

Artigo

Análise Espacial e Temporal dos Dados de Precipitação das Estações de Entorno da Bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras (SC) Visando Sua Inserção no Contexto de Mudanças Climáticas

Gustavo Antonio Piazza¹, Edson Torres¹, Paolo Moser², Rafael Gotardo¹,
Vander Kaufmann¹, Adilson Pinheiro¹

¹*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil.*

²*Departamento de Engenharia Florestal, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil.*

Recebido: 22/7/2015 - Aceito: 10/2/2016

Resumo

Mudanças climáticas são cada vez mais evidentes no cenário atual, provocando alterações em processos físicos, químicos e biológicos. O aumento da precipitação, por exemplo, é uma consequência das mudanças do clima. Este estudo teve por objetivo analisar o comportamento tendencial de dados mensais e anuais, assim como os máximos, das estações de entorno da bacia do Ribeirão Concórdia no município de Lontras no estado de Santa Catarina. Foi analisada a normalidade dos dados utilizados, além de três testes de aferição de tendências; o da análise da linha de tendência, o teste Mann-Kendall e a técnica da DFA (*Detrended Fluctuation Analysis*), além de uma correlação com índices do clima global. Foram encontradas tendências positivas para grande parte das estações analisadas por ambos os métodos (16 de 20), com significância para 11 estações. Os dados de máxima precipitação diária no mês também apresentaram aumento. Por meio de métodos estatísticos simplificados não foi encontrada correlação entre os dados pluviométricos e os índices globais na área analisada.

Palavras-chave: séries históricas, pluviometria, teste de Mann-Kendall, dimensão fractal.

Spatio-Temporal Analysis of Pluviometric Data from the Monitoring Stations Near the Concórdia River Catchment, Lontras City (Santa Catarina - Southern Brazil) Aiming Their Integration in the Climate Change Context

Abstract

Climate change is increasingly evident in the current scenario, causing changes in physical, chemical and biological processes. The precipitation increase, for example, is a consequence of the climate change. This study aimed to analyze the trend behavior of monthly and annual data, as well the maximum values, from the surrounding stations of the Concórdia River catchment in Lontras municipality, State of Santa Catarina, southern Brazil. Normality tests and three trends analysis were performed; trend line analysis, Mann-Kendall test and technique of DFA (*Detrended Fluctuation Analysis*), besides a correlation test with global index responsible for the climate. Positive trends were found for means, maximums and annual for analyzed stations by both methods (16 of 20) with significance for 11 stations. Maximum data also showed an increase. However, considering the simplified statistical methods used in this work no correlation was found towards the global index.

Keywords: time series, pluviometric, Mann-Kendall test, fractal analysis.

1. Introdução

Os Prognósticos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) relatam que alterações climáticas tendem a se acentuar ainda mais nos próximos anos (IPCC, 2014). As mudanças climáticas são caracterizadas por alterações no estado do clima, persistindo durante um longo período de tempo. Essa mudança pode ser desencadeada por processos naturais, como as oscilações dos ciclos solares e erupções vulcânicas, ou por mudanças antropogênicas que afetam a atmosfera e o uso do solo (Burkett *et al.*, 2014). O processo de mudanças climáticas é um problema científico de interesse mundial (Mu e Mu, 2013). Existe uma tendência crescente de reconhecimento da necessidade de mudanças (Wouter *et al.*, 2011), sejam elas de legislação ou de comportamento. De acordo com o IPCC, em seu relatório de 2014, a superfície terrestre nas últimas três décadas tem sido sucessivamente mais quente do que qualquer outra década desde 1850. O período de 1983 a 2013 (30 anos) foi provavelmente o mais quente, considerando os últimos 1400 anos. Dados médios combinados de temperatura global (superfície terrestre e oceanos) mostram um aquecimento médio de 0,85 °C no período de 1880 a 2012 e aponta um aumento da temperatura na ordem de 4,8 °C até 2100 para o pior cenário simulado (RCP 8,5) (IPCC, 2014). Pressupõe-se que uma das consequências deste acréscimo na temperatura é o aumento da frequência e da magnitude de eventos meteorológicos e hidrológicos, em decorrência das alterações no ciclo hidrológico (Case, 2006; Tao *et al.*, 2011), além do aumento da temperatura da superfície da terra, mudanças nos padrões de vento e principalmente no aumento médio das precipitações (IPCC, 2013). As irregularidades climáticas atuais que afetam o ciclo de água global são provenientes de influências antropogênicas e naturais (Mu e Mu, 2013).

Juntamente com as mudanças no regime de precipitação têm ocorrido as intensificações dos eventos climáticos extremos, com maiores frequências e duração. Os eventos extremos de precipitação geram as enchentes, inundações e deslizamentos, causando impactos negativos em cidades e zonas agrícolas, além de perdas de vidas. As mudanças na precipitação, entretanto, não são uniformes. Essas mudanças ocorrem de forma distinta nas diversas regiões do planeta (Wanderley *et al.*, 2014). Por exemplo, para as regiões de clima temperado espera-se que os índices pluviométricos aumentem, porém, para as regiões subtropicais secas (pluviometria irregular), como parte do Nordeste brasileiro, espera-se que a média de precipitação diminua, aumentando a escassez das chuvas (Dore, 2005). Nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, vulneráveis aos eventos extremos de precipitação, espera-se um aumento da ocorrência destes eventos. O principal impacto esperado para as áreas urbanas neste cenário de mudanças é o aumento dos riscos para a sociedade, economia e ecossistemas, por meio de tempestades/precipitações intensas, ondas de calor, poluição atmosférica, inundações, escassez de água, deslizamentos

de terra e aumento do nível de oceanos. Estes riscos podem ser intensificados em regiões sem infraestrutura básica para receber estes eventos meteorológicos e desastres.

Assim como em outras regiões do globo, na América do Sul estudos também mostram uma alteração de comportamento dos eventos climáticos naturais (Alexander *et al.*, 2006). Eventos estes que são determinantes no clima, como por exemplo, as monções e massas de ar dos Oceanos Atlântico e Pacífico que regulam o regime das chuvas (Grimm *et al.*, 1998; Grimm, 2009). No Sul do Brasil há elevada disponibilidade de vapor de água o ano todo, favorecendo máximos relativos de precipitação no outono, inverno e primavera em diferentes regiões (Grimm, 2009). As regiões de monção da América do Sul são vulneráveis à variabilidade climática de longo prazo e, especialmente, aos eventos climáticos extremos, como secas e inundações intensas (Marengo *et al.*, 2009). No sul do Brasil, mais especificamente na região do Estado de Santa Catarina, ocorrerá a intensificação dos fenômenos meteorológicos e climáticos, como as zonas de convergências do Atlântico Sul e os fenômenos El Niño/La Niña (aquecimento e resfriamento anômalo das águas do Oceano Pacífico Equatorial) (Teixeira e Satyamurty, 2004; Herrmann, 2006). As anomalias da temperatura da superfície do mar associadas com o El Niño são as principais responsáveis pelas anomalias de precipitação no sudeste da América do Sul no outono (PBMC, 2014). Além disso, por ser uma zona de alta taxa de crescimento demográfico e expansão econômica, há também indícios de possíveis influências antrópicas sobre o clima, por meio de poluição atmosférica e redução de áreas florestadas.

Visando entender como as alterações climáticas estão modificando os elementos meteorológicos, estudos têm apresentado indicações de mudanças na temperatura e na precipitação (Biggs e Atkinson, 2011). As alterações destes fatores estariam mudando a variabilidade de elementos meteorológicos. A identificação de tendências dos dados de clima pode ser utilizada para essa compreensão (Some'e *et al.*, 2012). Tendência, neste caso, é considerada uma alteração contínua e sistemática da série temporal, que reflete o grau de acréscimo ou decréscimo em seus valores (Back, 2001). De acordo com Dourado Neto *et al.* (2005), se faz necessário o estudo temporal das distribuições de variáveis climáticas para compreender os fenômenos meteorológicos, determinando seus padrões de ocorrência e permitindo uma previsibilidade razoável do comportamento climático de uma região, que é uma ferramenta valiosa para o planejamento e gestão de atividades agropecuárias e humanas.

