

TENDÊNCIA LINEAR DE VALORES DA TEMPERATURA DO AR PARA CIDADES DO LESTE DO ESTADO DO PARANÁ ENTRE 1925 E 2020

Jonathan Klein Marquetti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil
jonathankm1998@gmail.com

Leila Limberger

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil
leila.limberger@unioeste.br

RESUMO

O planeta passa por um processo de aquecimento global causado pela ação antrópica, tanto pela emissão dos gases do efeito estufa quanto pela alteração no uso e ocupação da terra. Por outro lado, questiona-se se já são sentidos, em escala local, os efeitos desse aquecimento global. Visando responder a esta pergunta a presente pesquisa utilizou dados diários de temperatura do ar máxima e mínima para uma série histórica de 1925 a 2020, registradas em três cidades localizadas no leste do Paraná: Curitiba, Castro e Paranaguá. Utilizou-se do software R para processar o pacote RClimpact, que gera índices de detecção de mudanças climáticas. Verificou-se que há significância estatística na variação dos índices a) FD2, que demonstrou uma redução de número de dias com temperaturas abaixo de 2°C; b) do índice SU30, indicando que o número de dias com temperatura acima de 30°C teve um incremento durante o período analisado e c) do índice TR20, indicando aumento dos dias com temperaturas mínimas acima dos 20°C. Conclui-se que o aquecimento registrado no Paraná, portanto, não é devido a séries curtas ou recentes, mas que é significativo estatisticamente mesmo com séries temporais longas, como as analisadas nesta pesquisa. Assim, nota-se que os sinais do aquecimento global podem ser sentidos em escala local de forma inconteste, o que gera pressão sobre os sistemas de energia, agrícola, de saúde, defesa civil etc., além da modificação na circulação atmosférica, com ocorrência de mais eventos climáticos extremos.

Palavras-chave: Índices ETCCDI. Alterações climáticas. Tendência de longo prazo.

LINEAR TREND OF AIR TEMPERATURE VALUES FOR CITIES IN THE EASTERN PARANÁ STATE BETWEEN 1925 AND 2020

ABSTRACT

The planet is undergoing a process of global warming caused by the emission of greenhouse gases and changes in land use and occupation. On the other hand, there is a question about whether the effects of global warming are already being felt on a local scale. To answer this question, the present research used daily data of maximum and minimum air temperatures for a historical series from 1925 to 2020, recorded in three cities in the eastern region of Paraná: Curitiba, Castro, and Paranaguá. The R software was used to process the RClimpact package, which generates climate change detection indices. It was found that there is statistical significance in the variation of the indices a) FD2, which showed a reduction in the number of days with temperatures below 2°C; b) the SU30 index, indicating that the number of days with temperatures above 30°C increased during the analyzed period; and c) the TR20 index, indicating an increase in the number of days with minimum temperatures above 20°C. It is concluded that the warming recorded in Paraná is not due to short or recent series but is statistically significant even with long time series, such as those analyzed in this research. Thus, it is evident that the signs of global warming can be unmistakably felt on a local scale, which puts pressure on energy, agricultural, health, civil defense systems, and so on, in addition to altering atmospheric circulation, resulting in more extreme climatic events.

Keywords: ETCCDI Index. Climatic change. Long-term trend.

INTRODUÇÃO

Muitos setores da sociedade têm apontado e alertado para as mudanças climáticas que estão ocorrendo em várias regiões do planeta. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) desempenham papéis fundamentais no aprimoramento e na divulgação desses estudos, fornecendo dados preocupantes para o futuro. No último relatório do IPCC, publicado em 2023, foram constatadas algumas informações alarmantes. Um dos pontos destacados é que um aumento de 1,1°C na temperatura média global já é suficiente para desencadear mudanças significativas no clima do planeta, incluindo o aumento do nível dos oceanos, eventos extremos de temperatura e precipitação, além do derretimento visível das geleiras. Esse dado é preocupante quando se verifica que a temperatura média da superfície terrestre foi cerca de 1,2°C (+/- 0,12) acima da média no período de 2014-2023, em comparação com a média de 1850 a 1900, segundo a OMM, em seu relatório de 2023. Desta forma, os últimos dez anos foram os mais quentes entre todos os períodos registrados em todos os conjuntos de dados analisados anteriormente.

Em um momento em que os impactos socioeconômicos dos eventos climáticos extremos, gerados pelo aquecimento global, são debatidos amplamente, torna-se fundamental compreender as variações de temperatura ao longo do tempo, visando uma melhor compreensão da dinâmica climática e das tendências da temperatura na escala local. O Paraná, com suas diversas condições geográficas e climáticas, apresenta uma intensificação na variabilidade com registros de eventos extremos de chuva e temperatura nas últimas décadas (Schmoeller e Limberger, 2023; Carpenedo et al., 2024). Assim, torna-se necessária uma análise aprofundada de índices para detecção de mudanças climáticas para avaliar as implicações regionais que estas podem trazer para o Estado. Além disso, estudar o papel da temperatura do ar é essencial na Climatologia, pois ela influencia processos termodinâmicos na atmosfera e afeta a estabilidade vertical e a convecção local. Neves *et al.* (2016) destacam que as análises regionais e atuais da temperatura do ar visam principalmente a possibilidade de projetar cenários climáticos futuros, bem como os impactos dessas mudanças climáticas.

Ao fazer o levantamento bibliográfico sobre a temática temperatura no Estado do Paraná, verifica-se a escassez de estudos dedicados a ela. Por outro lado, nota-se que há mais pesquisas dedicadas à variabilidade da precipitação. Esta discrepância evidencia uma tendência de priorização da análise dos fenômenos extremos relacionados aos eventos de chuva (Goudard; Mendonça, 2017, 2020, 2022). Essa preferência se justifica pela maior visibilidade e impacto das anomalias de precipitação à sociedade (inundações, enchentes, movimentos de massa, erosão, estiagens, escassez hídrica etc) em comparação com as variações de temperatura.

Dentre os estudos que priorizam uma análise da variabilidade térmica do Paraná, Pedron *et al.* (2013) identificaram um aumento nos valores associados a altas temperaturas, com destaque para o aumento nas ocorrências de máximas diárias superiores a 36°C no período 2001-2010. Mesmo resultado foi identificado por Silva et al. (2015), porém para o período de 1976 a 2010, para o qual foi verificado um padrão generalizado no aumento das temperaturas em quase todo o Estado com aumento entre 0,1 e 0,4% ao ano; Silva et al. (2015) verificaram que os aumentos foram mais expressivos nas temperaturas mínimas em relação às máximas. Kogima (2018) também identificou aumento nos valores das temperaturas máximas e mínimas no Paraná, além de demonstrar um aumento na frequência das ondas de calor. Além disso, Kogima (2018) verificou que os maiores aumentos de temperatura ocorrem nas regiões noroeste e norte do Estado. Marquetti (2019), utilizando estações localizadas no oeste do Paraná com série temporal de 1998 a 2018, verificou tendência significativa de incremento de temperatura nos índices SU35 (Temperatura máxima acima de 35°C) e TXx (valor máximo de temperatura máxima).

Resultado um pouco distinto foi verificado por Neves *et al.* (2016), que analisaram as tendências de temperatura máxima e mínima do ar no estado do Paraná entre o período de 1980 e 2009. Foram usados dados diários de 28 localidades e os resultados mostraram grande variabilidade entre as estações analisadas com algumas áreas experimentando aumentos de até 0,6°C/década, principalmente no inverno e primavera, enquanto outras apresentaram reduções. A falta de simultaneidade nas tendências sugere influências locais como relevo e vegetação.

De forma geral, os estudos revelam um aumento nos valores extremos de temperatura máxima e mínima ao longo das últimas décadas, mesmo que os estudos tenham sido feitos com séries temporais

diversas e relativamente curtas. Porém, pergunta-se se essa tendência é persistente em uma análise de dados com série histórica mais longa, quase secular.

