomou uma leve tendência positiva com um incremento de 12,4 mm nos anos analisados, enquanto que a série de dezembro apontou para uma tendência linear negativa ao longo dos anos implicando na redução de 36,1 mm nas precipitações nos 81 anos da série.

Assim com no trabalho de Sanches *et al.*, (2012), a aplicação do Teste de Mann-Kendall (SIEGEL, 1975) nos dados analisados permitiu que se avaliasse o comportamento das tendências encontradas buscando possíveis evidências de mudanças no comportamento no decorrer dos anos.

Para o teste MK deve-se aceitar a hipótese H_0 , a qual a série é estacionária e que não há tendência (nem positiva nem negativa) em um nível de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$), sempre que $-1,96 < MK < +1,96$ (MARENGO e ALVES, 2005; FOLHES e FISCH, 2006).



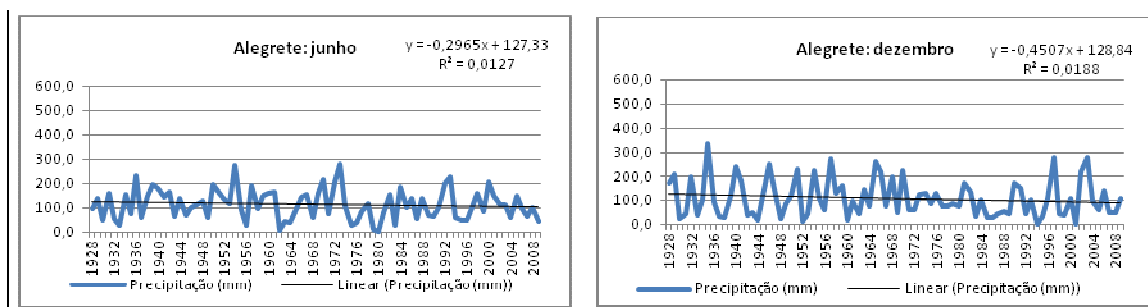


Figura 1: Tendências das precipitações mensais em Alegrete (1928-2009).

A Tabela 1 mostra os valores de MK encontrados para os meses da série após a aplicação do teste e a significância encontrada.

Tabela 1. Resultado da análise de tendência dos totais mensais da série Alegrete com nível de confiança de 95%.

Séries mensais analisadas	Teste de Mann-Kendall (MK calculado)	Tendência ($\alpha = 0,05$)
Janeiro	-0,094	NS
Fevereiro	0,063	NS
Março	-0,070	NS
Abril	0,007	NS
Mai	-0,139	NS
Junho	-0,075	NS
Julho	-0,045	NS
Agosto	-0,066	NS
Setembro	-0,029	NS
Outubro	-0,068	NS
Novembro	0,033	NS
Dezembro	-0,065	NS

NS = tendência não significativa.

Com base nas informações da Tabela 1 é possível verificar que apenas as séries dos meses de fevereiro, abril e novembro apresentaram tendência positiva. Já as demais séries mensais demonstraram tendência negativa. No entanto, considerando o nível de significância proposto (95%), em todas as séries a hipótese H_0 foi aceita, ou seja, as tendências encontradas não puderam ser consideradas como significativas para mudanças de comportamento no período.

Conclusões

Após a organização e a análise dos dados pluviométricos mensais de Alegrete no período de 1928-2009, os resultados demonstraram que nos meses de fevereiro, abril e novembro o comportamento linear da série apresentou uma tendência positiva ao aumento das precipitações. Já os demais meses demonstraram nos 81 anos da série tendência linear negativa.

Ao se verificar os resultados das tendências mensais encontradas por meio da aplicação do Teste de Mann-Kendall constatou-se que tais tendências (positivas e negativas) não podem ser consideradas

como decorrentes de modificações climáticas, mas sim como resultado da aleatoriedade normal da própria série.

Os resultados encontrados contrapõem-se as ideias apontadas por Marengo (2007) em relação ao comportamento das precipitações na segunda metade do século XX, pelo menos em relação à região no entorno de Alegrete (RS).

Dessa forma, baseado nas análises dos dados, verifica-se que o comportamento dos totais mensais das precipitações na região dos areais gaúchos, sobretudo os da região de Alegrete (RS), não sofreu alteração significativa no decorrer do século XX.

Séries históricas de outros postos pluviométricos da região serão igualmente analisadas buscando encontrar possíveis evidências de modificações no comportamento das chuvas no decorrer do século XX, bem como a aplicação de modelos de simulação climática para até o ano de 2100.

Referências:

ALEXANDER, L.V.; ZHANG, X.; PETERSON, T.C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEIN TANK, A.M.G.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A.; RUPA KUMAR, K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VICENT, L.; STEPHENSON, D. B.; BURN, J.; AGUILAR, E.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAIN, P.; RUSTICUCCI, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, J.L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**. vol. 111, D05109, 2006. (doi: 10.1029/2005JD00690). Disponível em <<https://bora.uib.no/bitstream/1956/1477/1/Stephenson.pdf>> acesso em: 27 de maio de 2011.

