



# Sazonalidade das tendências de temperatura do ar e precipitação pluvial no estado do Paraná

Dalziza de Oliveira<sup>1(\*)</sup> e Edmirson Borrozzino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, CEP 86057-970 Londrina, PR. E-mails: dalzizadeoliveira@gmail.com e sam@iapar.br

(\*)Autor para correspondência.

## INFORMAÇÕES

### História do artigo:

Recebido em 26 de janeiro de 2018

Aceito em 20 de dezembro de 2018

### Termos para indexação:

climatologia

análise de tendências

método de Mann-Kendall

precipitação

temperatura do ar

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar se tendências climáticas ocorrem predominantemente em algum mês do ano para 16 localidades do Paraná. Foi utilizado o método de Mann-Kendall para testar a significância ao nível de 5%. As tendências foram consideradas positivas quando houve aumento da variável ao longo do tempo e negativas quando houve decréscimo. Observou-se concentração das tendências positivas nos meses de setembro e dezembro para as temperaturas máximas e em junho, setembro e dezembro para as temperaturas mínimas. Tendências na precipitação foram encontradas apenas para alguns meses em cinco locais, sendo tanto positivas quanto negativas.

© 2018 SBAgro. Todos os direitos reservados.

## Introdução

O estado do Paraná possui uma grande variabilidade climática devido à sua extensão territorial, relevo heterogêneo e localização em uma região de transição climática. De maneira geral, ao norte, entre as latitudes 22° e 24° S, as temperaturas são mais elevadas, há menos ocorrência de geadas e há uma estação seca definida no inverno. De 24° a 27°S observa-se o contrário, com invernos mais frios, elevada ocorrência de geadas e sem estação seca definida (Caviglione et al., 2000). Já o litoral paranaense e Serra do Mar têm um clima mais quente e chuvoso, devido às chuvas orográficas.

Além das causas naturais da variação do clima, o advento antropogênico das mudanças climáticas e aqueci-

mento global também podem estar provocando a intensificação de alguns fenômenos meteorológicos adversos (IPCC, 2015).

Nos últimos anos, vários estudos têm sido feitos para detectar possíveis tendências e alterações climáticas em todo o mundo (Gocic e Trajkovic, 2013). Esses autores, utilizando o método de Mann-Kendall na Sérvia, encontraram tendências de aumento anual e sazonal das temperaturas máximas e mínimas do ar, contudo, não foram detectadas tendências nas séries de precipitações no verão e inverno.

Silva e Guetter (2003) apontam que prever as mudanças climáticas com detalhe e antecedência adequados e suficientes é um grande desafio que se coloca para os climatologistas. Outro ponto importante é que a nível regional essas mudanças podem ocorrer de forma distinta, com variações no volume e distribuição espacial da precipitação,

da temperatura, da elevação do nível do mar, entre outros. Na agricultura, estudos indicam impactos principalmente no que tange à produtividade e demanda por irrigação dos cultivos. Com relação aos sistemas florestais, pode ocorrer mudança na composição e distribuição das florestas, saúde da vegetação e sua produtividade.

O zoneamento agrícola de culturas pode vir a sofrer alterações drásticas caso sejam confirmadas tais mudanças. Streck e Alberto (2006) concluíram que a mudança climática projetada para os próximos 100 anos em Santa Maria – RS tende a diminuir o volume de água no solo, trazendo mais preocupações a respeito das culturas de verão (soja e milho) do que para a cultura de inverno (trigo).

Yevjevich (1972) citado por Back (2001) define tendência em uma série temporal como uma mudança sistemática e contínua em qualquer parâmetro de uma dada amostra, excluindo-se mudanças periódicas ou quase periódicas. Back (2001) considera que os melhores métodos para analisar tendências em séries temporais são Mann-Kendall e Pettitt, sendo que estes testes concordaram entre si para os dados climáticos de Urussanga, Santa Catarina.

Segundo Karmeshu (2012) há duas vantagens em usar o teste de Mann-Kendall, que é largamente usado para séries de dados climáticos e hidrológicos. A primeira vantagem é que trata-se de um teste não paramétrico e, portanto, não requer que os dados sejam normalmente distribuídos. A segunda é que o teste tem baixa sensibilidade a pontos de

ruptura devidos à não homogeneidade. De acordo com este teste, a hipótese nula  $H_0$  assume que não há tendência e ela é testada contra a hipótese alternativa  $H_1$ , a qual assume que há uma tendência.