Tendo em vista que a região do sul do Brasil tem parte expressiva de sua economia voltada ao agronegócio que depende das variações do clima (Cera e Ferraz, 2015), este estudo determinou as tendências dos dados de precipitação das estações pluviométricas do entorno da bacia hidrográfica do Ribeirão Concórdia, no município de Lontras, Santa Catarina, no sentido de entender seu comportamento.

2. Material e Métodos

Utilizaram-se dados de precipitação de estações pluviométricas localizadas no entorno da bacia do Ribeirão Concórdia, no município de Lontras, na vertente atlântica do estado de Santa Catarina (Fig. 1). Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados pluviométricos mensais e anuais obtidos da rede de estações hidrometeorológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), disponíveis na base de dados HIDROWEB. Foram analisadas informações referentes às estações selecionadas em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), com o software ArcGIS 10.3. As estações pluviométricas foram organizadas e tabuladas de acordo com o tamanho disponível da série temporal de dados (Tabela 1).

Os dados utilizados são em grande parte consistidos. Todas as estações tinham seus dados consistidos da primeira contagem até o final do ano de 2000 (dezembro). Os dados posteriores ao ano 2000 estavam disponíveis apenas no formato de dados brutos, no entanto, estes dados foram consistidos manualmente por meio da comparação entre as estações de entorno, verificando-se a correspondência das mesmas.

Fez-se o teste de homogeneidade das séries temporais por meio dos testes de Shapiro-Wilks e o teste Run (ou teste de Sequência), que são testes não paramétricos (Back, 2001; Minuzzi *et al.*, 2010) por meio do software PAST (Hammer *et al.*, 2001). O teste de normalidade é utilizado para verificar se a distribuição de probabilidade associada a um conjunto de dados pode ser aproximada da distribuição normal.

A análise de tendência das séries temporais dos dados pluviométricos foi executada por meio de três testes: a análise da linha de tendência, o teste de Mann-Kendall e a técnica de análise de flutuação destendenciada ou DFA (*Detrended Fluctuation Analysis*).

Na técnica da análise da linha de tendência houve o ajuste de uma função linear. Tendo em vista que a equação da reta é dada como $y = ax + b$, onde “a” corresponde ao coeficiente angular da reta. Assim, se $a > 0$ pode-se dizer que a tendência é crescente, caso contrário, $a < 0$; a tendência é decrescente. Ao realizar esse procedimento, o valor da estatística do coeficiente de determinação (R^2) é obtido como uma medida da qualidade do ajuste efetuado. O teste da linha de tendência foi executado para a série de dados mensais, anuais e da máxima precipitação diária no mês.

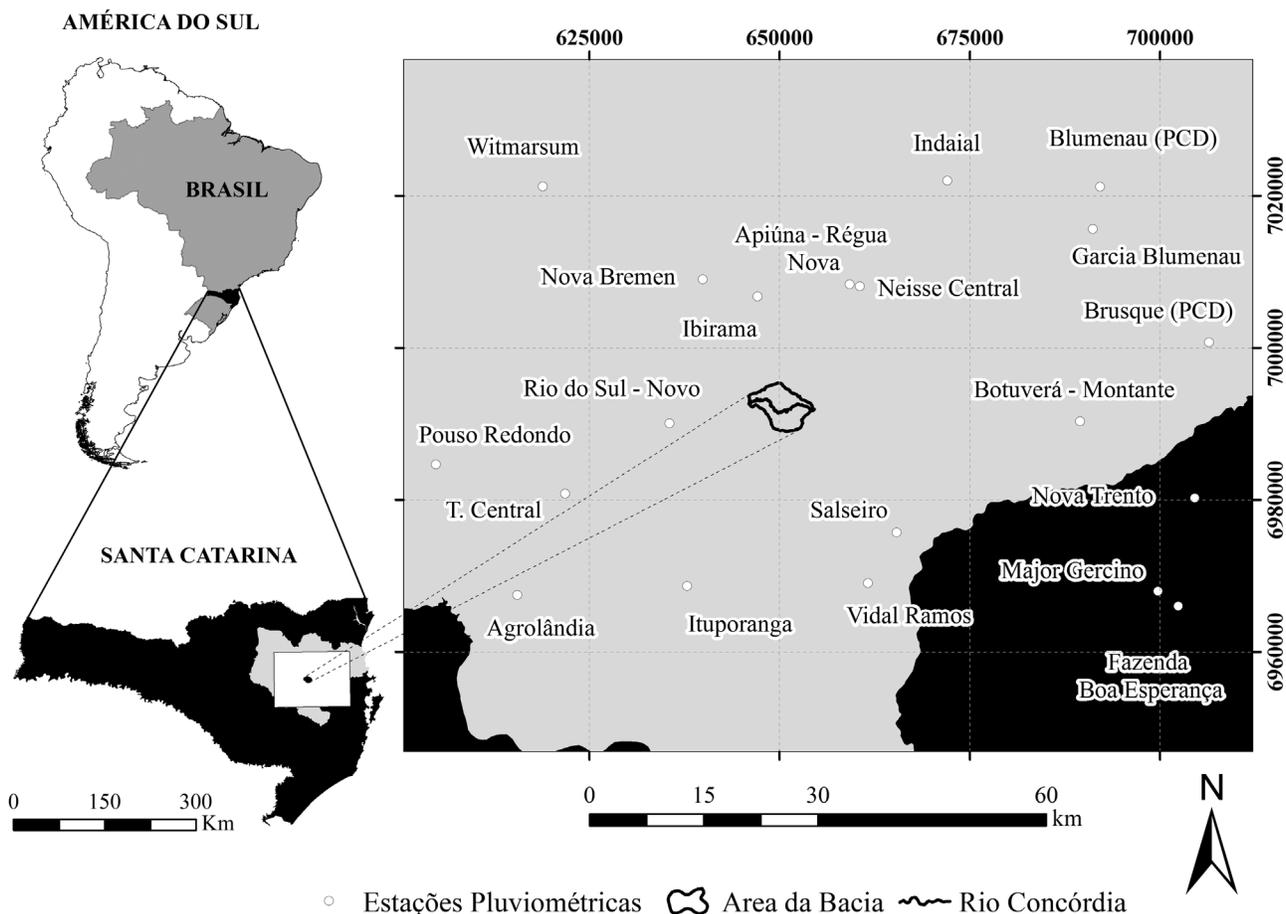


Figura 1 - Localização da área de estudo e das estações pluviométricas de entorno utilizadas na bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras – Santa Catarina, Sul do Brasil.

Tabela 1 - Estações pluviométricas utilizadas na análise de tendência dos dados de precipitação no entorno da bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras (SC), Sul do Brasil.