Por isso, essa pesquisa se propõe a estudar a variabilidade temporal da temperatura do ar registrada no estado do Paraná em larga escala, no período de 1925 a 2020. Ao investigar as variações térmicas ao longo de décadas, este estudo busca identificar padrões consistentes de anomalias de aquecimento registradas nas últimas décadas, como verificado nos estudos descritos anteriormente.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O estado do Paraná está localizado na região Sul do Brasil e abrange uma área de 199.709 km², entre as latitudes 22° e 26°S e longitudes 48° e 54°O, sendo atravessado pelo trópico de Capricórnio (23°S), situado em uma zona de transição do clima subtropical (entre o centro e sul do estado) e o tropical (ao norte) (Nascimento Junior, 2017; Kogima, 2018). Essa característica, associada à diferenciação de altitude e relevo, proporciona diferentes características climáticas para seu território, especialmente quanto a padrões de temperatura e precipitação.

As quatro estações meteorológicas selecionadas para esta pesquisa possuem características distintas em seus entornos, que devem ser consideradas ao se fazer as análises dos resultados. A estação de Castro (24°47'11.4" S e 49°59'33.576" O) está situada a uma altitude de 993,6 metros acima do nível do mar (a.n.m) em uma área de transição entre a zona urbana e uma região de mata e gramíneas, próxima a uma área de preservação ambiental ao norte da cidade (Figura 1.A). Já a estação de Curitiba (25°26'55" S e 49°13'50.0004" O) encontra-se a 922,9 metros a.n.m, no centro da capital paranaense, em meio a um grande centro urbano com amplas infraestruturas e edifícios, mas com pouca vegetação ao redor (Figura 1.B). Em Morretes (21°30'32.166" S e 48°48'31.2516 O), a estação está localizada a uma altitude aproximada de 50,31 metros a.n.m, em uma área distante de centros urbanos, onde predomina a vegetação de Mata Atlântica nativa (Figura 1.C). Por fim, a estação de Paranaguá (25°31'52" S e 48°31'42" O) está situada dentro das instalações do aeroporto municipal, próxima à pista de pouso, a uma altitude de cerca de 4,5 metros a.n.m, nas proximidades da área urbana e de uma área de vegetação nativa (Figura 1.D). A característica da área do entorno da estação meteorológica será utilizada para a análise dos resultados.

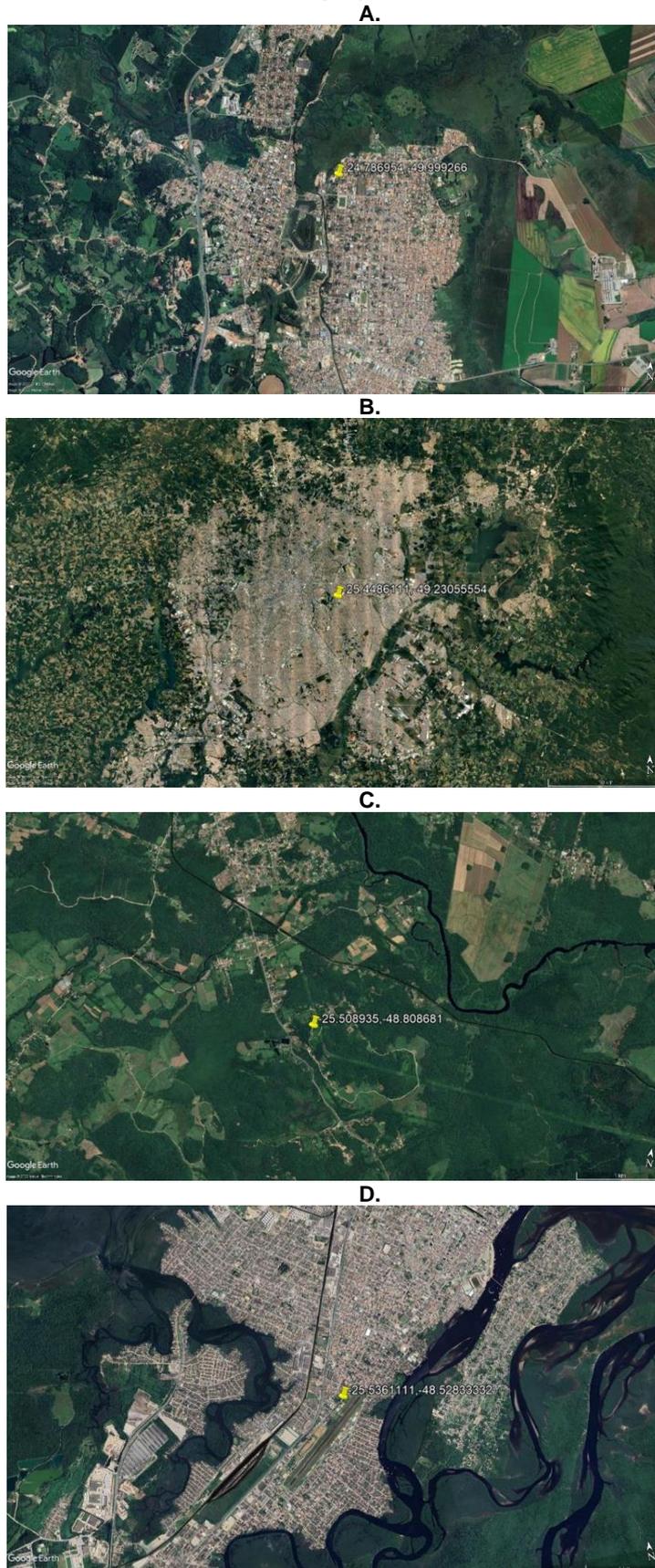
Dados climáticos

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram utilizados dados de temperaturas mínimas e máximas diárias provenientes de postos meteorológicos convencionais localizados nas cidades de Castro (1922-atualidade), Curitiba (1910-atualidade) e Paranaguá (1910-atualidade).

Estes postos meteorológicos foram escolhidos por serem os com a maior série temporal do Estado e com menos de 20% de falha; todos se localizam na região leste, não havendo estações meteorológicas nas outras regiões, com a mesma dimensão das séries temporais utilizadas. Os dados meteorológicos foram obtidos através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), disponível online e de forma gratuita pelo INMET, abrangendo o período de 1925 a 2020, igualando o período em que todas as estações apresentaram dados disponíveis.

Para complementar a série histórica dos dados convencionais, foram incorporados dados de estações automáticas instaladas posteriormente nas localidades de Castro e Curitiba (a partir de 2007) e em Morretes, que substituiu a estação de Paranaguá a partir de 2008. Essa complementação de dados das estações automáticas ocorreu como forma de reduzir o número de falhas nos dados das estações convencionais. A associação de dados das estações convencionais e automáticas foi baseada em análises estatísticas de correlação linear entre eles, demonstrando forte concordância entre os conjuntos de dados, o que possibilitou sua utilização na presente pesquisa.

Figura 1 - Imagem de satélite das áreas urbanas de Castro (A), Curitiba (B), Morretes (C) e Paranaguá (D), com destaque para a localização das estações meteorológicas (alfinete de localização), 2022



Fonte: Google Earth (2022), organizado pelos autores.

Com base nas análises realizadas das temperaturas máximas e mínimas, foram calculadas as porcentagens de dados faltantes para cada estação meteorológica. Os resultados indicam que a estação de Castro apresentou uma taxa de dados faltantes de 14,26%, Curitiba 9,56% e Paranaguá 12,65%. É relevante observar que a base de dados contém registros diários com informações limitadas, apresentando apenas a temperatura máxima ou mínima em certos casos. Com a integração dos dados provenientes das estações automáticas a partir de 2007, foi possível preencher as lacunas existentes nos registros anteriormente incompletos. Os registros das estações convencionais foram substituídos pelos dados das estações automáticas através de um processo de substituição direta dos dados. Adicionalmente, a estação automática de Morretes foi incorporada aos dados da estação convencional de Paranaguá. Essa incorporação resultou em uma correlação de 94% nos dados do período a partir de 2008, evidenciando uma alta consistência e confiabilidade nos dados complementares fornecidos pelas estações automáticas.

