

ANÁLISE DE TENDÊNCIAS NOS ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO DE IVAIPORÃ (PR) E PONTA GROSSA (PR)

ÁLVARO JOSÉ BACK¹

¹ Eng^o. Agrônomo, Dr. em Engenharia, Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Urussanga, Urussanga –SC, CEP 88840-000, Fone (48) 34651209, e-mail; ajb@epagri.sc.gov.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: As mudanças climáticas podem trazer graves impactos aos recursos hídricos, ao meio ambiente e a sociedade. Este trabalho teve como objetivo analisar a tendência nos índices de precipitação no Estado do Paraná. Foram utilizados os dados de precipitação pluviométrica dos municípios de Ivaiporã (1956 a 2012) e Ponta Grossa (1946 a 2012). Foram usados os índices climáticos definidos pelo Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) bem como os totais mensais e trimestrais de precipitação. Para avaliar a tendência de mudanças climáticas foi usado o teste não paramétrico de Mann-Kendall. Para obter a estimativa do valor da tendência foi utilizado o teste não paramétrico de Theil-Sen. Também foram apresentados os valores da magnitude das tendências de cada índice com o respectivo intervalo de confiança e significância. Para a estação de Ivaiporã somente foi observado tendência significativa nos índices SDII e CWD, sendo que nos totais de chuva anual e trimestrais não foram observadas tendência significativas. Para a estação de Ponta Grossa foi constatada tendências significativas de aumento nos índices PRCPTOT, R20, R30, R50, R95p, R99p. A precipitação total quando analisada por trimestre mostrou tendência significativa de aumento somente no trimestre de OND.

PALAVRAS-CHAVE: mudanças climáticas, precipitação, recursos hídricos

ANALYSIS OF TRENDS IN INDICES OF PRECIPITATION FROM IVAIPORÃ (PR) AND PONTA GROSSA (PR)

ABSTRACT: Climate change may have serious impacts to water resources, the environment and society. This study aimed to analyze the trend in rainfall rates in the state of Paraná. We used data from the municipalities of rainfall Ivaiporã (1956-2012) and Ponta Grossa (1946-2012). Climatic indices defined Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) as well as monthly and quarterly totals of precipitation were used. To assess the trend of climate change we used the nonparametric Mann- Kendall. For the estimate of the nonparametric trend test was used Theil - Sen. Values of the magnitude of the trends of each index with the corresponding confidence interval and significance were also presented. For station Ivaiporã only significant trend was observed in CWD and SDII indices, and the total annual and quarterly rain no significant trend was observed. For the station of Ponta Grossa was found significant increasing trends in PRCPTOT, R20, R30, r50, R95p, R99p. Total rainfall when analyzed by quarter showed significant increasing trend only in the OND quarter.

KEYWORDS: Climate change, rainfall, water resources

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a comunidade científica tem demonstrado grande preocupação com as mudanças climáticas. A variabilidade e a mudança do clima global e regional exercem grande influência nas atividades humanas e econômicas. Brito et al. (2006) alertam que a variabilidade climática pode afetar de forma importante a vida econômica e social da população em geral, na geração de energia, nas atividades agrícolas, na indústria turística e, de forma indireta, em todo setor produtivo.

Os modelos climáticos apontam como consequências das mudanças climáticas a maior frequência de eventos extremos, como temperaturas máximas, ondas de calor, ocorrência de estiagens, cheias e aumento da frequência e intensidade das chuvas. Esses eventos podem estar associados às mudanças climáticas locais ou regionais.

No Brasil destacam-se os eventos extremos de chuvas intensas com consequências de cheias e alagamentos, deslizamento de encostas e também as estiagens com graves consequências à geração de energia elétrica e o abastecimento de água.

Neste sentido ganha importância os estudos de tendências e variabilidade climática. As mudanças climáticas locais são medidas por meio de análise de séries históricas de variáveis meteorológicas, tais como a temperatura do ar e a precipitação pluvial. Back (2001) discute a aplicação de análises estatísticas para identificação de mudanças climáticas, onde apresenta alguns testes estatísticos que podem ser aplicado com este propósito.