Estações	Código ANA	Início dos dados	Término dos dados	Anos completos
Ilhota Jusante	2648001	01/09/1927	01/07/2014	86
Ibirama	2749001	01/01/1934	01/09/2014	80
Apiúna- Régua Nova	2749000	01/01/1934	01/09/2014	80
Pouso Redondo	2749006	01/01/1941	01/08/2014	73
Ituporanga	2749002	01/01/1941	01/08/2014	73
Brusque (PCD)	2748000	01/01/1941	01/07/2014	73
Garcia Blumenau	2649009	01/01/1941	01/07/2014	73
Nova Bremen	2749005	01/01/1941	01/09/2014	73
Indaial	2649005	01/01/1941	01/09/2014	73
Blumenau (PCD)	2649007	01/03/1944	01/07/2014	70
Major Gercino	2748001	01/10/1945	01/07/2014	68
Nova Trento	2748002	01/10/1945	01/07/2014	68
Trombudo Central	2749013	01/11/1945	01/08/2014	68
Fazenda Boa Esperança	2749015	01/11/1955	01/07/2014	58
Neisse Central	2749016	01/04/1956	01/09/2014	58
Vidal Ramos	2749033	01/04/1976	01/08/2014	38
Witmarsun	2649053	01/07/1976	01/09/2014	38
Rio do Sul - Novo	2749039	01/12/1978	01/08/2014	35
Agrolândia	2749041	01/01/1983	01/08/2014	31
Salseiro	2749046	01/01/1988	01/08/2014	26

O teste Mann-Kendall (Sneyers, 1975) é um método não paramétrico utilizado para analisar tendências de séries temporais, permitindo detectar e localizar, de forma aproximada, se uma série de dados possui tendência positiva ou negativa, além de fornecer o nível de significância de determinada tendência (Goossens e Berger, 1986; Back, 2001). De acordo com Back (2001), na hipótese nula (H_0) do teste de Mann-Kendall é de que a sequência de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade é sempre a mesma (série aleatória simples). Para H_0 , a estatística do teste é dada pela Eq. (1) e (2).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (1)$$

onde $\text{sign}(x) = [1, \text{ se } x > 0; 0, \text{ se } x = 0; \text{ e } -1, \text{ se } x < 0]$, x_j e x_k são ... e n é o número de observações, considerando o caso em que a série pode ter grupos com observações iguais. S é normalmente distribuída, ou seja, $S \sim N(\mu, \sigma^2)$ com $\mu = 0$.

$$\sigma^2 = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^P t_j(t_j-1)(2t_j+5)}{18} \quad (2)$$

onde P é o número de grupos com observações iguais; t_j é o número de observações iguais no grupo j .

Quando o número de observações é superior a 30, a estatística do teste pode ser calculada por $Z = [(S - 1)/\sigma, \text{ se } S > 0; 0, \text{ se } S = 0; \text{ e } (S+1)/\sigma, \text{ se } S < 0]$. O teste de Mann-

Kendall foi executado pelo software MAKESENS 1.0 (Salmi *et al.*, 2014), apenas para os dados anuais das estações pluviométricas.

Utilizou-se também a técnica da DFA (*Detrended Fluctuation Analysis*), ferramenta capaz de detectar autocorrelação em séries temporais com não estacionariedade. A técnica da DFA foi utilizada para obter o expoente de Hurst (H) (Hurst, 1951; Hurst *et al.*, 1965) das séries temporais das estações pluviométricas. Fez-se a análise da DFA tanto para dados anuais como mensais. O expoente Hurst caracteriza o grau de auto-similaridade ou persistência em séries temporais, o qual também pode ser chamado como o “índice de dependência de longa duração”. Na geometria fractal, o expoente Hurst está diretamente relacionado à dimensão fractal. Ele quantifica a tendência relativa de uma série temporal ou a regressão para a média ou a aglomeração em uma direção. O valor desse expoente varia entre 0 e 1. Para $H = 0,5$ o sinal ou processo é aleatório, ou seja, a série não é correlacionada. Para $0 < H < 0,5$, o sinal é caracterizado como antipersistente, ou seja, existe uma probabilidade maior do que cinquenta por cento (50%) de que um valor “negativo” seja seguido de um valor “positivo”. Para $0,5 < H < 1$, o sinal é dito persistente, pois apresenta uma tendência (autocorrelação positiva), isto é, a probabilidade de repetição de um valor é maior do que cinquenta por cento (50%). O algoritmo da DFA foi executado no software R Project 3.2, por meio do pacote de dados

já existente no software. A série de dados foi colocada em sequência em uma coluna. O software permite estimar o expoente de Hurst por meio da dependência do intervalo redimensionado para o tempo n de observação. Inicialmente a série temporal completa (N) é dividida em um número menor ($n = N, N/2, N/4, \dots$). A média do intervalo redimensionado é então calculada para cada valor de n (série parcial de dados de comprimento n , $X = X_1, X_2, \dots, X_n$). A sequência de cálculo compreende a determinação da média (m) com a Eq. (3), a média ajustada da série com a Eq. (4) e o desvio cumulativo da série Z com a Eq. (5). Assim, é calculado o intervalo R com Eq. (6) e o desvio padrão (S) com a Eq. (7).

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

$$Y_t = X_t - m \quad \text{para } t = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$Z_t = \sum_{i=1}^t Y_i \quad \text{para } t = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$R(n) = \max(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) - \min(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \quad (6)$$

$$S(n) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - m)^2} \quad (7)$$

Desta forma, é calculado o intervalo redimensionado $R(n)/S(n)$ e a média sobre toda a série histórica parcial de comprimento n . O expoente de Hurst é estimado pelo encaixe da lei de potência $E = \left[\frac{R(n)}{S(n)} \right] = Cn^H$ ao dados, onde, $R(n)$ é o intervalo dos valores iniciais de n e $S(n)$ é o desvio padrão, $E[x]$ é o valor esperado, n é o intervalo de tempo observado; e C é uma constante. Geralmente é plotado o logaritmo de $E = \left[\frac{R(n)}{S(n)} \right]$ como função de $\log n$, e a declividade da reta fornece o expoente de H .

Fez também a análise da correlação por meio da tabela de correlação e do coeficiente de Pearson (pois a quantidade dos valores amostrados foi superior a 30,

$n > 30$), analisando o p -value (p -value menor que 0,05, o r de Pearson é significativo [$\alpha = 0,05$]). Foram analisadas as correlações dos dados mensais com o Índice Niño Oceânico (ONI) (NOAA, 2015) e a média da temperatura global da superfície oceânica e terrestre (Hansen *et al.*, 2010) com os dados médios anuais de precipitação.

Ao final, um esquema ilustrativo do cenário de tendência foi gerado para o entorno da bacia em ambiente SIG, por meio do software ArcGIS 10.3. Utilizaram-se as coordenadas geográficas das estações pluviométricas de entorno e suas informações inseridas na tabela de atributos (como precipitação média e máxima). Usando a ferramenta de Análise Geoestatística (*Geostatistical Analyst*) fez-se uso do método de interpolação e otimização da Krigagem (*Kriging*).

3. Resultados e Discussão

De acordo com o teste Run e Shapiro-Wilks, todas as séries históricas mensais das estações pluviométricas não são normais (Fig. 2). Isto também ocorreu em parte dos dados anuais (8 de 20 estações). A não normalidade dos dados analisados pode ser explicada às oscilações naturais dos dados de precipitação, tendo em vista fatores climáticos globais e geomorfológicos. Para Wanderley *et al.* (2014), mudanças ocorridas na precipitação são em função de ciclos climáticos naturais. Cera e Ferraz (2015), no entanto, estudando variações climáticas da precipitação no sul do Brasil conseguiram encontrar normalidade nos dados pluviométricos, ou seja, a normalidade dos dados pode ser uma característica específica da região de estudo.

Na Tabela 2 foram sintetizadas equações lineares geradas na análise linha de tendência para dados mensais e anuais, juntamente com a qualidade desses ajustes, por meio do coeficiente de determinação (R^2) e o resultado do teste de Mann-Kendall para dados anuais.