Índices climáticos

Os índices utilizados para detecção de mudanças climáticas descritos na tabela 1, foram selecionados a partir das recomendações do ETCCDI, sendo calculados utilizando os pacotes RClindex e RClimpact (softwares livres) na linguagem estatística R (R, 2024).

Tabela 1 - Descrição dos índices de mudanças climáticas recomendados pelo ETCCDI

ÍNDICE	DESCRIÇÃO	UNIDADE
FD2	Número de dias com temperaturas mínimas iguais ou inferiores a 2°C.	Dias
SU30	Número de dias com temperaturas máximas iguais ou superiores a 30°C	Dias
TR20	Número de dias com temperaturas mínimas iguais ou superiores a 20°C (noites tropicais)	Dias
TNn	Menor temperatura mínima diária mensal	°C
TNx	Maior temperatura mínima diária mensal	°C
TXn	Menor temperatura máxima diária mensal	°C
TXx	Maior temperatura máxima diária mensal	°C

Fonte: Organizada pelos autores.

Para o processamento dos dados utilizou-se o pacote RClindex, responsável por fazer uma “pré-avaliação” e um tratamento inicial para os dados inseridos, indicando eventuais falhas e incongruências nos dados ou até mesmo do layout utilizado pelo software, compondo as colunas de ano, mês, dia, precipitação, temperatura máxima e mínima. Se os dados apresentam conformidade, podem ser inseridos no pacote RClimpact, responsável pelos cálculos, possibilitando a obtenção de limiares, tabelas e gráficos.

A partir do resultado do cálculo dos índices, foram calculadas sua tendência linear no tempo, bem como, sua significância estatística por meio da aplicação do teste t-Student. A tendência foi calculada por meio da equação

$$t=(a * N / x) * 100 \quad (1)$$

onde t (tendência), a (incremento da reta na equação linear), N (número de tempos (anos) de registro, 96 anos) e x (média do valor para o período de análise). O teste t-Student é obtido por meio da aplicação da fórmula onde t_c representa o valor calculado para t , r o coeficiente de correlação linear, N o número de tempos (anos) de registro. Para que a tendência linear seja considerada significativa, o valor do t amostral deve ser superior ao valor crítico (t_c) (Rogerson, 2012). Na pesquisa foi possível obter o valor de t amostral de 1,645. Portanto, para que valores sejam considerados estatisticamente significativos a um nível de 95%, o valor crítico deve ser igual ou superior a esse valor.

Após o cálculo dos índices, foi realizada uma análise de tendência linear no tempo, acompanhada de testes estatísticos de significância utilizando o teste de t-Student. A tendência linear foi calculada

considerando o número de anos de registro e a média dos valores para o período de análise, enquanto a significância estatística foi determinada com base na comparação entre o valor amostral de t e o valor crítico de t para um nível de confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados de estatística descritiva básica para os dados de temperatura máxima diária para os 3 postos analisados. Verifica-se que o menor valor médio é registrado em Curitiba, com 23,2 °C, seguido de Castro, com 23,6 °C. O maior valor médio da temperatura máxima é registrado em Paranaguá/Morretes, com 25,9 °C. O maior desvio padrão (4,68 °C) é registrado em Curitiba. O maior valor da temperatura máxima diária registrado durante a série histórica para todos os postos foi 42,9 °C, em Paranaguá e o menor, 3,4 °C, em Curitiba.

Tabela 2 - Estatística descritiva básica das temperaturas máximas diárias para o período de 1925 a 2020 para as estações meteorológicas de Castro, Curitiba e Paranaguá

	MÉDIA	MEDIANA	DES. PAD.	VARIÂNCIA	MODA	MAIOR MAX	MENOR MAX
CASTRO	23,6	24	4,38	66,65	25	35	9
CURITIBA	23,2	23,6	4,68	21,94	25	35,5	3,4
PARANAGUÁ	25,9	25,9	4,40	19,38	25,4	42,9	10,1

Fonte: Organizada pelos autores.

Quanto às temperaturas mínimas diárias, verifica-se na Tabela 3 que os valores médios variam bastante entre os postos. O maior valor médio das mínimas foi registrado em Paranaguá, com 17,8 °C e o menor, 11,4 °C, em Castro. O maior desvio padrão (4,87 °C) foi registrado em Castro e o menor, 3,71 °C, em Paranaguá. O maior valor da temperatura mínima foi registrado em Paranaguá, com 27,5 °C e o menor (-6 °C), em Castro.

Tabela 3 - Estatística descritiva básica das temperaturas mínimas diárias para o período de 1925 a 2020 para as estações meteorológicas de Castro, Curitiba e Paranaguá

	MÉDIA	MEDIANA	DES. PAD.	VARIÂNCIA	MODA	MAIOR MIN	MENOR MIN
CASTRO	11,4	12	4,87	18,6628	15	22	-6
CURITIBA	13,0	13,4	4,20	17,65	15	22,8	-5,4
PARANAGUÁ	17,8	18,2	3,71	13,79	20,4	27,5	-0,1

Fonte: Organizada pelos autores.

Analisando os cálculos de medidas estatísticas descritivas básicas das temperaturas, observam-se diferenças nos padrões de temperatura das estações de Castro e Curitiba em relação a de Paranaguá, apesar de todas estarem em latitudes próximas, entre 24° e 25° S. Isso ocorre devido à localização da estação de Paranaguá, que fica próxima ao litoral, e em uma altitude muito próxima ao nível do mar, enquanto as estações de Curitiba e Castro ficam em altitudes acima de 800m em relação ao nível do mar. Além disso, a atuação de diferentes centros de ação, características naturais de relevo, vegetação e oceanidade podem influenciar as condições meteorológicas em escala local.

Em seguida serão apresentados os resultados sobre os índices de mudanças climáticas durante o período de registro, procurando identificar tendências ou intensificação da variabilidade natural.

Índices de detecção de mudanças climáticas

A seguir, serão abordados os resultados obtidos a partir da geração dos índices de detecção de mudanças climáticas disponíveis nos pacotes Rclimdex e Rclimpack, com plotagem de gráficos adaptadas para melhor distinção entre as estações. As tabelas e gráficos apresentados pretendem possibilitar a compreensão da variabilidade climática ao longo do período da série histórica utilizada para cada índice calculado.

Na Tabela 4 são apresentados os limiares dos percentis 10 e 90 (P10 e P90) para as temperaturas máximas e mínimas diárias para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. É possível verificar a diferença nos dados das estações de Castro e Curitiba em relação a de Paranaguá, que apresenta temperaturas de 4°C a 5°C superiores àquelas. Os valores de P_{max10}, P_{max90}, P_{min10} e P_{min90} foram utilizados no software Rclimpack e contribuem para a definição de eventos extremos positivos e negativos de temperatura.

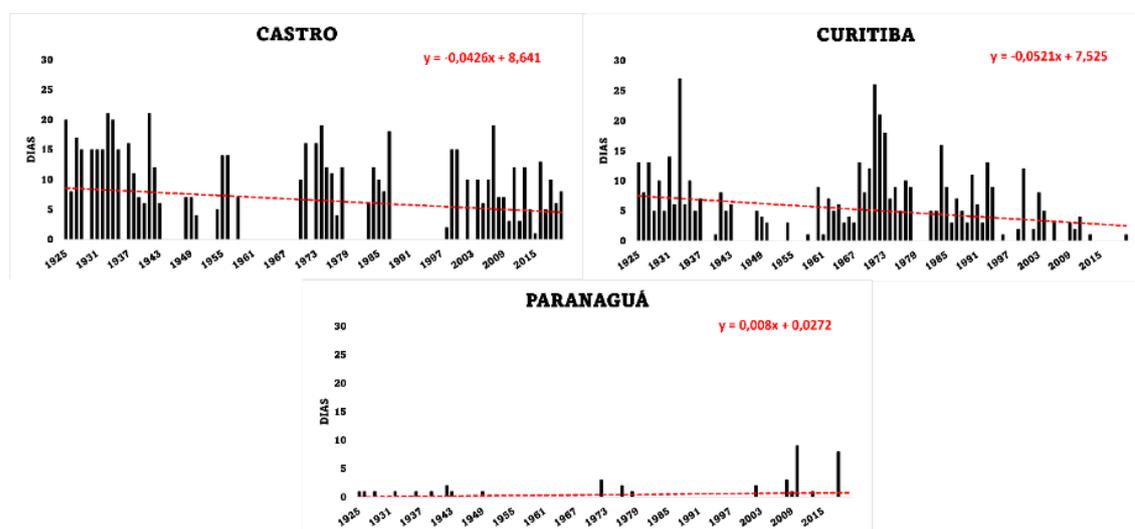
Tabela 4 - Limiares de percentil 10 e 90 para temperatura máxima diária (P_{max 10} e P_{max 90}) e temperatura mínima diária (P_{min 10} e P_{min 90}) calculados pelo Rclimdex para os postos meteorológicos de Castro, Curitiba e Paranaguá para o período de 1925 a 2020

	P _{max 10}	P _{max 90}	P _{min 10}	P _{min 90}
CASTRO	14,30	21,40	8,81	16,22
CURITIBA	13,94	21,53	9,82	16,70
PARANAGUÁ	18,72	25,80	14,98	20,84

Fonte: Organizada pelos autores.