Haycock et al. (2006) avaliaram tendências na distribuição de valores extremos nas séries de precipitação no sudeste da América do Sul no período de 1960 a 2000 e encontraram tendências para condições mais úmidas no Sul, Brasil, Paraguai e Uruguai. Verificaram tendências positivas no número anual de chuvas acima de 10 mm e acima de 20 mm. Silva et al. (2010) analisando séries temporais de precipitação de todo o Brasil para o período de 1961 a 2008 encontraram padrões diferenciados e muito regionalizados nas tendências de aumento e diminuição das precipitações. Para a região Sul do Brasil estes autores constataram tendências positivas de aumento na precipitação pluviométrica anual.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) elaborou 11 índices climáticos, específicos para precipitação, que auxiliam na detecção de mudanças climáticas. Os índices climáticos tem sido alvo de trabalhos de diversos pesquisadores no Brasil e no mundo. Na região nordeste do Brasil, Santos *et al.* (2009) analisaram a tendência dos índices de precipitação no Estado do Ceará e Santos & Brito (2007) para o Semi-Árido do Brasil, Silva & Azevedo (2008) e Silva *et al.* (2006) investigaram os índices climáticos no Estado da Bahia. Outros trabalhos abordam o mesmo tema no Oriente Médio (Sensoy *et al.*, 2007), no Sudeste da Ásia (Endo *et al.*, 2009), na Índia (Pal *et al.*, 2009), na África (New *et al.*, 2006) e na América do Sul (Dufek, 2008).

O presente estudo teve como objetivo analisar a tendência de índices de precipitação para detecção de mudanças climáticas na região de Ivaiporã –PR e Ponta Grossa-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as séries históricas de precipitação diária das estações pluviométricas pertencentes a Agência Nacional de Águas (ANA, 2009) localizadas nos municípios de Ivaiporã (PR) (Código 02451014, latitude 24°15'00" S, longitude 51°39'00" W, altitude 360 m) e Ponta Grossa (PR) (código 02550003, latitude 25°08'00" S, longitude 50°09'00" W, altitude 790m). Para a estação de Ivaiporã foram usados dados do período de 1956 a 2012 e para a estação de Ponta Grossa foram usados os dados do período de 1946 a 2012.

Foram utilizados os onze índices climáticos específicos para precipitação pluvial, conforme a definição realizada pelo "Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI)". A Tabela 1 mostra os índices climáticos de precipitação, a descrição, a definição e a unidade de cada índice.

No cálculo dos índices foram considerados os dados diários de precipitação (RR), sendo que de acordo com Peterson (2005), se o valor da precipitação diária for menor que 1 mm ($RR < 1,0$ mm) o dia é considerado seco, caso contrário ($R \geq 1$ mm), o dia é considerado dia úmido.

TABELA 1- Índices climáticos de precipitação pluvial com suas unidades. Climate indices of rainfall with their units.

Índice	Nome do Indicador	Unidade
PRCPTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	mm
SDII	Índice simples de intensidade diária	mm/dia
R10	Número de dias com precipitação acima de 10 mm	dias
R20	Número de dias com precipitação acima de 20 mm	dias
R50	Número de dias com precipitação acima de 50 mm	dias
R95p	Dias muito úmidos	mm
R99p	Dias extremamente úmidos	mm
Rx1d	Quantidade máxima de precipitação em um dia	mm
Rx5d	Quantidade máxima de precipitação em cinco dias	mm
CDD	Dias consecutivos secos	dias
CWD	Dias consecutivos úmidos	dias
PRCJFM	Precipitação total no verão	mm
PRCAMJ	Precipitação total no outono	mm
PRCJAS	Precipitação total no inverno	mm
PRCOND	Precipitação total na primavera	mm

Para avaliar a tendência de mudanças climáticas foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Kendall. Segundo Burn et al. (2004) as hipóteses a serem testadas são:

H0: Os dados são uma amostra de uma variável aleatória de n dados independentes e identicamente distribuídos, (isto é, não existe tendência no conjunto de dados);

H1: A distribuição dos dados x_i e x_j não é idêntica para todos $i, j \leq N$, em que $i \neq j$ onde i e j são as sequências dos dados e N é o comprimento da série.

A estatística Mann-Kendall, S é dado por:

$$S = \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{i=j+1}^N \text{sgn}(x_i - x_j) \quad (1)$$

em que:

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} 1 & \text{se } \theta > 0 \\ 0 & \text{se } \theta = 0 \\ -1 & \text{se } \theta < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Para variável aleatória independente distribuída sem tendências a média e a variância de S são dadas por:

$$E(S) = 0 \quad (3)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{N(N-1)(2N+5) - \sum_t^N t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (4)$$

Em que t = extensão a qualquer empate.

Para o teste bi-caudal, ao nível de significância α , rejeita-se H_0 se o teste estatístico padronizado, $Z < Z_{\alpha/2}$ ou $Z > Z_{\alpha/2}$, em que a estatística normalizada Z de Mann-Kendall segue a distribuição normal com média zero e variância um. O valor de Z é calculado por

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Há dois importantes parâmetros no teste de tendência. O valor “p” que indica a probabilidade de rejeitar a hipótese nula, sendo esta verdadeira. Este valor foi avaliado tendo como nível de significância 5% ($\alpha = 0,05$). O teste de Mann-Kendall não fornece estimativa da magnitude da tendência. Para obter esta estimativa foi utilizado o método descrito em por Hirsch et al. (1992), com o teste não paramétrico de Theil-Sen (Helsel & Hirsch, 2002), para obter a estimativa robusta da inclinação (β) é definida como:

$$\beta = \text{mediana} \left(\frac{y_j - y_i}{t_j - t_i} \right), \text{ para todos } i > j, \quad (6)$$

em que:

y - variável testada para tendência e t é o tempo;