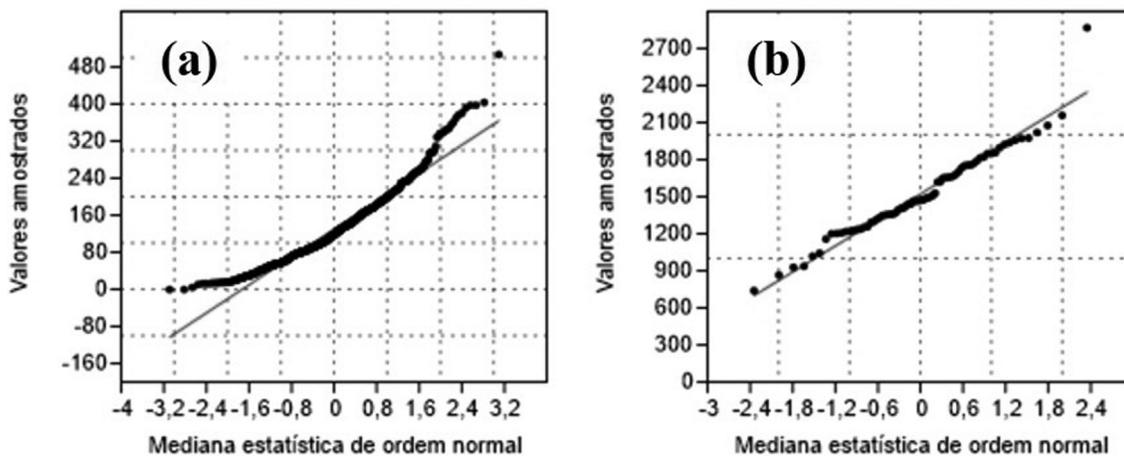


Figura 2 - Exemplo dos resultados do teste de Run da série de dados (a) mensais da estação Neisse Central e (b) anuais da estação Apiúna – Régua Nova; sobre a mediana estatística de ordem normal.

Tabela 2 - Equações lineares de linha de tendência e resultado do teste de Mann-Kendall para as estações pluviométricas utilizadas do entorno da bacia do Ribeirão Concórdia (SC).

Estações	Análise da equação linear da linha de tendência				Mann-Kendall	
	Mensal	R ²	Anual	R ²	Z	Signif.
Ilhota Jusante	$y = 0,0073x + 123,44$	0,0007	$y = 1,4171x + 1451,1$	0,0108	0,21	
Ibirama	$y = 0,0003x + 122,4$	1E-06	$y = 0,1118x + 1463,5$	8E-05	0,39	
Apiúna - Régua	$y = 0,0405x + 102,54$	0,0192	$y = 6,0194x + 1180,4$	0,1406	3,77	(***)
Pouso Redondo	$y = 0,0441x + 97,268$	0,0229	$y = 6,4752x + 1116,2$	0,2025	4,24	(***)
Ituporanga	$y = 0,0222x + 113,3$	0,0057	$y = 3,3823x + 1328,4$	0,0437	2,00	(*)
Brusque (PCD)	$y = 0,004x + 137,14$	0,0002	$y = 1,8297x + 1596$	0,0166	1,26	
Garcia Blumenau	$y = 0,0446x + 116,53$	0,0154	$y = 6,6056x + 1348,3$	0,1424	2,95	(**)
Nova Bremen	$y = 0,0462x + 87,232$	0,0277	$y = 6,2445x + 1014,8$	0,173	3,78	(***)
Indaial	$y = 0,0279x + 110,55$	0,0087	$y = 4,0017x + 1296$	0,0634	1,75	(+)
Blumenau (PCD)	$y = 0,0493x + 105,92$	0,0194	$y = 5,9766x + 1285,3$	0,133	2,55	(*)
Major Gercino	$y = 0,0008x + 109,36$	0,0047	$y = 2,5963x + 1429,6$	0,025	1,00	
Nova Trento	$y = -0,0004x + 117,02$	1E-06	$y = 2,5902x + 1285,5$	0,014	0,80	
Trombudo Central	$y = 0,0314x + 102,96$	0,0109	$y = 4,6085x + 1198,8$	0,1056	2,67	(**)
Faz. Boa Esperança	$y = 0,0485x + 106,43$	0,014	$y = 5,9511x + 1283,5$	0,0862	2,29	(*)
Neisse Central	$y = 0,0349x + 106,74$	0,0088	$y = 4,4863x + 1277,3$	0,0484	1,91	(+)
Vidal Ramos	$y = -0,0139x + 130,33$	0,0007	$y = -3,4272x + 1680,9$	0,0218	-0,55	
Witmarsun	$y = 0,0031x + 126,5$	3E-05	$y = -4,4957x + 1843,9$	0,0189	-0,65	
Rio do Sul - Novo	$y = -0,0191x + 147,55$	0,001	$y = -3,4513x + 1837,3$	0,0131	0,23	
Agrolândia	$y = 0,0043x + 135,18$	3E-05	$y = 0,0194x + 1655,1$	3E-07	0,31	
Salseiro	$y = 0,0321x + 96,676$	0,0018	$y = -0,3295x + 1546,2$	0,0001	0,04	

Legenda: Nível de significância da tendência no teste de Menn-Kendall (*) $\alpha = 0,05$; (**) $\alpha = 0,01$, (***) $\alpha = 0,001$; e (+) $\alpha = 0,1$.

A equação linear da média pluviométrica mensal das estações foi $y = 0,0002x + 123,58$, com um coeficiente de determinação de $R^2 = 0,0006$ (Fig. 3A), ou seja, a tendência da média mensal das estações por meio da análise da equação da reta foi baixa, porém positiva. O resultado da média anual foi superior com uma equação $y = 1,1132x + 1487,9$ e um coeficiente de determinação de $R^2 = 0,0108$ (Fig. 3B). Os coeficientes angulares foram baixos, pois a variabilidade interna dos dados foi elevada.

Em relação aos dados mensais individuais das estações, apenas as estações de Nova Trento, Vidal Ramos e Rio do Sul - Novo, apresentaram uma tendência negativa. Todas as outras estações (17 de 20) apresentaram tendência positiva, sendo a estação Blumenau (PCD) com a maior tendência positiva (coeficiente angular da reta [a] de 0,0493). Em relação aos dados anuais individuais, as estações Vidal Ramos e Rio do Sul - Novo voltaram a apresentar tendência negativa, juntamente com as estações Witmarsun e Salseiro. Todas as outras estações apresentaram tendência positiva (16 de 20), sendo que a estação Garcia Blumenau apresentou a maior tendência positiva (coeficiente angular da reta [a] de 6,60). As estações próximas da cidade de Blumenau foram responsáveis pelos maiores valores de precipitação tanto para dados mensais como anuais.

Por meio dos resultados do teste de Mann-Kendall, confirmou-se a tendência positiva das precipitações para grande parte das estações, com significância para oito (8) estações (Apiúna - Régua, Pouso Redondo, Nova Bremen, Trombudo Central, Garcia Blumenau, Ituporanga, Blumenau (PCD) e Fazenda Boa Esperança). As estações Indaial e Neisse Central também apresentaram tendências positivas, com $\alpha = 0,1$. As estações com tendências negativas foram Vidal Ramos e Witmarsun, sem significância pelo teste. Estes dados apenas confirmam a tendência de aumento na precipitação na maior parte das estações de entorno da Bacia do Ribeirão Concórdia. Resultado que se assemelha com Campos *et al.* (2006), que afirmam em seu estudo que as precipitações anuais apresentaram uma tendência de aumento, como por exemplo, no município de Chapecó, onde a precipitação teve um aumento de 37,7 mm ao longo dos últimos 38 anos. Assim como Sanches *et al.* (2014a), estudando a série de dados pluviométricos da região no entorno do município de Alegrete (RS), demonstraram alterações e tendências positivas para chuvas de baixa intensidade e de tendências de aumento dos eventos extremos de precipitação intensa.