ALVES, E.D.L; PRADO, M.F.; SPECIAN, V. Análise da variabilidade climática da precipitação pluvial em Barra do Garças, Mato Grosso. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**. Uberlândia, v.2, n.2, p.512-523, jul./dec. 2011. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/13326/8099>> acesso em 15 de janeiro de 2012.

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. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n4/v69n4a31.pdf>> acesso em 27 de maio de 2011.

DIAS, M.A.F.S. Efeito estufa e mudanças climáticas regionais. **Revista USP**, São Paulo, n.71, p.44-51, set./nov., 2006. Disponível em <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S0103-99892006000400007&script=sci_arttext> acesso em 12 de maio de 2011.

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. Disponível em <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/16/pdf_62> acesso em 30 de janeiro de 2012.

LIMA, J.R.A.; NEVES, D.J.D; ARAÚJO, L.E.; AZEVEDO, P.V. Identificação de tendências climáticas no Estado da Bahia. **Revista de Geografia (UFPE)**. v.28, n.3, 2011. Disponível em <<http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/500/387>> acesso em 22 de janeiro de 2012.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v.20, n.2, p.215-226, 2005. Disponível em <<http://www.rbmet.org.br/port/index.php>> acesso em 20 de janeiro de 2012.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o Território Brasileiro ao longo do Século XX**. Série Biodiversidade, n. 26, MMA, 2007. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/arquivos/14_2_bio_Parte%201.pdf> acesso em 12 de maio de 2011.

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. Disponível em <<http://www.cptec.inpe.br>> acesso em abril de 2011.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenários de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Revista Multiciência**, edição n. 8 - maio, Mudanças Climáticas, Campinas: 2007. Disponível em <http://www.multiciencia.unicamp.br/art01_8.htm> acesso em 12 de maio de 2011.

MENDONÇA, F. Aquecimento Global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 2, p.71-86, dez, 2006. Disponível em <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima/article/viewFile/25388/17013>> acesso em 12 de maio de 2011.

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. Disponível em <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod_probio/Relatorio_2.pdf> acesso em 16 de junho de 2010.

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. Disponível em <<http://www.rbmet.org.br/port/index.php>> acesso em 20 de janeiro de 2012.

RAMOS, M. A. B.; VIANA, S.; SANTO, E. B. E. Mudanças climáticas. In: SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. Disponível em <<http://www.cprn.gov.br>> acesso em 30 de abril de 2011.

SANCHES, F.O; VERDUM, R.; FISCH, G. Preenchimento de falhas em série de dados pluviométricos de Alegrete (RS) e análise de tendência. XXXI Encontro Estadual de Geografia, **Anais...** Rio Grande-RS, 2012.

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. DOI 10.1007/s10584-007-9308-6. Disponível em <<http://www.springerlink.com/content/532h6863610576m1/>> acesso em 3 de novembro de 2011.

SOUTO, J. J. **Deserto, uma ameaça?** Porto Alegre: DRNR, Diretoria Geral, Secretaria da Agricultura, 1985.

SUERTEGARAY, D.M.A. **A Trajetória da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quarai - RS**. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987. 243 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Deserto Grande do Sul: controvérsias**. 2.ed. rev. amp. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 1998.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A.; VERDUM, R. (orgs); BASSO, L. A.; MEDEIROS, R. M. V.; MARTINS, R.; ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; BERTÊ, A. M. de A. **Atlas da Arenização Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento e Secretaria da Ciência e Tecnologia Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2001. 84p. Disponível em < <http://www.ufrgs.br/areais.pampa/atlas.htm> > acesso em 10 de maio de 2011.

SUERTEGARAY, D. M. A.; VERDUM, R.; BELLANCA, E. T.; UAGODA, R. E. S. Sobre a gênese da arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Terra Livre**, Goiânia, v. 1, n. 24, p. 135-150, 2005. Disponível em < http://www.agb.org.br/files/TL_N24.pdf > acesso em 10 de maio de 2011.

VERDUM, R. **Approche géographique des “déserts” dans les communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana, État du Rio Grande do Sul, Brésil**. Tese de Doutorado, UFR de Géographie et Aménagement, Université de Toulouse Le Mirail, Toulouse, 1997. 211p.

VERDUM, R. Tratados internacionais e implicações locais: a desertificação. **GEOgraphia** – ano 6 – n. 11. 2004a. Disponível em < <http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/144/139> > acesso em 10 de maio de 2011.

VERDUM, R. Depressão periférica e planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (orgs) **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004b.

TUCCI, C.E.M.(Org.) **Hidrologia: ciência de aplicação**. 4.ed., 1ª reimp. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009.

WMO – World Meteorological Organization – disponível em < http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/CA_3.php > acesso em 30 de abril de 2012.