β - mediana da inclinação obtida de todas as possíveis combinações de dois pontos da série temporal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 que seguem encontram-se respectivamente os resultados do teste de Mann-Kendall e do teste de Theil-Sen. Os valores de significância inferior a 5 % foram destacados em negrito. Na precipitação total anual (PRCPTOT) foi constatada tendência significativa de aumento na estação Ponta Grossa (Figura 1), em que a precipitação mediana é de 1528,7 mm (Tabela 2). A declividade mediana (β) indica aumento de 5,554 mm/ano, o que equivale a aumento de 55,54 mm/década. Na tabela 3 também são apresentados os limites do intervalo de confiança para a declividade mediana. Sempre que este intervalo não inclui o valor nulo é por que a tendência é significativa. Os valores de declividade (β) e seus intervalos de confiança somente devem ser considerados quando o teste de Mann-Kendall indicar que a tendência é significativa. Segundo Minuzzi e Caramori (2011) desde meados do século XX o estado do Paraná vem apresentando uma tendência de aumento no volume pluviométrico, principalmente nos meses de verão e primavera, com incrementos de 17 a 37 mm/década.

TABELA 2. Resumo da aplicação do teste de Mann-Kendall aos índices de precipitação da das estações de Ivaiporã e Ponta Grossa. Summary of the application of the Mann-Kendall test the rainfalls of Ivaiporã and Ponta Grossa.

Índices	Ivaiporã			Ponta Grossa		
	S	Z	significância	S	Z	significância
PRCPTOT	16	0,103	0,9180	432	2,44	0,0147
SDII	-544	-3,807	0,0001	97	0,543	0,5871
R10	117	0,799	0,4243	224	1,262	0,2069
R20	-181	-1,239	0,2153	356	2,01	0,0444
R30	-212	-1,452	0,1465	502	2,836	0,0046
R50	-119	-0,812	0,4168	480	2,712	0,0067
R95p	-135	-0,922	0,3565	471	2,661	0,0078
R99p	-45	-0,303	0,7619	228	1,285	0,1988
Rx1d	-79	-0,537	0,5913	330	1,863	0,0625
Rx5d	-35	-0,234	0,8150	164	0,923	0,3560
CDD	-42	-0,282	0,7779	-91	-0,51	0,6101
CWD	305	2,093	0,0363	24	0,13	0,8966
PRCDJF	44	0,296	0,7672	123	0,66	0,5093
PRCMAM	328	2,251	0,0244	80	0,428	0,6687
PRCJJA	-34	-0,227	0,8204	221	1,191	0,2337
PRCSON	-72	-0,489	0,6248	424	2,289	0,0221

TABELA 3. Resumo da aplicação do teste de Theil-Sen aos índices de precipitação da das estações de Ivaiporã e Ponta Grossa. Summary of the application of the Theil-Sen test of the rainfalls from Ivaiporã and Ponta Grossa.

Índice	Ivaiporã				Ponta Grossa			
	Mediana	β	β inferior	β superior	Mediana	β	β inferior	β superior
PRCPTOT	1696,0	0,230	-4,231	4,862	1528,7	5,554	1,056	9,838
SDII	18,0	-0,089	-0,135	-0,044	14,9	0,009	-0,021	0,036
R10	53,0	0,064	-0,081	0,197	50,0	0,071	-0,049	0,200
R20	30,0	-0,066	-0,158	0,036	26,0	0,100	0,000	0,197
R30	20,0	-0,063	-0,156	0,000	14,0	0,083	0,024	0,153
R50	6,0	0,000	-0,061	0,000	3,0	0,035	0,000	0,061
R95p	292,1	-1,257	-4,457	1,687	270,9	3,234	1,067	5,236
R99p	90,5	0,000	-1,030	0,277	76,9	0,000	0,000	1,110
Rx1d	86,8	-0,114	-0,527	0,326	76,9	0,281	-0,014	0,566
Rx5d	154,0	-0,057	-0,641	0,520	130,0	0,242	-0,230	0,676
CDD	23,0	0,000	-0,134	0,100	24,0	-0,024	-0,143	0,083
CWD	6,0	0,028	0,000	0,063	6,0	0,000	-0,018	0,022
PRCDJF	503,0	2,433	0,378	4,543	448,1	0,576	-1,065	2,775
PRCMAM	348,0	-0,176	-2,639	2,301	300,6	0,696	-1,129	2,379
PRCJJA	118,5	-0,298	-1,568	1,086	281,0	1,261	-0,387	3,276
PRCSON	483,0	-0,531	-3,013	1,957	407,1	2,139	0,373	3,731