Com a análise dos dados tendenciais pelo método da linha de tendência, verificou-se que dados anuais de certa forma realçaram os coeficientes angulares. Ou seja, em um

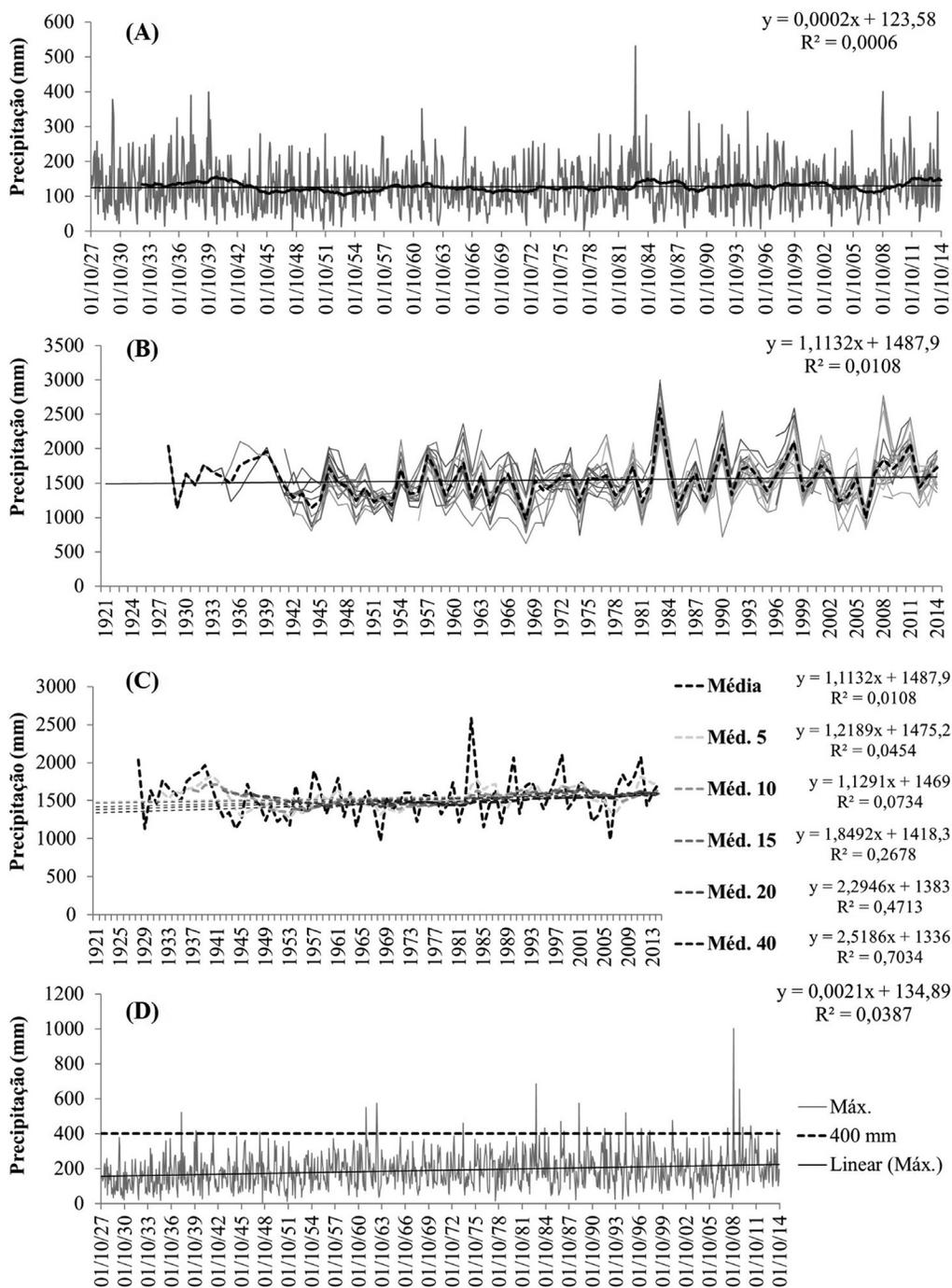


Figura 3 - (A) Média dos dados mensais de precipitação juntamente com a média corrente de 5 anos; (B) individuais e médias anuais de precipitação; (c) médias correntes (5,10, 15, 20 e 40) dos dados anuais de precipitação; e (d) máximas mensais para as estações pluviométricas do entorno da bacia do Ribeirão Concórdia (SC).

primeiro momento é possível afirmar que os dados mensais não são bons indicadores de tendência devido à baixa normalidade dos dados, assim como sua elevada variação. Os dados anuais também não apresentaram normalidade, no entanto, com eles é possível realçar os coeficientes angulares da análise da linha de tendência. Na análise dos dados anuais por meio da linha de tendência, percebeu-se também, a alternativa de se fazer suavização, como a técnica da

média corrente, que reduz o ruído (variabilidade) dos dados. Por exemplo, utilizando apenas a média geral anual, o coeficiente angular foi de 1,1132. Porém, quanto maior a quantidade de anos utilizados para calcular a média corrente (neste caso foram testados 5, 10, 15, 20 e 40 anos), maior foi o coeficiente angular encontrado (2,5186 para a média corrente de 40 anos e R^2 de 0,7034), evidenciando a tendência dos últimos anos (Fig. 3C).

Analisando as máximas precipitações diárias no mês (Fig. 3D), verificou-se que estes dados também apresentam uma tendência positiva, por ambos os métodos, equação linear $y = 0,0021x + 134,89$ e Mann-Kendall $Z = 2,76$ com elevada significância ($\alpha = 0,01$). Sanches *et al.* (2014b) também encontraram esse cenário de aumento de eventos intensos para a região de entorno do município de Alegrete (RS). Para comprovar a tendência positiva dos métodos utilizados, fez-se também a análise da contagem de eventos, neste caso, usando como exemplo os eventos superiores a 400 mm mensais. Com a contagem dos eventos, no período de 1928 (início dos dados) até 1950 (22 anos) haviam ocorrido quatro eventos de precipitação superiores a 400 mm/mês. No período seguinte de 1950 a 1980 (30 anos) ocorreram novamente quatro eventos que foram superiores ao limite estabelecido de 400 mm ao mês. No período de 1980 a 2010 (30 anos), entretanto, ocorrem 17 eventos superiores 400 mm mensais. Sendo o mês de novembro de 2008, com a maior máxima mensal já registrada (1001,20 mm ao mês), na estação Blumenau (PCD). O evento de precipitação de Blumenau em 2008 ficou marcado, como causador de desastre social e ambiental na região do Vale do Itajaí, pois além dos habituais transtornos causados pela cheia do rio, esse evento foi marcado por um grande número de movimentos de massa (Aumond e Sevegnani, 2009). Com estes resultados fica evidenciado que pelo menos a frequência de ocorrência destes eventos extremos vem tendo um aumento considerável, tendo em vista os últimos 30 anos. Mesmo que a média dos meses não apresente tendência positiva acentuada, os dados máximos de chuva vêm sendo balanceados com os valores abaixo de 400 mm nas áreas de entorno da bacia.

Com a técnica da DFA para extração do expoente de Hurst, foi analisado o índice de dependência/persistência por meio da raiz do valor quadrático médio (ou RMSE). Todas as estações analisadas apresentaram um coeficiente de Hurst dentro do intervalo de variação de $0 < H < 0,5$, tanto para dados mensais como para dados anuais (Tabela 3). Valores mensais variaram de 0,0482019 a 0,06648539 e os valores anuais de 0,02015171 a 0,1767375. Este intervalo caracteriza ambas as séries de dados como antipersistentes (existe uma probabilidade maior do que cinquenta por cento de que um valor “negativo” seja seguido de um valor “positivo”) e estacionárias (a diminuição de tendência no passado pode ser relacionada a aumento da tendência no futuro e vice-versa). Isso acontece também pois, eventos de precipitação seguem uma distribuição sazonal média. Ou seja, é difícil que os valores de chuva apresentem tendência sequencial de crescimento, tendo que os valores de precipitação variam dentro de uma margem média e não sigam uma tendência positiva crescente. Carvalho *et al.* (2007), neste mesmo sentido, mostraram que a variabilidade de baixa frequência é relacionada à concepção de antipersistência diferentemente das séries de dados de alta frequência, como por exemplo, dados diários.