Passando-se para a análise dos índices, identifica-se o índice FD2 (Figura 2), que representa o número total de dias anuais quando as temperaturas mínimas registradas são iguais ou inferiores a 2°C, caracterizando um índice de frio, podendo ocorrer períodos de congelamento, principalmente eventos de geada. O FD2 demonstra uma maior concentração de dias com as condições de temperatura mínima abaixo de 2°C nas estações meteorológicas de Curitiba e Castro, com Curitiba apresentando um pico significativo em 1933 (27 dias) e outro em 1971 (26 dias) e Castro em 1925 (20 dias), 1933 (21 dias), 1934 (20 dias), 1941 (21 dias) e 1974 (19 dias), apresentando períodos de maior/menor quantidade de eventos.

Figura 2 - Valores anuais para o índice FD2 no período de 1925 a 2020 para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. No canto superior direito de cada gráfico consta a equação linear para o período, bem como, sob o gráfico, a reta de tendência linear



Fonte: INMET, organizada pelos autores.

Analisando a dinâmica dos eventos desde 1925, ainda na Figura 5, observa-se em Curitiba uma expressiva quantidade de dias com FD2 até a década de 1940, posteriormente apresentando um período de picos nas décadas de 1950 a 1990. Após a década de 2000 observam-se números inferiores, com uma tendência de menos dias com temperaturas neste patamar de 2 °C. A estação de Paranaguá, por outro lado, apresenta os maiores valores após os anos 2000, contrariando o que foi verificado nas outras estações.

Ao se analisarem os valores médios de eventos de cada estação (Tabela 5), Paranaguá tem a menor média com 0,58 dias por ano e Castro a maior, com 10,88 dias por ano; Curitiba tem uma média de 6,15 dias por ano. Apenas a estação de Paranaguá teve uma tendência positiva nos dados no valor de 132,48%. Castro e Curitiba apresentaram tendência negativa da ordem de -37,59% e -81,28%, respectivamente. Utilizando-se o teste t-Student, todas as estações apresentam significância estatística com $p < 0,05$, com Curitiba (2,561) apresentando o valor mais significativo, seguido por Castro (1,746) e Paranaguá (1,649).

Tabela 5 - Valores da média, percentual de tendência linear para o período de 1925 a 2020 e t-calculado para o índice FD2. Valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$ estão marcados com um asterisco

	Média	% tendência	t-calculado
CASTRO	10,88	-37,59	*1,746
CURITIBA	6,15	-81,28	*2,561
PARANAGUÁ	0,58	132,48	*1,649

Fonte: Organizada pelos autores.

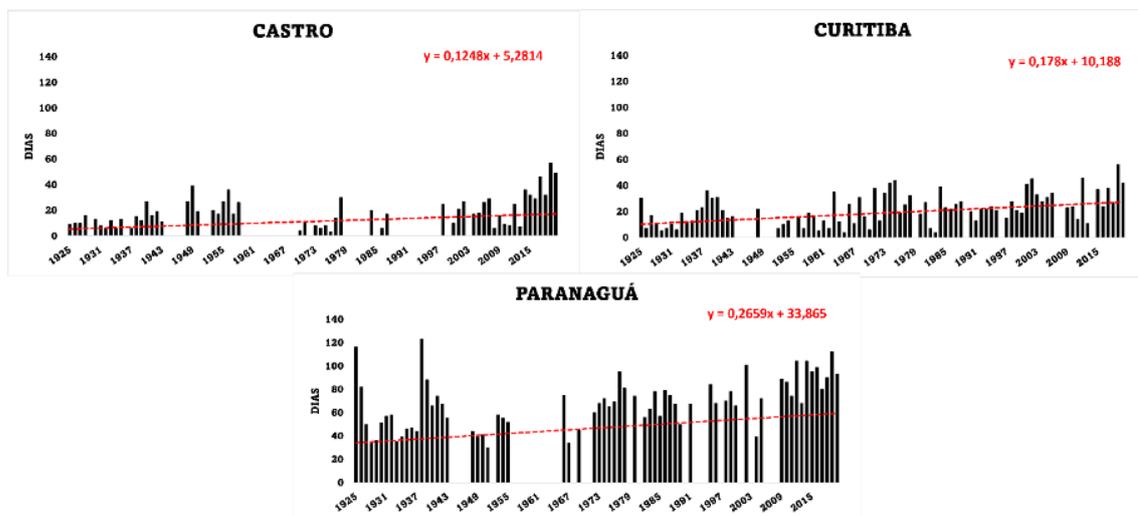
É preciso analisar de forma mais pormenorizada em estudos futuros o motivo de Paranaguá apresentar tendência positiva, mas pode-se argumentar que isso se dá por haver uma baixa frequência relacionado ao número de dias com temperaturas iguais ou inferiores a 2°C em toda a série histórica e que, devido a algumas ondas de frio mais intensas nos anos finais da série histórica, a tendência foi positiva.

Esses resultados corroboram com o estudo de Silveira, Rocha e Alves (2017) que verificaram uma tendência de decréscimo no número de ondas de frio na cidade de Curitiba ao analisar as temperaturas do período de 1961 a 2016. Ely e Fortin (2019) também observaram uma redução pronunciada dos índices de frio no Leste do estado do Paraná, principalmente a redução da amplitude entre temperaturas máximas e mínimas (utilizado o índice DTR), enquanto verificaram um aumento dos índices de calor no norte do estado. Portanto, explica-se as tendências negativas para o índice FD2 para Curitiba e Castro, porém, a tendência positiva para Paranaguá fica sem uma explicação física.

Para o Índice SU30, que representa o número total de dias anuais quando as temperaturas máximas são iguais ou superiores a 30°C, representando um índice de calor, verifica-se que há uma variabilidade constante na dinâmica dos dados (Figura 3). Paranaguá é a estação com os valores mais expressivos devido à sua localização no litoral em uma altitude próxima do nível do mar e à influência da maritimidade (caracterizada por baixa amplitude térmica anual). Pode-se destacar os valores mais altos registrados em 1925 (116 dias), 1938 (123 dias), 1977 (95 dias), 2002 (101 dias), 2012 e 2014 (104 dias, respectivamente) e 2019 (112 dias), podendo-se observar que após os anos 2000, os eventos superiores a 30°C se tornaram cada vez mais frequentes, em uma variação crescente, diferentemente dos períodos anteriores, quando há um “distanciamento” maior entre os períodos com maior número de ocorrências. Deste modo, há um aumento característico no número de episódios com dias que atingem temperaturas máximas superiores a 30 °C em Paranaguá, sendo possível verificar a mesma dinâmica nas estações de Castro e Curitiba.