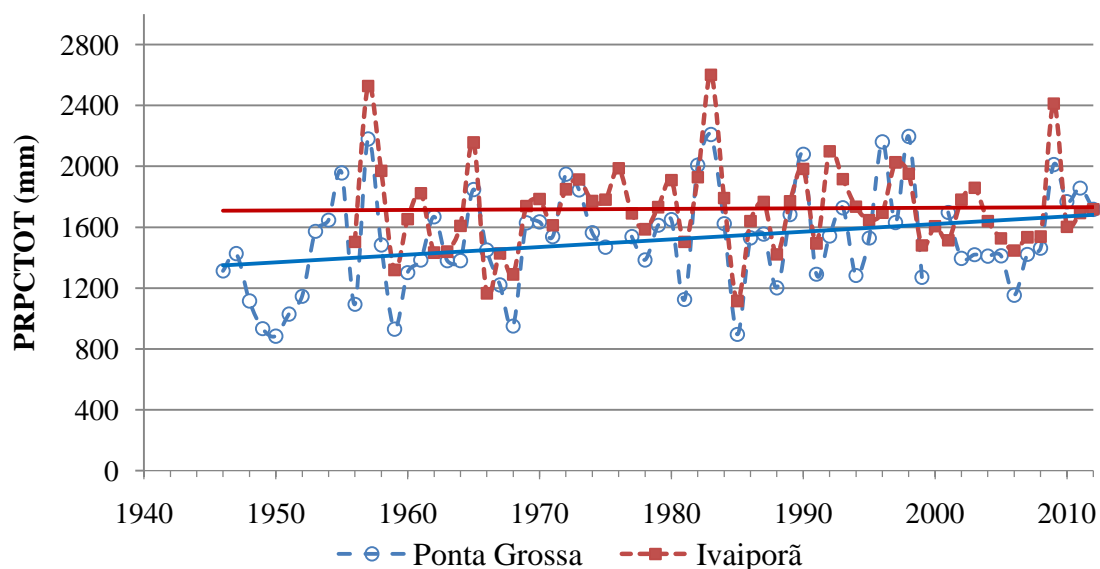


FIGURA 1. Tendência nos índices de precipitação total anual (PRPCTOT) de Ponta Grossa e Ivaiporã.

A precipitação média diária (SDII) apresentou tendência significativa de diminuição ($\beta = -0,089$ mm/dia) para a estação Ivaiporã enquanto que para a estação Ponta grossa a tendência foi não significativa ($p = 0,5871$). Para a estação e Ivaiporã não foram identificados tendências nos índices R10 (Figura 2), R20 e R50. Para a estação de Ponta Grossa foi identificado tendência de aumento nos índices R20, R30 e R50. A série histórica do numero de dias de chuva acima de 20 mm (R10) de Ponta Grossa (Figura 3)apresentou mediana de 26 chuvas anuais com tendência de aumento 1,0 chuva por década ($\beta = 0,1$). Segundo Haylock et al. (2006) aumento nestes índices são indicativos de aumento n intensidade e frequência de dias com chuvas intensas. Vários trabalhos mostram a tendência de aumento na precipitação na América do Sul, com os trabalhos e Barros et al (2000), Carvalho et al. (2010) e Marengo et al. (2009), que citam aumento dos índices de R10 e R20 para a região Sul do Brasil.