Yue et al. (2002) compararam o teste de Mann-Kendall ao de Spearman rho através de simulação de Monte Carlo e concluíram que estes testes são tanto mais potentes quanto maiores forem as séries e menor for a variância. Ambos os testes apresentaram resultados similares.

O objetivo deste trabalho foi investigar se tendências climáticas que não necessariamente são observadas para as médias anuais poderiam ocorrer em escala mensal e identificar quais os meses que apresentam as alterações mais frequentes.

### Material e Métodos

Visando avaliar a existência ou não de tendências climáticas no estado do Paraná, foram utilizados registros mensais de temperaturas máxima e mínima do ar e de precipitação da rede de estações agrometeorológicas convencionais do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Para isso foram analisadas 16 localidades que contavam com observações realizadas ao menos até 2015, já que muitas delas foram recentemente desativadas (Tabela 1 e Figura 1).

Londrina, Bela Vista do Paraíso, Bandeirantes, Francisco Beltrão, Joaquim Távora, Morretes, Guaraqueçaba, Paranaíba, Umuarama, Londrina, Telêmaco Borba, Guarapuava, Fernandes Pinheiro, Lapa, Planalto, Francisco Beltrão, Pato Branco, Palmas.

**Figura 1.** Localização das estações agrometeorológicas do IAPAR.



**Tabela 1.** Localização das estações agrometeorológicas do IAPAR, valores médios anuais da temperatura média, total médio anual de precipitação pluvial e período de observação utilizado.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Temp. média (°C)	Precip. (mm)	Período de observação (anos)
Bandeirantes	23°06'	50°21'	440	21,9	1.442	1976-2017 (42)
Bela Vista do Paraíso	22°57'	51°12'	600	21,4	1.529	1974-2015 (42)
Fernandes Pinheiro	25°27'	50°35'	893	17,5	1.611	1963-2017 (55)
Francisco Beltrão	26°05'	53°04'	650	19,2	2.046	1974-2017 (44)
Guarapuava	25°21'	51°30'	1058*	17,2	1.943	1976-2017 (42)
Guaraqueçaba	25°16'	48°32'	40	20,9	2.455	1978-2015 (38)
Joaquim Távora	23°30'	49°57'	512	21,0	1.419	1972-2015 (44)
Lapa	25°47'	49°46'	910	17,1	1.646	1989-2017 (29)
Londrina	23°22'	51°10'	585	21,1	1.635	1976-2015 (40)
Morretes	25°30'	48°49'	10**	20,8	1.977	1966-2015 (50)
Palmas	26°29'	51°59'	1100	16,4	2.147	1979-2017 (39)
Paranavaí	23°05'	52°26'	480	22,2	1.522	1975-2017 (43)
Pato Branco	26°07'	52°41'	700	18,8	2.098	1979-2016 (38)
Planalto	25°42'	53°47'	400	21,3	1.953	1975-2015 (41)
Telêmaco Borba	24°20'	50°37'	768	18,6	1.646	1977-2015 (39)
Umuarama	23°44'	53°17'	480	22,2	1.666	1974-2015 (42)

\*Altitude de 1026 m a partir de 06/2005; \*\* Altitude de 59 m a partir de 11/1977

navai, Planalto e Umuarama têm clima *Cfa* segundo Köppen (subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida). Guarapuava, Fernandes Pinheiro, Lapa e Palmas têm clima *Cfb* - temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C, com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (Caviglione et al., 2000). Pato Branco e Telêmaco Borba estão na transição entre esses dois tipos climáticos.

Buscou-se a existência ou não de tendência nas séries de temperatura máxima e mínima do ar (valores médios mensais) e precipitação (valores totais mensais) utilizando o método de Mann-Kendall com nível de significância de 5%. Para essas análises utilizou-se o software XLSTAT do MS-Excel. O início da série foi um pouco diferente para cada local, em função do ano de início das observações. As séries tiveram entre 29 e 55 anos de dados (Tabela 1). As tendências positivas significam que houve aumento da variável ao longo do tempo e as negativas, decréscimo.

## Resultados e Discussão

Com relação à temperatura máxima do ar (Tabela 2), observou-se que as tendências foram principalmente positivas e ocorreram predominantemente nos meses de primavera-verão, com destaque para setembro e dezembro, o que pode afetar a safra de verão, principalmente quando as

elevadas temperaturas coincidem com veranicos. No mês de maio, contudo, observaram-se apenas tendências negativas.

Temperaturas máximas mais intensas e frequentes no estado do Paraná durante a primavera também foram observadas por Minuzzi et al. (2011).