Todas as estações apresentaram tendência positiva para a quantidade de dias anuais com temperatura do ar superior a 30 °C (Tabela 6), tendo Castro 63,87% de aumento no número de dias em que a temperatura máxima ultrapassa os 30°C e Curitiba um aumento de 78,49%, enquanto em Paranaguá há uma tendência positiva de 37,53%. Quando analisada a média anual de dias quentes para cada estação meteorológica, verifica-se que a menor média foi obtida para Castro (18,76 dias), seguida por Curitiba (21,77 dias), enquanto a maior média foi em Paranaguá (68,02 dias). Tendo como base a média e a tendência (Tabela 5), todas as estações apresentaram significância estatística para $p < 0,05$.

Figura 3 - Valores anuais para o índice SU30 no período de 1925 a 2020 para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. No canto superior direito de cada gráfico consta a equação linear para o período, bem como, sob o gráfico, a reta de tendência linear



Fonte: INMET, organizada pelos autores.

Tabela 6 - Valores da média, percentual de tendência linear para o período de 1925 a 2020 e t-calculado para o índice SU30. Valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$ estão marcados com um asterisco

	Média	% tendência	t-calculado
CASTRO	18,8	63,87	*2,678
CURITIBA	21,8	78,49	*3,881
PARANAGUÁ	68,0	37,53	*2,012

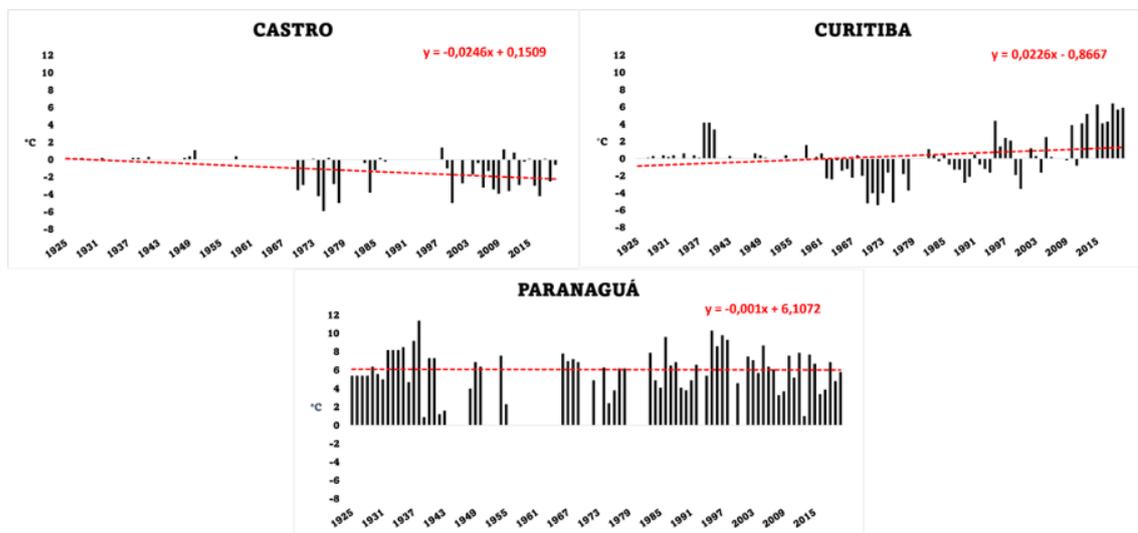
Fonte: Organizada pelos autores.

Um comportamento de aumento de número de dias com condições quentes iguais ou acima de 30°C foi constatado em outras pesquisas, como Marquetti (2019), Silva *et al.* (2015) e Kogima (2018). Ely e Fortin (2019), analisando a série temporal de temperaturas de 1971 a 2014 para todo o estado do Paraná, constataram um aumento pronunciado dos índices de calor, especialmente na região norte do Paraná; esse fato, segundo os autores, demonstra um período de aquecimento que vem ocorrendo no Estado após a década de 1970.

O índice TNn representa a menor temperatura mínima diária registrada por ano e, na Figura 4, é possível verificar a diferença desse índice entre as estações de Castro e Curitiba em relação a Paranaguá, sendo que nas duas primeiras ocorrem muitos valores negativos e em Paranaguá isso não ocorre. Em Castro verifica-se valores negativos mais expressivos e frequentes na década de 1970 e após os anos 2000. Em Curitiba, a maior frequência de eventos negativos foi, também, na década de 1970. Após os anos 2000 os valores têm significativo aumento.

O aumento e diminuição dos valores de tendência nas temperaturas podem ser visualizados na Tabela 7, quando se verifica que em Castro a tendência negativa foi de -185,30% e em Curitiba a tendência foi positiva na ordem de 760,44%, ambas significativas para $p < 0,05$. Paranaguá teve tendência negativa de -28,5%, mas sem significância. Ainda segundo a Tabela 6 é possível verificar que a média das menores temperaturas mínimas é de 6,06 °C em Paranaguá para o período de análise, enquanto em Castro é -1,07 °C e em Curitiba é 0,25 °C. A menor temperatura registrada foi em Castro em 1975 com -5,9 °C e a maior em Paranaguá em 1938 com 11,4 °C.

Figura 4 - Valores anuais para o índice TNn no período de 1925 a 2020 para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. No canto superior direito de cada gráfico consta a equação linear para o período, bem como, sob o gráfico, a reta de tendência linear



Fonte: INMET, organizada pelos autores.

Tabela 7 - Valores da média, percentual de tendência linear para o período de 1925 a 2020 e t-calculado para o índice TNn. Valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$ estão marcados com um asterisco

	Média	% tendência	t-calculado
CASTRO	-1,07	-185,30	3,998*
CURITIBA	0,25	760,44	2,310*
PARANAGUÁ	6,06	-22,82	1,172

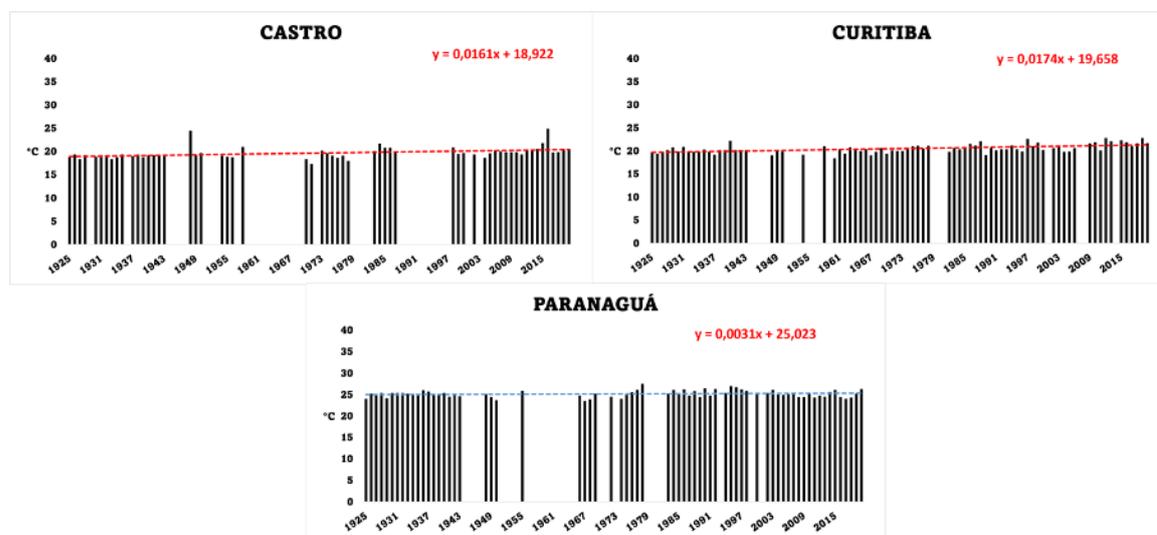
Fonte: Organizada pelos autores.

Ao comparar os resultados encontrados em TNn é possível observar um padrão de “resfriamento” nas estações de Castro e Paranaguá, sendo contrário aos padrões identificados por outras pesquisas como Ichiba (2006), Vincent *et al.* (2005), Silva *et al.* (2015), que constataram uma diminuição das noites frias e o aumento de noites quentes, porém em outros locais. Neves *et al.* (2016) também observaram essa variação, em que a temperatura mínima apresentou aumento principalmente nos invernos e primavera, notando uma considerável redução no Estado do Paraná no outono. Outros fatores, porém, podem explicar esse resultado, como a altitude, a localização da estação na vertente, além de fatores locais como urbanização e alteração de uso do solo, que claramente distinguem as 3 estações meteorológicas em análise.