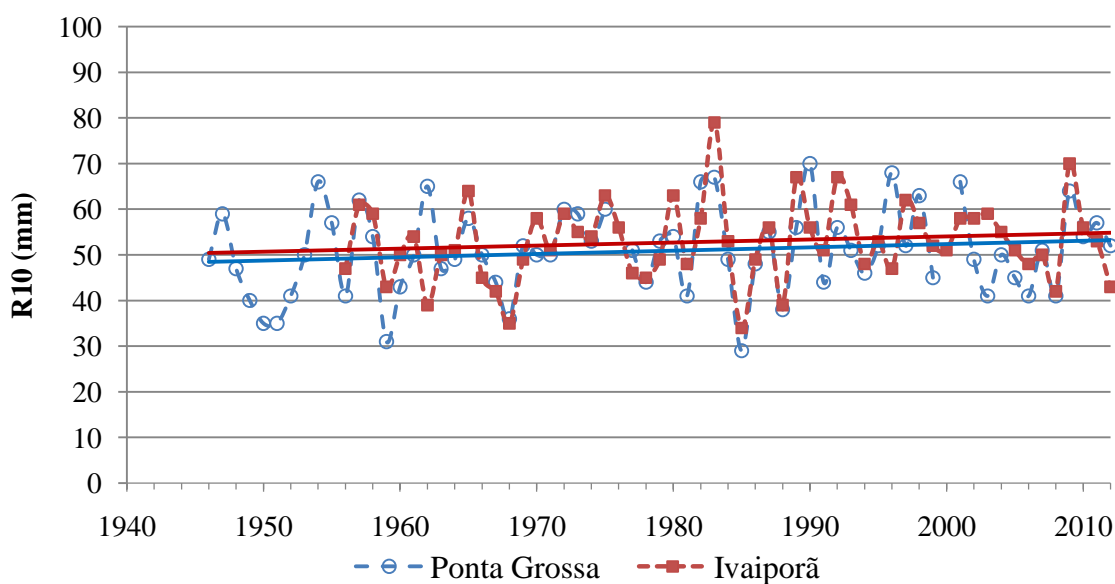


FIGURA 2. Tendência nos índices de precipitação R10 de Ponta Grossa e Ivaiporã.

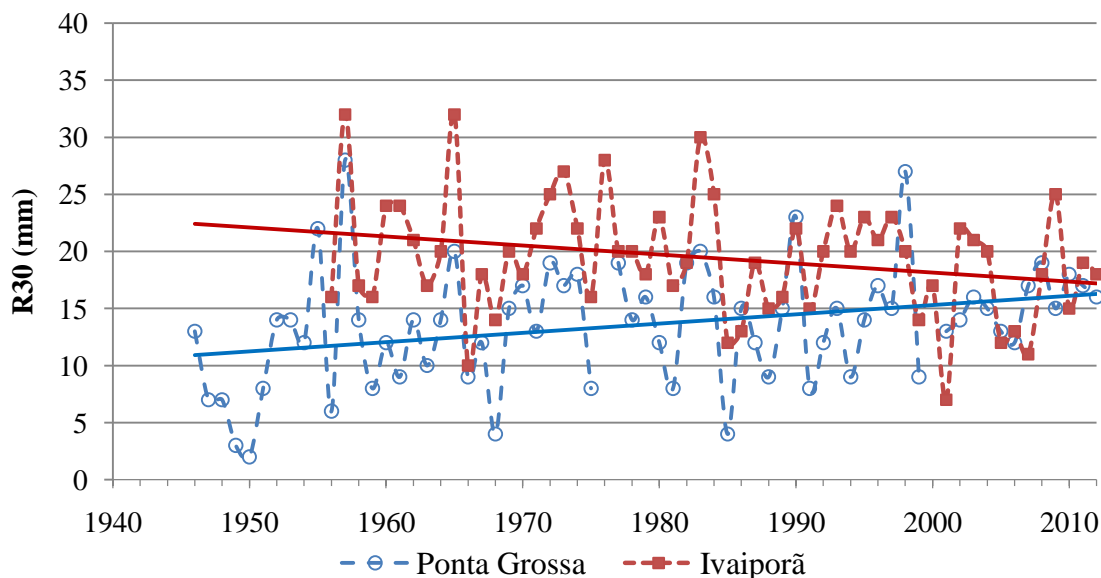


FIGURA 3. Tendência nos índices de precipitação R30 de Ponta Grossa e Ivaiporã.

Nos índices de precipitação dos dias úmidos (R95p) e (R99p) somente foi constatada tendência significativa ($p = 0,0078$) de aumento nos índices R95p da estação de Ponta Grossa (Figura 4). Neste caso pode-se observar que o aumento de precipitação se deve principalmente ao aumento da intensidade das chuvas e não ao aumento de dias de chuva. Esse aumento da intensidade é coerente com os índices R20, R30 e R50 bem como R95p, que se referem às chuvas de maior intensidade. Essa constatação traz a preocupação com a possibilidade de aumentar os problemas de cheias e inundações, bem como outros problemas relacionados com chuvas intensas como deslizamento de encostas.