Tabela 3 - Expoentes de Hurst (H) calculados pela técnica da DFA para as estações pluviométricas utilizadas do entorno da bacia do Ribeirão Concórdia (SC).

Estações	DFA – Coeficiente de Hurst	
	Mensal	Anual
Ilhota Jusante	0.05611783	0.1077314
Ibirama	0.0482019	0.161392
Apiúna - Régua	0.05268529	0.0594436
Pouso Redondo	0.05025115	0.04652463
Ituporanga	0.06301545	0.09651959
Brusque (PCD)	0.07856591	0.1044598
Garcia Blumenau	0.06274969	0.1422798
Nova Bremen	0.04902718	0.07013102
Indaial	0.05861227	0.1767375
Blumenau (PCD)	0.06831937	0.08626054
Major Gercino	0.04833629	0.04746245
Nova Trento	0.06097432	0.15796
Trombudo Central	0.05190779	0.06024523
Faz. Boa Esperança	0.07485366	0.08294891
Neisse Central	0.06648539	0.08971992
Vidal Ramos	0.04963165	0.08553396
Witmarsun	0.06047907	0.05375126
Rio do Sul - Novo	0.05836855	0.07799342
Agrolândia	0.06218906	0.1263248
Salseiro	0.05186145	0.02015171

Afirmar esta que pode ser comprovada com os expoentes de Hurst encontrados neste trabalho, no qual estações anuais apresentaram um valor superior aos mensais para todas as estações.

Não foi encontrada correlação entre o aumento da pluviometria com os dois índices globais, o Índice Niño Oceânico (ONI), determinante no clima da região sul do Brasil, e a média da temperatura global da superfície oceânica e terrestre, responsável por grande parte das anomalias climáticas atuais (Fig. 4). No entanto, vale ressaltar que os testes estatísticos utilizados neste trabalho são muito simplificados tendo em vista o nível da análise e o resultado inferido, testes estatísticos mais aprofundados necessitam ser executados. Os resultados atingidos com as análises utilizadas mostraram que dados mensais de precipitação de 19 estações não apresentaram significância na correlação ($p > 0,05$) tendo em vista os valores médios correntes do Índice Niño Oceânico (ONI) (Tabela 4). Apenas para a estação Ituporanga foi encontrada significância ($p = 0,0061734$), com um R^2 de 0,14348. Este resultado pode ter ocorrido devido à elevada variabilidade dos dados pluviométricos na região, sendo que, mesmo com a ocorrência do evento, existe a variabilidade de baixa frequência nos dados de precipitação que é fortemente relacionada ao ENOS. Para aferições mais aprofundadas seria necessário

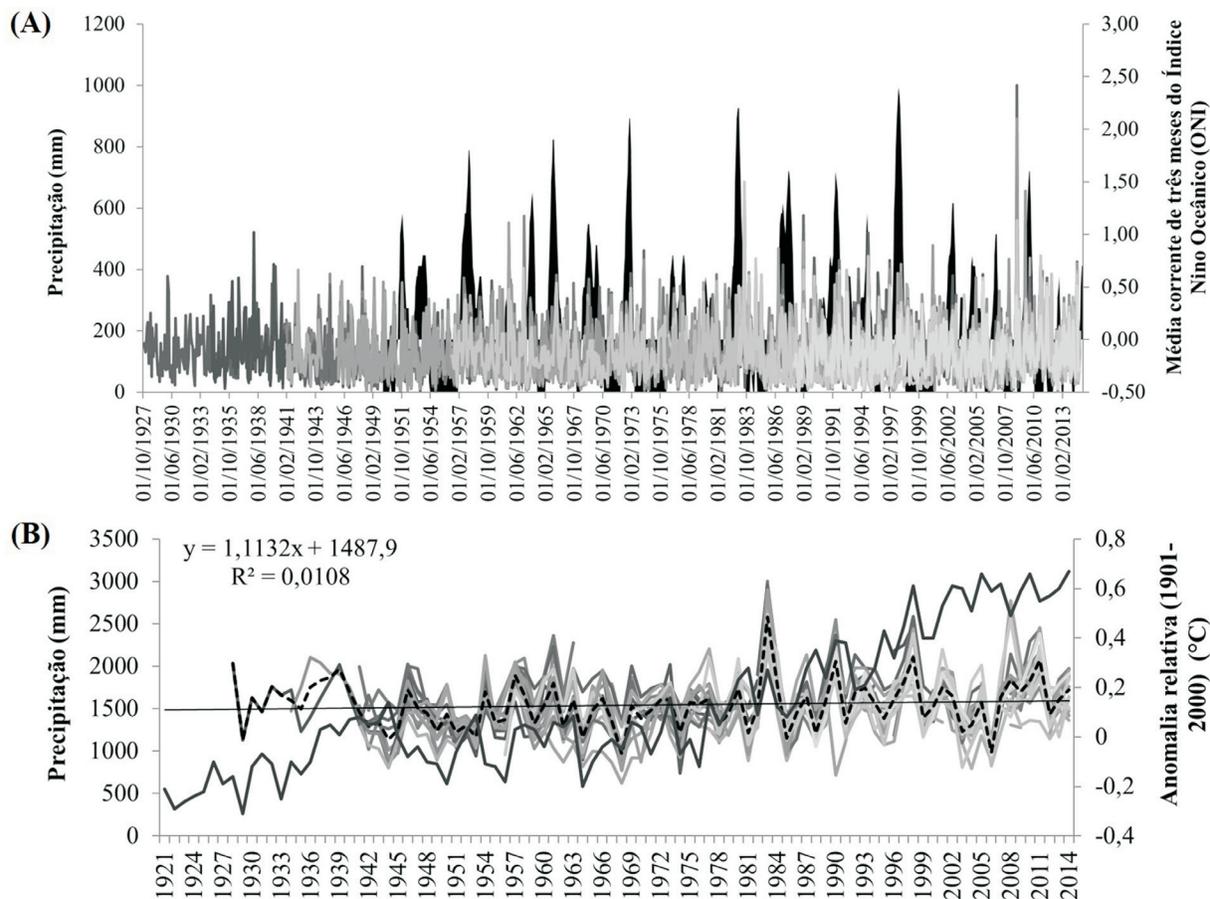


Figura 4 - (A) Média dos dados mensais de precipitação juntamente com a média dados do Índice Niño Oceânico (ONI); e (B) média dos dados anuais de precipitação com média (-) da temperatura global da superfície oceânica e terrestre, para as estações pluviométricas do entorno da bacia do Ribeirão Concórdia (SC).

Tabela 4 - Resultados dos testes de correlação para as estações pluviométricas do entorno da bacia do Ribeirão Concórdia (SC).

Nome estação	Mensais x El Niño/La Niña		Anuais x Temp. global	
	r	p-value	r	p-value
Ilhota Jusante	-0,0063	0,90477	0,18905	0,3763
Ibirama	0,042389	0,4207	0,22712	0,28584
Apiuna - Régua	0,094498	0,07214	0,20199	0,34388
Pouso Redondo	0,027671	0,59925	0,32765	0,11806
Ituporanga	0,14348	0,006173	0,042844	0,84244
Brusque (PCD)	0,016119	0,75956	-0,01996	0,92624
Garcia Blumenau	0,035443	0,50084	0,11623	0,58863
Nova Bremen	0,065179	0,2154	0,17208	0,42137
Indaial	0,095405	0,069435	0,23928	0,26013
Blumenau (PCD)	0,055258	0,29373	0,013524	0,94999
Major Gercino	0,023376	0,65711	-0,2474	0,2438
Nova Trento	0,091827	0,080603	0,26465	0,21139
Trombudo Central	0,034222	0,51572	0,38399	0,063956
Faz. Boa Esperança	0,026338	0,61696	0,52284	0,008757
Neisse Central	0,049176	0,35017	0,02997	0,88944

fazer separações de escalas temporais ou utilizar outros índices climáticos relacionados ao fenômeno, como por exemplo o ENOS (El Nino Oscilação Sul - ENOS). Para os dados anuais, similaridade também não foi encontrada, 19 de 20 estações não apresentaram significância na correlação ($p > 0,05$) considerando o aumento médio da temperatura anual global (Tabela 4). Apenas para a estação Fazenda Boa Esperança foi encontrada significância ($p = 0,0087569$), com um R^2 de 0,52284. Mesmo sem

correlação, foi evidenciada tendência de ambos os dados analisados, a precipitação regional (anual e mensal) e a as anomalias climáticas da temperatura global, mostrando que estes de certa forma se relacionam.