A Figura 5 apresenta o índice TNx, que representa a maior temperatura mínima registrada em cada estação meteorológica, sendo possível analisar as menores temperaturas durante o verão. Verifica-se que no caso de Castro e Curitiba os valores ficam próximos de 20°C, não oscilando muito no tempo de registro. Já para Paranaguá, as máximas das temperaturas mínimas ficam em torno de 25 °C.

Na Tabela 8 é possível ver que a média do índice TNx para o período de 1925 a 2020 em Castro é 19,7 °C, em Curitiba é 20,5 °C, enquanto em Paranaguá é 25,2°C. Os valores da tendência são positivos para Castro e Curitiba, mas negativos em Paranaguá; porém, nenhum é significativo estatisticamente. A estação de Castro apresentou a menor tendência (15,09%), enquanto o maior valor calculado foi de Paranaguá (-24,29%) e Curitiba apresenta tendência de 16,10%.

Figura 5 - Valores anuais para o índice TNx no período de 1925 a 2020 para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. No canto superior direito de cada gráfico consta a equação linear para o período, bem como, sob o gráfico, a reta de tendência linear



Fonte: INMET, organizada pelos autores.

Tabela 8 - Valores da média, percentual de tendência linear para o período de 1925 a 2020 e t-calculado para o índice TNx. Valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$ estão marcados com um asterisco

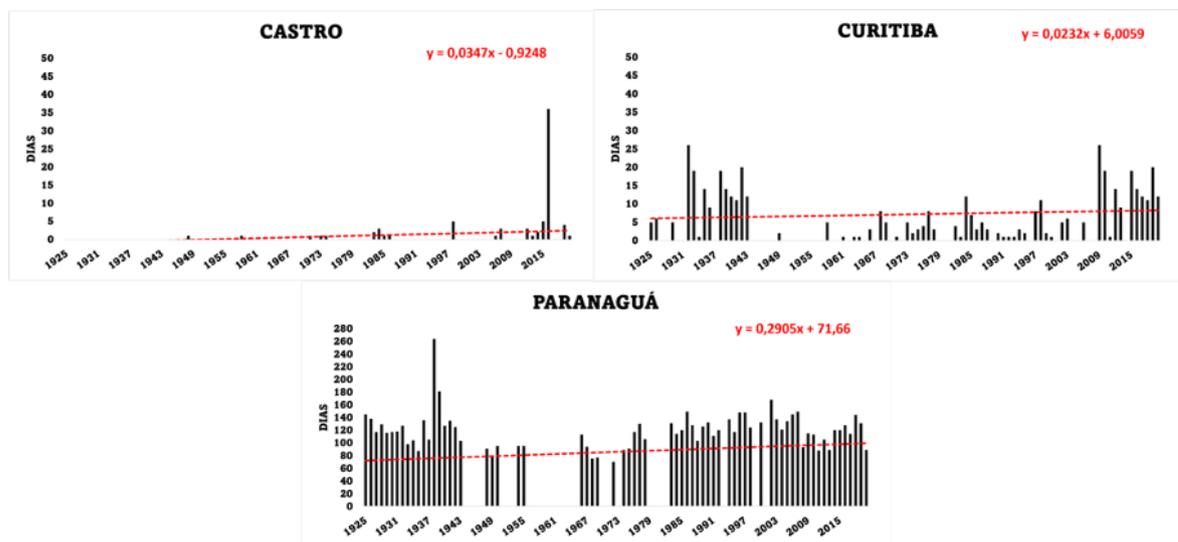
	Média	% tendência	t-calculado
CASTRO	19,7	15,09	0,865
CURITIBA	20,5	16,10	1,155
PARANAGUÁ	25,2	-24,29	1,507

Fonte: Organizada pelos autores.

Em se tratando de índices que representam períodos de calor, o TR20 é estatisticamente interessante em ser usado em regiões tropicais/subtropicais, sendo caracterizados como “noites tropicais”, já que apresenta a quantidade de dias em que a temperatura mínima registrada foi superior a 20°C em uma determinada localidade; isso equivaleria especialmente aos períodos noturnos. Ao analisar-se a Figura 6, verifica-se que há muita diferença entre as estações. Castro apresentou, durante sua série histórica, poucas Noites Tropicais, enquanto Curitiba teve dois momentos com mais dias com temperatura mínima maior do que 20°C (em torno de 20 dias por ano): um entre 1930 e 1943 e outro, a partir de 2009 até o final do período analisado. Em Paranaguá verifica-se que esse é um fenômeno comum, com quase todos os anos com registros apontando mais de 100 noites com temperatura acima de 20°C.

Essa diferença dos resultados do TR20 para as estações meteorológicas analisadas evidencia as contrastantes condições geográficas entre elas. Paranaguá sofre o efeito da maritimidade, que faz com que a amplitude térmica seja menor. Castro tem noites mais frias devido à sua posição latitudinal no Estado, além de ter o uso da terra no entorno da estação meteorológica, composto predominantemente de vegetação natural. Já Curitiba apresenta noites mais quentes, provavelmente, devido ao uso da terra ser predominantemente urbano. Por se tratar de uma região altamente povoada, e com uma grande infraestrutura, a cidade de Curitiba favorece o desenvolvimento de fenômenos de ilhas de calor, que podem ter sido intensificadas em alguns períodos, ocasionando variações nas análises. Segundo Silva *et al.* (2015, p.190), as tendências de aquecimento no Estado “[...] podem ser atribuídas às mudanças no uso das terras locais, especialmente em termos de crescimento do perímetro urbano.”

Figura 6 - Valores anuais para o índice TR20 no período de 1925 a 2020 para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. No canto superior direito de cada gráfico consta a equação linear para o período, bem como, sob o gráfico, a reta de tendência linear



Fonte: INMET, organizada pelos autores.

Ao se analisar a Tabela 9, ainda sobre o índice TR20, nota-se uma diferença quantitativa significativa entre as estações de Paranaguá com as demais, sendo que esta apresenta uma média de 119 dias com temperaturas mínimas acima de 20°C, enquanto as outras estações apresentam números muito menores, com 1,2 dias em Castro e 7,5 dias em Curitiba. Em se tratar de tendência, as 3 estações apresentam uma tendência estatística positiva, sendo estatisticamente significativa em Castro e Curitiba para $p < 0,05$. Enquanto em Paranaguá a tendência é de 23,4%, em Curitiba ela atinge a marca de 128,26% e em Castro, de 264,67%.

Tabela 9 - Valores da média, percentual de tendência linear para o período de 1925 a 2020 e t-calculado para o índice TR20. Valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$ estão marcados com um asterisco

	Média	% tendência	t-calculado
CASTRO	1,26	264,67	*2,575
CURITIBA	7,50	128,26	*6,231
PARANAGUÁ	119,30	23,38	1,342

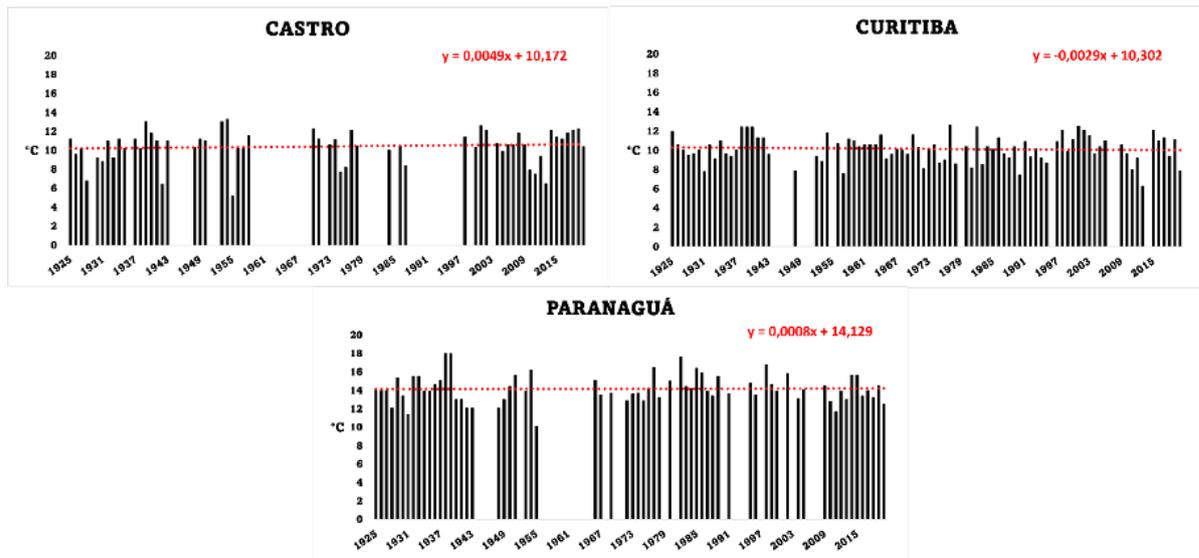
Fonte: Organizada pelos autores.