As tendências de alteração das temperaturas mínimas do ar (Tabela 3) foram mais numerosas do que para temperaturas máximas, concentrando-se nos meses de junho, setembro e dezembro, seguidos de janeiro, fevereiro e outubro. Enquanto alguns locais apresentaram tendências em praticamente todos os meses do ano (Morretes e Fernandes Pinheiro), outros chegaram a apresentar nenhuma (Pato Branco) ou muito poucas. Pelo que se conhece do histórico dessas estações meteorológicas, não parece estar havendo efeito claro da urbanização na definição dessas tendências. Exemplo disso são Guaraqueçaba (localizada na Serra do Mar) e Morretes (no litoral), ambos em áreas de pouca ou nenhuma urbanização apresentando, contudo, resultados bastante diversos. A mudança de local da estação de Morretes, passando a um ponto 50 m mais elevado do que o anterior em 1977 pode ter sido um fator de aquecimento, já que o local inicial era uma baixada.

Minuzzi et al. (2011), também observaram o aumento da temperatura mínima nas diferentes estações do ano no Paraná. Berlatto e Cordeiro (2017) também relatam tendências positivas da temperatura mínima e de aumento do número de noites quentes no Rio Grande do Sul.

Com relação à precipitação (Tabela 4), não foi possível definir nenhum mês de concentração das tendências, visto

**Tabela 2.** Tendências de alteração da temperatura máxima nos locais estudados em função do mês de ocorrência.

Local	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Londrina	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	+
BelaV.P.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	+
Bandeir.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+
Paranav.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns
Umuar.	+	+	ns	+	ns	ns	ns	+	+	+	+	+
J.Tavora	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T.Borba	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	+
Guaraq.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Morretes	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+
Lapa	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns
F.Pinheiro	+	+	+	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	+
Guarap.	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns
Planalto	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F.Beltrão	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P.Branco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Palmas	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

+ e - p<0,05; ns = não significativo (p>0,05)

**Tabela 3.** Tendências de alteração da temperatura mínima nos locais estudados em função do mês de ocorrência.

Local	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Londrina	ns	+	ns	+	ns	+	ns	ns	+	+	ns	+
Bela VP	ns	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	+	ns	+
Bandeir.	+	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	+
Paranav.	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+
Umuar.	+	+	ns	+	ns	+	ns	ns	+	+	ns	+
J.Tavora	+	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	+	ns	+
T.Borba	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	+	ns	+
Guaraq.	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	+	ns	ns
Morretes	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lapa	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns
F.Pinheiro	+	+	ns	+	ns	+	+	+	+	+	+	+
Guarap.	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+
Planalto	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F.Beltrão	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P.Branco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Palmas	ns	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	ns	ns	+

+ e - p<0,05; ns = não significativo (p>0,05)

que foram pouquíssimas as identificadas. Ocorreram mais tendências positivas que negativas. Ricce et al. (2009) não conseguiram identificar tendência na precipitação de Londrina quando analisaram os totais anuais; neste estudo, entretanto, identificou-se tendência positiva no mês de julho.

De acordo com Yue et al. (2002) o teste de Mann-Kendall é tanto mais potente quanto maior a série de dados e menor a variabilidade dos mesmos. No Paraná, tanto nas

regiões de clima *Cfa* quanto nas de *Cfb* observa-se elevada variância nos dados de precipitação mensal devido à grande variabilidade inter-anual, o que pode ter dificultado a identificação de tendências através do método utilizado.

### Conclusões

A metodologia utilizada permitiu observar as tendências de alteração climática a nível mensal para temperatu-

**Tabela 4.** Tendências de alteração da precipitação nos locais estudados em função do mês de ocorrência.

Local	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Londrina	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns
Bela VP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bandeir.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
Paranav.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Umuar.	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
J.Tavora	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T.Borba	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Guaraq.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Morretes	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Lapa	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns
F.Pinheiro	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Guarap.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Planalto	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F.Beltrão	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns
P.Branco	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Palmas	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

+ e - p<0,05; ns = não significativo (p>0,05)

ras máxima e mínima do ar, concentradas principalmente nos meses de setembro e dezembro. Para precipitação, contudo, ou praticamente inexistem tendências ou elas foram camufladas pela alta variabilidade dos dados.