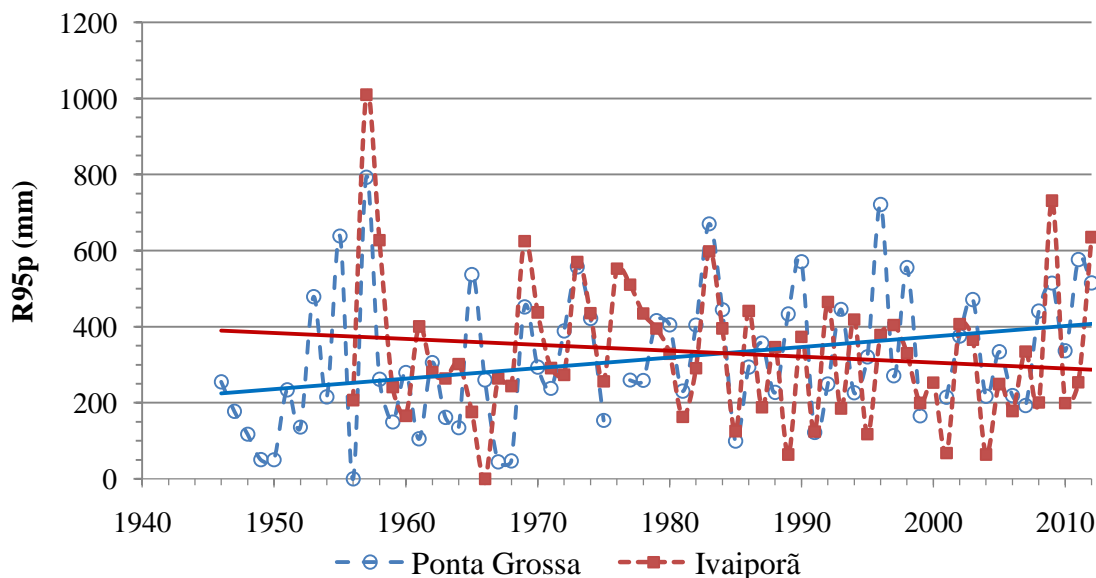


FIGURA 4. Tendência nos índices de precipitação R95p de Ponta Grossa e Ivaiporã.

Nos índices relacionados às chuvas máximas anuais, não foi observada tendência significativa de aumento para o índice Rx1d (Figura 5) e RX5d. Estes índices estão relacionados aos valores de chuva utilizados no dimensionamento de obras hidráulicas, em que a metodologia usada para obter a chuva de projeto se baseia na estacionaridade das séries históricas, isto é que estas não apresentem tendência temporal, como observado nesta estação.

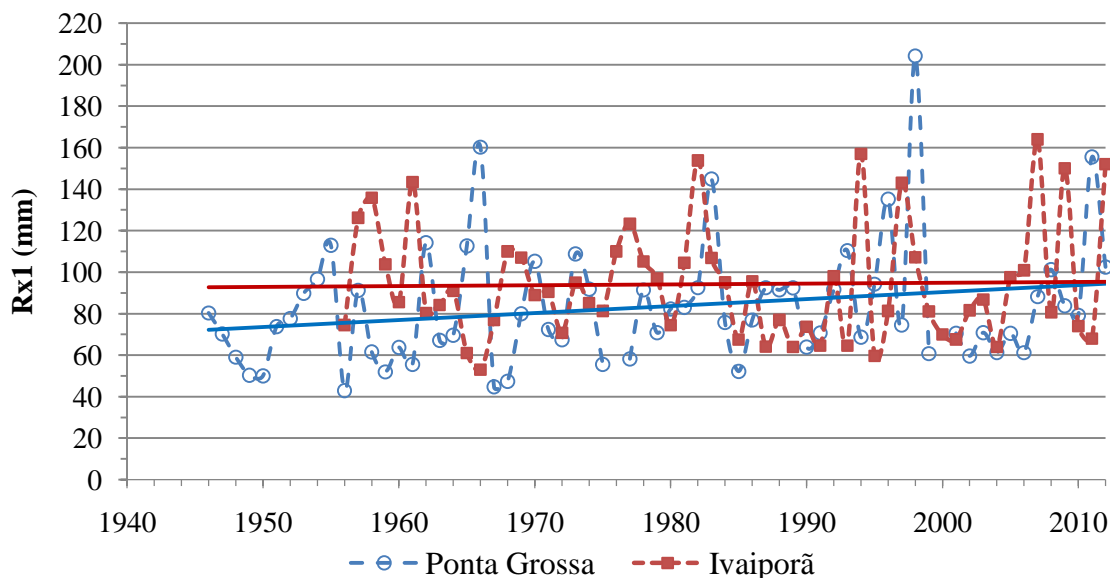


FIGURA 5. Tendência nos índices de precipitação RX1 de Ponta Grossa e Ivaiporã.

Com relação a sequência de dias secos (CDD) não foi constatada tendência nas séries estudadas, e para a sequência de dias úmidos (CWD) foi observado tendência de aumento significativo na série de precipitação de Ivaiporã ($p = 0,0363$) (Figura 6)..