Ao analisar a tendência dos índices de calor, pode-se observar um aumento nos valores ao longo do tempo, indicando um padrão de aquecimento com um aumento na ocorrência de noites consideradas quentes. Essa tendência está alinhada com as análises de Silva *et al.* (2015), que apontaram para um aumento das temperaturas no Paraná com o indicador TR20 aparecendo como o mais significativo. Essas descobertas estão em concordância com outras pesquisas, como a de Vincent *et al.* (2005), que examinaram as tendências dos Índices de Extremos de Temperatura Diária na América do Sul.

Esses estudos observaram que as noites frias estão diminuindo, enquanto a proporção de noites quentes está aumentando, com mudanças mais acentuadas durante os períodos de verão e outono. Esses resultados indicam uma mudança gradual nas condições climáticas, com um aquecimento progressivo e uma modificação nos extremos de temperatura. O aumento nas noites quentes e a redução nas noites frias são condizentes com os padrões de aquecimento global observados em muitas partes do mundo. No entanto, é importante ressaltar que essas mudanças podem variar conforme as características regionais e locais, como a influência da maritimidade em Paranaguá e ilhas de calor geradas em áreas urbanas como Curitiba.

O índice TXn (Figura 7), representa a menor temperatura máxima diária registrada na estação meteorológica em um ano. Todas as estações analisadas apresentam diversas variações durante os anos, com a estação de Paranaguá se destacando com os valores mais elevados, enquanto Castro e Curitiba apresentam os valores mais baixos; essas variações se modificam no decorrer das décadas em que, com exceção de Paranaguá, apresentam um comportamento semelhante em alguns períodos.

Figura 7 - Valores anuais para o índice TXn no período de 1925 a 2020 para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. No canto superior direito de cada gráfico consta a equação linear para o período, bem como, sob o gráfico, a reta de tendência linear



Fonte: INMET, organizada pelos autores.

As médias calculadas (Tabela 10) evidenciam uma característica muito próxima entre as estações de Castro e Curitiba contendo valores de 10,41°C e 10,16°C, respectivamente. Paranaguá apresentou para o período em análise a média de 14,2 °C para o índice TXn. No cálculo das tendências, nenhuma estação apresentou tendência significativa.

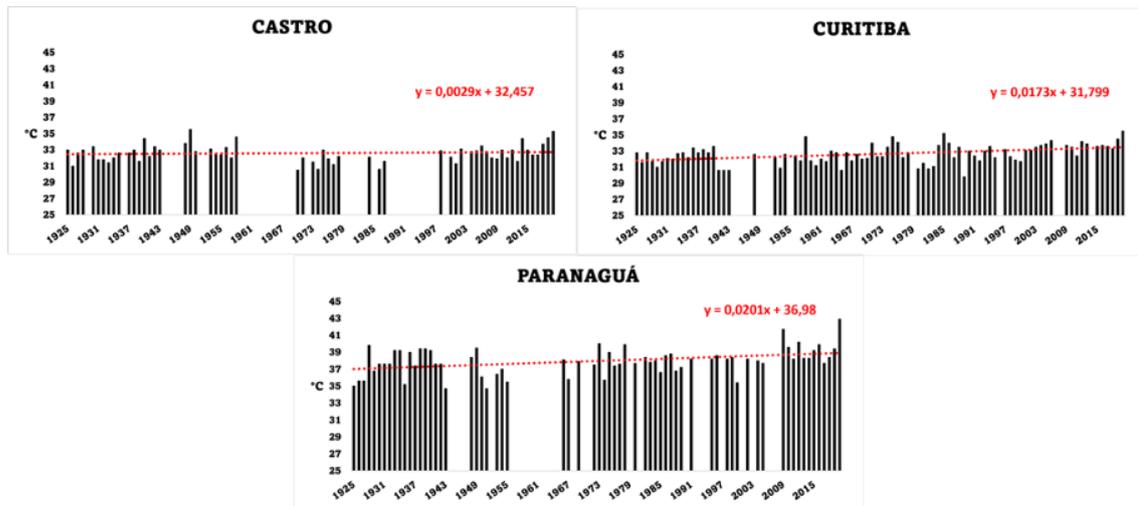
Tabela 10 - Valores da média, percentual de tendência linear para o período de 1925 a 2020 e t-calculado para o índice TXn. Valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$ estão marcados com um asterisco

	Média	% tendência	t-calculado
CASTRO	10,41	5,26	0,009
CURITIBA	10,16	-4,35	0,012
PARANAGUÁ	14,17	2,64	0,003

Fonte: Organizada pelos autores.

Para o índice TXx (Figura 8), que representa a maior temperatura máxima registrada, deve-se considerar que são temperaturas registradas principalmente nas estações primavera/verão, revelando os valores extremos de temperatura. Percebe-se que nas três estações analisadas não houve muita oscilação durante o período em análise.

Figura 8 - Valores anuais para o índice TXx no período de 1925 a 2020 para as estações de Castro, Curitiba e Paranaguá. No canto superior direito de cada gráfico consta a equação linear para o período, bem como, sob o gráfico, a reta de tendência linear



Fonte: INMET, organizada pelos autores.

As médias calculadas para Castro e Curitiba (Tabela 11) foram iguais (32,6°C), enquanto em Paranaguá registrou-se uma média de 37,9°C para a máxima das máximas. Quando analisadas as tendências, todas foram positivas, porém sem significância estatística. A maior tendência foi observada em Curitiba (11,1%) e a menor em Paranaguá (1,1%).

Tabela 11 - Valores da média, percentual de tendência linear para o período de 1925 a 2020 e t-calculado para o índice TXx. Valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$ estão marcados com um asterisco

	Média	% tendência	t-calculado
CASTRO	32,6	2,24	0,137
CURITIBA	32,6	11,14	0,908
PARANAGUÁ	37,9	1,11	0,069

Fonte: Organizada pelos autores.

Os resultados demonstram uma variação positiva de aquecimento também observada em trabalhos como os elaborados por Kogima (2018) e Silva *et al.* (2015) que identificaram as variações das temperaturas no Paraná e apontam para um padrão de aquecimento de forma generalizada na maioria do Estado. Marquetti (2019) utilizando de índices ETCCDI identificou tendências positivas no índice TXx nas estações meteorológicas de Cascavel, Foz do Iguaçu, Guaíra e Santa Helena, todas na região oeste do Paraná. Neves *et al.* (2016) identificaram que nas análises de temperaturas máximas, houve reduções no outono e aumento no inverno e na primavera, enquanto se configurou um aumento de forma mais evidente no verão, principalmente na região noroeste do Estado.

Assim como nos índices anteriores, devemos considerar que há diversos fatores que podem propiciar uma mudança nos resultados, já abordados anteriormente, como a localização e a altitude, fazendo com que Paranaguá constantemente tenha uma disparidade na variação estatística em relação às demais estações.