Os resultados temporais das médias mensais e das máximas mensais foram espacializados em ambiente SIG por meio da metodologia da krigagem e divididos em três cenários pluviométricos (1928-1950; 1950-1980; e 1980 a 2010) (Fig. 5).

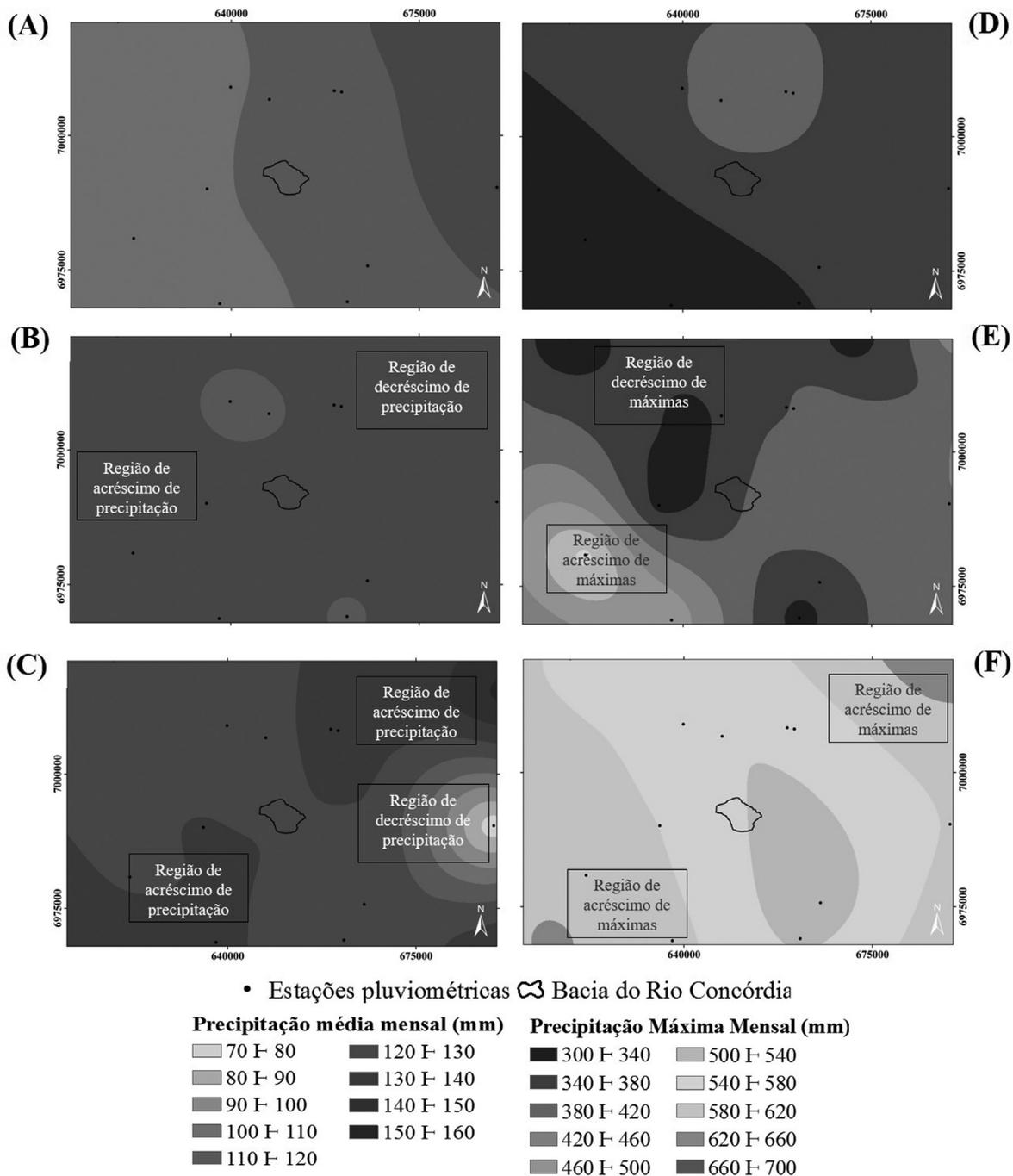


Figura 5 - Cenários de precipitação média mensal: (A) 1927 - 1950, (B) 1950 - 1980, (C) 1980 - 2010; e máxima mensal: (D) 1927 - 1950, (E) 1950 - 1980, (F) 1980 - 2010.

A precipitação média mensal, tendo em vista a sequência dos cenários 1927-1950 e 1950-1980, teve um acréscimo da classe 100/110 para 110/120 mm em relação a região oeste do entorno da bacia. No Leste, o resultado foi oposto, no qual ocorreu um decréscimo de 120/130 para 110/120 mm. Com os cenários 1950-1980 e 1980-2010 também houve um acréscimo (de 120/130 a 130/140 mm) nas regiões sudoeste e nordeste da bacia e um decréscimo na região leste (120/130 para 70/80 mm). Nestes dois cenários foi possível verificar que a região de entorno da bacia sofre alteração constante dos valores médios mensais de precipitação, no entanto, como visualizado pela análise do expoente de Hurst, os valores encontrados são antipersistentes e são contrabalanceados (pelo menos em 50%). O cenário médio geral em relação ao ponto central da bacia do Ribeirão Concórdia é de 120/130 mm mensais (Figs. 5A, 5B e 5C). Em relação as máximas mensais (Figs. 5D, 5E e 5F), o cenário de tendência de aumento foi mais evidenciado, sendo que em todos os cenários foi visualizado um aumento de classe. Além da formação de uma zona de aumento de máximas na orientação sudoeste do entorno da bacia. O cenário atual possui uma ocorrência superior de eventos de máximas mensais do que o cenário de 1927-1950.

O cenário médio anual geral (1927-2010) de precipitação na área central da bacia hidrográfica do Ribeirão Concórdia foi de 1500/1600 mm por ano. De acordo com dados anuais médios, foram calculados também os valores máximos de 2500/2600 mm e mínimos de 800/900 mm anuais para a bacia Ribeirão Concórdia. As máximas mensais encontradas para o local foram de 500/600 mm.

4. Conclusões

De forma geral, foi encontrada evidência de tendência positiva sobre os dados (mensais e anuais) de precipitação das estações de entorno da bacia hidrográfica do Ribeirão Concórdia em Lontras (SC). Os dados encontrados não apresentaram um aumento evidente, porém grande parte das tendências foram positivas. A análise dos dados máximos, no entanto, mostrou uma maior evidência das tendências. Não foi encontrada normalidade nos dados analisados, sendo que esta situação foi entendida como aceitável, tendo em vista as oscilações naturais destes eventos meteorológicos. Os três métodos utilizados para aferir a tendência das estações se mostraram eficientes e passíveis de comparação.