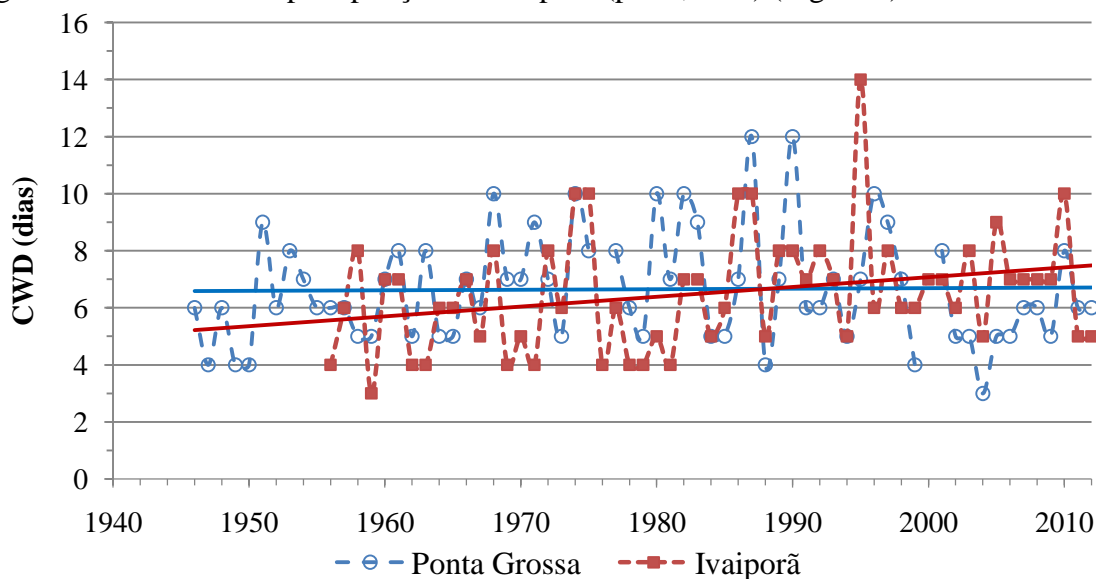


FIGURA 6. Tendência nos índices de precipitação CWD de Ponta Grossa e Ivaiporã.

A precipitação total quando analisada por trimestre do ano mostrou tendência significativa de aumento no outono (PRCAMJ) para Ivaiporã na primavera (PRCOND) para Ponta Grossa. Nas demais estações (PRCJFM e PRCAMJ) não foi constatada tendência significativa em ambas estações. Resultados semelhantes foram obtidos por Back e Vieira (2009), analisado dados de precipitação de Urussanga,SC, concluíram que houve tendência significativa no aumento da precipitação anual, porém quando analisados por trimestre observou-se que essa alteração somente foi significativa para a precipitação do trimestre outubro-novembro-dezembro. Minuzzi e Caramori (2011) também constataram aumento significativo da precipitação pluviométrica do Paraná, principalmente nos meses de verão e primavera. Constataram ainda que as estações com maiores tendências de aumento estavam situadas na metade leste do estado, em áreas próxima ao Oceano Atlântico.

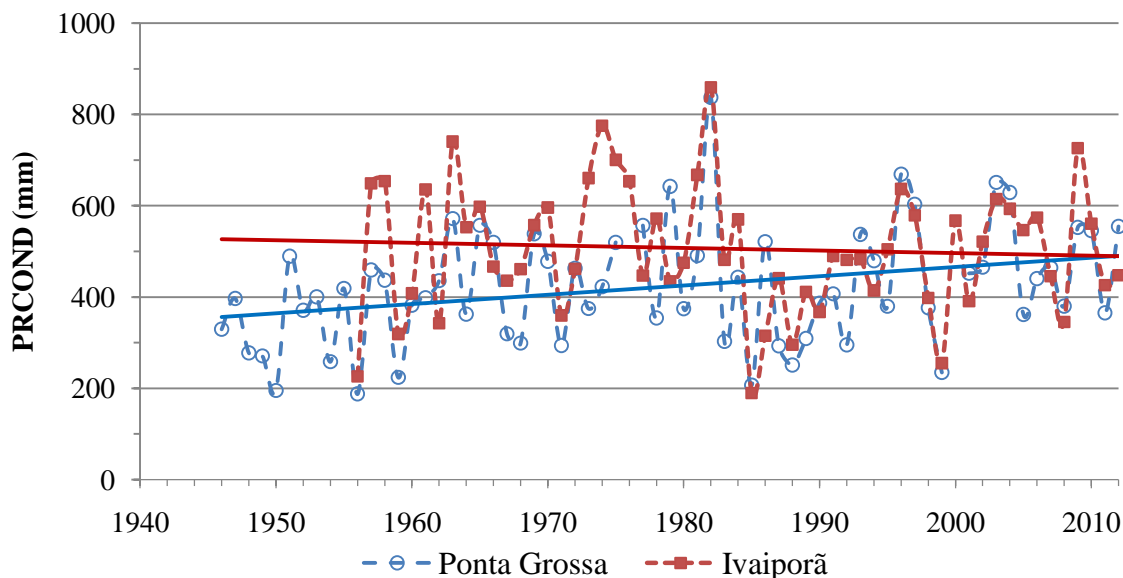


FIGURA 7. Tendência nos índices de precipitação CWD de Ponta Grossa e Ivaiporã.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo constatou-se que:

- Para a estação pluviométrica de Ivaiporã foi observado tendência significativa de diminuição da precipitação média diária, aumento significativo no número de dias consecutivos com chuva e da precipitação total no outono;
- Para a estação pluviométrica de Ponta Grossa foi constatado tendência significativa de aumento da precipitação total anual (PRPCTOT), aumento significativo no número de chuvas anuais superiores a 20 mm (R20), 30 mm (R30) e 50 mm (R50), aumento dos dias úmidos (R95p) e também aumento da precipitação na primavera (PRCOND).