### Referências

Back, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, V. 36, n. 5, p. 717-726, 2001. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n5/5544.pdf>

Berlato, M. A. e; Cordeiro, A. P. A. Sinais de mudanças climáticas globais e regionais, projeções para o século XXI e as tendências observadas no Rio Grande do Sul: uma revisão. **Agrometeoros**, V. 25, n. 2, p. 273-302, 2017. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/25884/14084>

Caviglione, J. H.; Kiihl, L. R. B.; Caramori, P. H. e; Oliveira, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD. <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>

Gocik, M. e; Trajkovic, S. Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. **Global and Planetary Change**, V. 100, 2013, p. 172-182. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33623804/Trend\\_Analysis\\_MK\\_Sen\\_Slope.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U L3A&Expires=1517944623&Signature=r4nijvNEK37kUuTqe1Be0lmcxKc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTrend\\_Analysis\\_MK\\_Sen\\_Slope.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33623804/Trend_Analysis_MK_Sen_Slope.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U L3A&Expires=1517944623&Signature=r4nijvNEK37kUuTqe1Be0lmcxKc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTrend_Analysis_MK_Sen_Slope.pdf)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2014: mitigation of climate. Summary for policymakers and Technical Summary**. Genebra: IPCC, 141 p., 2015. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WGIIIAR5\\_SPM\\_TS\\_Volume.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WGIIIAR5_SPM_TS_Volume.pdf)

Karmeshu, N. Trend detection in annual temperature & precipitation using the Mann-Kendall test – A case study to assess climate change on select states in the Northeastern United States. University of Pennsylvania, 2012, 27p. [https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1045&context=mes\\_capstones](https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1045&context=mes_capstones)

Minuzzi, R. B.; Caramori, P. H. e; Borrozzino, E. Tendências na variabilidade climática sazonal e anual das temperaturas máxima e mínima do ar no Estado do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 471-479, 2011. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052011000200031](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052011000200031)

Ricce, W. S.; Caramori, P. H.; Morais, H.; Silva, D. A. B. e; Ataíde, L. T. **Análise de tendências na temperatura e precipitação em Londrina, Estado do Paraná**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15. Belo Horizonte, 22 a 25 de setembro de 2009. [http://www.iapar.br/arquivos/Image/agrometeorologia/Mudancas\\_Climaticas/tendencia\\_temp\\_Londrina.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/Image/agrometeorologia/Mudancas_Climaticas/tendencia_temp_Londrina.pdf)

Silva, M. E. S. e; Guetter, A. K. Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. **Terra Livre**, São Paulo, V. 1, n. 20, p. 111-126, 2003. <http://docplayer.com.br/6222660-Mudancas-climaticas-regionais-observadas-no-estado-do-parana.html>

Streck, N. A. e; Alberto, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, V. 36, n. 2, p. 424-433, 2006. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n2/a11v36n2.pdf>

Yue, S.; Pilon, P. e; Cavadias, G. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. **Journal of Hydrology**, V. 259, 2002, p. 254-271. [https://rmgsc.cr.usgs.gov/outgoing/threshold\\_articles/Yueetal2002.pdf](https://rmgsc.cr.usgs.gov/outgoing/threshold_articles/Yueetal2002.pdf)

### REFERENCIAÇÃO

OLIVEIRA, D.; BORROZZINO, E. Sazonalidade das tendências de temperatura do ar e precipitação pluvial no estado do Paraná. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.26, n.1, p.139-144, 2018.



# Seasonality of air temperature and rainfall trends in Parana State, Southern Brazil

Dalziza de Oliveira<sup>1(\*)</sup> and Edmirson Borrozzino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, CEP 86057-970 Londrina, PR, Brazil. E-mails: dalzizadeoliveira@gmail.com and sam@iapar.br

(\*)Corresponding author.

---

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 26 January 2018

Accepted 20 December 2018

### Index terms:

climatology

trend analysis

Mann-Kendall test

rainfall

air temperature

---

## ABSTRACT

The objective of this study was to investigate if climate trends occur predominantly at some month of the year for 16 sites in Parana State, Southern Brazil. The Mann-Kendall method was used to test the significance at the level of 5%. The trends were considered as positive when there was increase of the variable over time and negative when there was a decrease. Concentrations of the positive trends were observed in the months of September and December for the maximum temperatures and in June, September and December for the minimum temperatures. Trends in rainfall, both positive and negative, were found only for a few months in five sites.

© 2018 SBAgro. All rights reserved.

---

## CITATION

OLIVEIRA, D.; BORROZZINO, E. Sazonalidade das tendências de temperatura do ar e precipitação pluvial no estado do Paraná. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.26, n.1, p.139-144, 2018.