Outra evidência encontrada sobre a região foi a de aumento tanto das intensidades como das ocorrências dos eventos de precipitação intensa. Estes dados podem em parte estar relacionados com o aumento da média da temperatura global da superfície oceânica e terrestre (também analisado neste trabalho), responsável pelo aumento da umidade atmosférica. Não foi possível afirmar por meio da análise estatística utilizada (tabela de correlação e do coeficiente de Pearson), que existe correlação dos dados de

precipitação mensal e Índice Niño Oceânico (ONI) e dados anuais de precipitação com a média da temperatura global da superfície oceânica e terrestre. Seriam necessárias técnicas mais aprofundadas, utilização de outros índices e filtragem de dados, no sentido de relacionar dados encontrados com o evento.

O estudo de tendências em séries temporais hidrometeorológicas para a região sul do Brasil se faz necessário pois, verificar o efeito das mudanças climáticas sobre ciclo hidrológico regional, importante para o planejamento presente e futuro dos recursos hídricos e da produção de alimentos. Ficou evidente neste estudo a constante alteração de cenário de pluviometria na região, sendo esta uma variável meteorológica de grande importância para ações de planejamento e gestão na região. O novo cenário de pluviometria encontrado neste estudo (médias, máximas e mínimas para dados mensais e anuais de precipitação) precisa ser tomado como base para estudos futuros na região.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado do segundo autor e as bolsas de doutorado para o primeiro e o quarto autor, e ao CNPq (processos 303472/2014-6 e 403739/2013-6) pelo financiamento e pela bolsa de produtividade de pesquisa para o último autor.

Referências

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). **HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: [http://hidroweb.ana.gov.br. Acesso em: 16 abril 2015].
- AUMOND, J.J.; SEVEGNANI, L. Medidas de estabilização de encostas. Desastre de 2008 no Vale do Itajaí. Água, gente e política. FRANK, B., SEVEGNANI, L. (Org.). **Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí**, 192 p. 2009.
- ALEXANDER, L.V.; ZHANG, X.; PETERSON, T.C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEINTENK, 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.; BRUNET, M.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; RUSTICUCCI, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, J.L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**. v. 111, n. D05, 2006.
- BACK, A.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.
- BIGGS, E.M.; ATKINSON, P.M.A. Characterization of climate variability and trends in hydrological extremes in the Severn Uplands. **International Journal of Climatology**, v. 31, n. 11, p. 1634-1652, 2011.
- BURKETT, V.R.; SUAREZ, A.G.; BINDI, M.; CONDE, C.; MUKERJI, R.; PRATHER, M.J.; St. CLAIR, A.L.; YOHE, G.W. Point of departure. In: **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II**

- to the **Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [FIELD, C.B.; BARROS, V.R.; DOKKEN, D.J.; MACH, K.J.; MAstrandrea, M.D.; BILIR, T.E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K.L.; ESTRADA, Y.O.; GENOVA, R.C.; GIRMA, B.; KISSEL, E.S.; LEVY, A.N.; MACCRACKEN, S.; MAstrandrea, P.R.; WHITE, L.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 169-194.
- CAMPOS, C.G.C.; BRAGA, H.J.; ALVES, R. Mudanças climáticas atuais e seus impactos no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**. v. 19, n. 3, p. 1-11, 2006.
- CASE, M. Climate change impacts in the Amazon: review of scientific literature (World Wildlife Fund - WWF). **8th Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity**, p. 20-31 Março, Curitiba, Brasil, 2006.
- CARVALHO, L.M.V.; TSONIS, A.A.; JONES, C.; ROCHA, H.R.; POLITO, P.S. Anti-persistence in the global temperature anomaly field. *Nonlinear Processes in Geophysics, European Geosciences Union (EGU)*, v. 14, n. 6, p.723-733, 2007.
- CERA, J.C.; FERRAZ, S.E.T. Variações climáticas na precipitação no sul do Brasil no clima presente e futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 81 - 88, 2015.
- DORE, M.H.I. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? **Environment International**. v. 31, n. 8, p. 1167-1181, 2005.
- GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, v. 4, n. 4, p. 385-400, 1986.
- GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Nina events. **Journal of Climate**, v. 11, n. 11, p. 2863-2880, 1998.
- GRIMM, A.M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; JUSTI DA SILVA, M.G.A.; SILVA DIAS, M.A.F. (org). **Tempo e Clima no Brasil**, p. 135-147, São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, 2001. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em: 15 de abril 2015.
- HANSEN, J.; RUEDY, R.; SATO, M.; LO, K. Global surface temperature change. **Rev. Geophys.**, v 48, n. 4, 2010.
- HERRMANN, M.L.P. As principais consequências negativas provocadas pelas adversidades atmosféricas no estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M.L.P. **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2006. p. 67-88.
- HURST, H.E. Long term storage capacity of reservoirs. **Transactions of the American Society of Civil Engineers**, v. 116, n. 1, p. 770-779, 1951
- HURST, H.E.; BLACK, R.P.; SIMAIKA, V.M. **Long-term storage: An experimental Study**, 145 p. Constable, London 1965.
- IPCC, 2013: Summary for Policymakers. 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** [STOCKER, T.F.; QIN, D.; PLATTNER, G.-K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the **Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [CORE WRITING TEAM, R.K. PACHAURI AND L.A. MEYER (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- MARENGO, J.A.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P.; ALVES, L.M.; CUADRA, S.V.; VALVERDE, M.C.; FERRAZ, S.E.T.; TORRES, R.R.; SANTOS, D.C. Future change of climate in South America in the late XXI Century: Inter-comparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**. 2009.
- MINUZZI, R.B.; VIANELLO, R.L.; SEDIYAMA, G.C. Oscilações climáticas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 227-236, 2010.
- MU, Y.; MU, X. Energy conservation in the Earth's crust and climate change. **Journal of the Air & Waste Management Association**. v. 63, n. 2, p. 150-160, 2013.
- NOAA. National Weather Service - NOAA Center for Weather and Climate Prediction - Climate Prediction Center. Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml. Acesso em 06/07/2015.
- PBMC, 2014: **Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas** [AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp.
- SALMI, T.; MÄÄTTÄ, A.; ANTILA, P.; RUOHO-AIROLA, T.; AMNELL, T. **MAKESENS Software 1.0**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259580998_MAKESENS_1_0. Acesso em: 15 de abril de 2015.
- 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, n. 6, p. 1100-1109, 2014a.
- SANCHES, F.O.; BALEN, D.S.; SILVA, R.V.; ROSA, K.K.; RADÚNZ, 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, 2014b.
- SNEYERS, R. Sur lanalyse statistique des séries dobservations. **Note Technique No. 143, Organisation Météorologique Mondial**, n. 415, 192 p., 1975.
- SOME'E, B.S.; EZANI, A.; TABARI, H. Spatiotemporal Trends and Change Point of Precipitation in Iran. **Atmospheric Research**. v. 113, p. 1-12, 2012.
- TAO, H.; GEMMER, M.; BAI, Y.; SU, B.; MAO, W. Trends of stream flow in the Tarim River Basin during the past 50 years: Human impact or climate change? **Journal of Hydrology**. v. 400, n. 1-2, p. 1-9, 2011.
- TEIXEIRA, M.S.; SATYAMURTY, P. Episódios de chuvas intensas na região sul do Brasil. Parte I: Configurações si-

- nópticas associadas. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 13. Fortaleza. Anais. 2004. CD-ROM.
- WANDERLEY, H.S.; CARVALHO, A.L.; FERNANDES, R.C.; SOUZA, J.L. Mudança no Regime Temporal da Temperatura do ar e Precipitação Pluviométrica na região de Rio Largo, Alagoas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p. 662-667, 2014.
- WOUTER, P.; ALEXA, S.; LORRAINE, W.; STUART, C.; NICK, F.P. Uncertain Climate: An Investigation Into Public Scepticism About Anthropogenic Climate Change. **Global Environment Change**, v. 21, n. 3, p.1015-1024, 2011.

All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution License CC-BY.