REFERÊNCIAS

- BACK, Á.J. Alterações no regime pluviométrico de Santa Catarina. In: 6º Encontro Internacional das Águas, 2011, Recife. Anais do 6º EIA, 2011.
- BACK, Á.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.717-726, 2001.
- BACK, Á.J.; VIEIRA, H.J. Análise da tendência temporal nos dados de chuva de Urussanga-SC. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 3, 2009, Canela. **III Simpósio Internacional de Climatologia**. Sbmec, 2009. p.1-6
- BARROS, V.; CASTAÑEDA, M.E.; DOYLE, M. Recent precipitation trends in southern South America east of the Andes: Na indication of climatic variability. **Southern Hemisphere Paleo and Neo-Climates**. 187-206. 2000.
- BRITO, F.P.; BARLETA, R.; MENDOÇA, M. Regionalização sazonal e mensal da precipitação pluvial máxima no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.2, 2006.
- BURN, D.H.; CUNDERLIK, J.M.; PIETRONIRO, A. Hydrological trends and variability in the Liard River basin. **Hydrological Sciences Journal**, v.49, n.1, p.53-68, 2004.

CARVALHO, L.M.V.; JONES, C. LIEBMANN, B. Extreme precipitation events in southern South America and large-scale convective patterns in South Atlantic convergence zone. **J. Climate**, 15, 2377-2394. 2002.

DUFEK, A.S. **Índices de Extremos Climáticos de Temperatura e Chuva na América do Sul: Clima Presente e Validação do Modelo RegCM3**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Departamento de Ciências Atmosféricas. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

ENDO, N.; MATSUMOTO, J.; LWIN, T. Trends in Precipitation Extremes over Southeast Ásia. **SOLA**, v.5, pp. 168-171, 2009

HAYLOCK, M.; M.R. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of Climate*, v.19, p.1490-1512, 2006.

HELSEL, D.R.; HIRSCH, R.M. **Statistical methods in water resources—Hydrologic analysis and interpretation**: Techniques of Water-Resources Investigations of the U.S. Geological Survey, chap. A3, book 4, 2002. 510p.

HIRSCH, R.M.; HELSEL, D.R.; GILROY, E.J.; COHN, T.A. **Statistical analysis of hydrologic data**. In: MAIDMENT, D.R. *Handbook of Hydrology*: New York, McGraw-Hill Book Company, p.17.1–17.55, 1992.

MARENGO, J.A.; JONES, R.; ALVES, L.M.; VALVERDE, M.C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America derived from PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**. 2009. DOI:10.1002/joc. 1863

MINUZZI, R.B.; CARAMORI, P.H. Variabilidade climática sazonal e anual da chuva e veranicos no Estado do Paraná. *Ver.Ceres*, v.58, n.5, p.593-602, 2011.

PAL, I.; AL-TABBAA, A. Trends in Seasonal Precipitation Extremes – Na Indicator of ‘Climate Change’ in Kerala, Índia. **Journal of Hydrology**. v.367, Issues 1-2, pp. 62-69, 30 March, 2009.

PETERSON, T.C. Climate Change indices. *World meteorological Organization Bulletin*, v.54, n.2, p.83-86, 2005.

SANTOS, C.; BRITO, J.I.B. Análise dos Índices de Extremos para o Semi-Árido do Brasil e suas Relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.3, p.303-312, 2007.

SANTOS, C.A.C.; BRITO, J.I B.; RAO, T.V.R.; MENEZES, H.E.A. Tendências dos Índices de Precipitação no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, pp. 39-47, 2009

SENSOY, S.; PETERSON, T.C.; ALEXANDER, L.V.; ZHANG, X. Enhancing middle east climate change monitoring and indexes. **American Meteorological Society**, p.1249-1254, 2007

SILVA, F.D.S.; FERREIRA, D.B.; SARMANHO, G.F.; SANTOS, L.S.F.C.; FORTES, L.T.G.; PARENTE, E.G.P. Tendências de alterações climáticas da precipitação observada no Brasil de 1961 a 2008 utilizando dados gradeados. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais... Belém, 2010.

SILVA, G.B.; AZEVEDO, P.V. Índices de Tendências de Mudanças Climáticas no Estado da Bahia. **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.3, p.141-151, set/dez, 2008.

SILVA, G.B; SANTOS, C.A.C.; AZEVEDO, P. Tendência dos Índices Climáticos na Região Centro-Oeste do Estado da Bahia. **XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Florianópolis, SC, 2006.