Como forma de síntese dos resultados, são apresentadas na Tabela 1, as tendências dos índices de temperatura nas estações meteorológicas analisadas. Os valores em negrito representam os considerados significativos estatisticamente, com valores de t-calculado iguais ou superiores a 1,645 para o teste de t-Student. Dentre os índices climáticos utilizados, apenas FD2, SU30, TNn e TR20 apresentaram valores significativos estatisticamente para a tendência linear no tempo de análise.

Tabela 12 - Tendências dos índices climáticos utilizados. Valores significativos estatisticamente para $p < 0,05$ estão assinalados com asterisco e negrito

	CASTRO	CURITIBA	PARANAGUÁ
FD2	-37,59*	-81,28*	132,48*
SU30	63,87*	78,49*	37,53*
TNn	-185,30*	760,44*	-22,82
TNx	15,09	16,10	-24,07
TR20	264,67*	128,26*	23,38
TXn	5,26	-4,35	2,64
TXx	2,24	11,14	1,11

Fonte: Organizada pelos autores.

Considerando o fato de haver dois tipos de índices, um referente a quantidade de dias anuais (FD2, SU30 e TR20) e a variação em °C (TNn, TNx, TXn e TXx), seus resultados devem ser interpretados de formas diferentes. Enquanto para índices de “dias” devem ser considerados a diminuição (aumento) quantitativa de dias com as referidas características, nos índices em °C devem ser considerados a diminuição (aumento) das temperaturas propriamente ditas.

O número de dias com temperaturas abaixo de 2°C diminuiu em Castro e Curitiba, indicando um padrão de aquecimento, porém aumentou em Paranaguá no período de registro. Já o número de dias com temperatura acima de 30°C aumentou significativamente nas três estações analisadas, mostrando que as máximas aumentaram, o que pode ser também visto no índice TXx, em que todas as cidades apresentaram aumento, porém não significativo estatisticamente.

As chamadas “noites tropicais” (TR20) também aumentaram nas três estações analisadas, porém, com significância estatística em Castro e Curitiba, evidenciando um padrão de aquecimento no período noturno.

Quanto ao índice que mede o valor mínimo das temperaturas mínimas (TNn) houve grande discrepância nos resultados, com diminuição em Castro e Paranaguá (significativo em Castro) e um aumento de 760% em Curitiba, ou seja, em Castro e Paranaguá houve registro de temperaturas mínimas menores no inverno, enquanto em Curitiba isso não ocorreu. Provavelmente, esse grande aumento do valor mínimo das mínimas em Curitiba é devido à urbanização que tende a elevar as temperaturas.

CONCLUSÃO

Com base nas análises dos índices ETCCDI calculados para séries temporais longas (1925 a 2020) para 3 estações meteorológicas localizadas no estado do Paraná, observam-se alguns padrões de alterações nas temperaturas das áreas de estudo, em especial o aumento das temperaturas máximas e das mínimas, porém algumas dessemelhanças entre as cidades analisadas.

Especificamente, o índice FD2 aponta para uma diminuição de eventos caracterizados como dias com temperaturas iguais ou menores que 2°C em Castro e Curitiba, com significância estatística para 95%. Tendência com significância estatística também é verificada para o índice TR20, que indica a ocorrência de noites quentes, com temperatura mínima igual ou superior a 20°C. Novamente, as estações de Castro e Curitiba tiveram um grande acréscimo de dias com essas condições, principalmente após o início da década de 2000. Com a análise desses dois índices é possível dizer que em Curitiba e Castro está havendo menos registros de temperaturas abaixo de 2°C e um aumento das temperaturas mínimas, levando a menos dias frios. Para Paranaguá não houve significância estatística nesse resultado.

Para os índices relacionados ao calor, analisando-se o SU30 é possível destacar uma tendência positiva e significativa em todas as estações analisadas, indicando que há uma maior quantidade de eventos iguais ou acima de 30°C. Verificou-se também que esses eventos se tornaram mais frequentes.

Pela análise dos dados é possível indicar uma tendência de aquecimento no estado do Paraná durante o século XX e início do século XXI, especialmente um aumento das temperaturas máximas. Importante

conclusão é que esse aumento de temperatura, portanto, não é somente registrado nas últimas décadas, ou com dados com séries curtas e recentes. Há um padrão claro de aquecimento no Estado do Paraná, mesmo com a utilização de séries temporais longas, o que indica a gravidade do momento em relação à Emergência Climática, já que mudanças nas temperaturas afetam significativamente o sistema climático, gerando mais eventos extremos, especialmente de chuvas.

Essas informações precisam nortear os tomadores de decisão quanto ao planejamento nos sistemas de geração de energia, de agricultura, de saúde pública, de defesa civil e abastecimento hídrico, dentre outros.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia - Unioeste/MCR.

Ao INMET pela disponibilidade dos dados meteorológicos.

À Fundação Araucária pelo apoio ao NAPI Emergência Climática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPENEDO, C. B.; GOBI, G. H.; YAMANOUCI, F. T.; MACHADO, M. A. M. Temperatura do ar em cenários futuros de mudanças climáticas no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 34, n. 20, p. 692–707, 2024. <https://doi.org/10.55761/abclima.v34i20.17774>

ELY, D. F.; FORTIN, G. Trend analysis of extreme thermal indices in south Brazil (1971 to 2014). **Theoretical and Applied Climatology**, Austria, v. 139, p. 1045–1056, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02995-6>

GOUDARD, G.; MENDONÇA, F. A. Eventos pluviiais extremos em Curitiba (Paraná): entre antigos problemas e novos desafios. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, **Anais SBGFA**, [S.L.], p. 1919-1930, 2017. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2402>

GOUDARD, G.; MENDONÇA, F.A. Eventos e episódios pluviiais extremos: a configuração de riscos hidrometeorológicos em Curitiba (Paraná - Brasil). **Ideas**, [S.L.], n. 15, p. 1-15, 1 mar. 2020. <https://doi.org/10.4000/ideas.8082>

GOUDARD, Gabriela; MENDONÇA, Francisco de Assis. Riscos hidrometeorológicos híbridos na bacia do Alto Iguazu – Paraná (Brasil). **Confins**, [S.L.], v. 54, p. 1-18, 2022. <https://doi.org/10.4000/confins.44833>

ICHIBA, S. H. K. Estudo das temperaturas do ar no estado do Paraná. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2006.

IPCC. International Panel on Climate Change. **Climate Change 2023. Synthesis Report**. Disponível em https://mural.maynoothuniversity.ie/17886/1/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf. Acesso em: 03 mai. 2024.

KOGIMA, K. C. Anomalias de calor associadas à variabilidade térmica no Estado do Paraná. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2018.

MARQUETTI, J. K. Índices térmicos (ETCCDI) calculados para o oeste do Paraná para o período de 1998 a 2018. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Geografia) – Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná-UNIOESTE, 2019.

NASCIMENTO JUNIOR, L. Perspectivas da variabilidade Climática. **Geografia em Questão**, Presidente Prudente, v. 10, n. 01, p. 95-114, 2017.

NEVES, G.; VIRGENS FILHO, J.; DE, M.; SANTOS, E. (2016). Trend of air temperature in the state of Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Climatologia**. [S.L.], v. 18, p. 180-193. <https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.45639>

PEDRON, I.T.; MARIANI, K.L.; FARIAS, J.L.R.; ROSSETTO, A. Comportamento do Clima de Palotina/PR de 1973 a 2010. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, p. 411-419, 2013. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v12nsupp411-419>

R core team (2024). **The R Project for Statistical Computing**. Disponível em <https://www.r-project.org>. Acesso em: 17 mai. 2024.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para a geografia**: um guia para o estudante. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C.; CHANG, M.; FREITAS, M.; MACHADO, B.J.; TRISTÃO, L.; RUGGERI, J. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 30, p.181-194, 2015. <https://doi.org/10.1590/0102-778620130622>

SILVEIRA, R. B.; ROCHA, G. S. da; ALVES, M. P. A. Contabilização das ondas de frio em Curitiba - Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 17, 2017. Anais [...] Campinas: UNICAMP, 2017, p. 2162-2172. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2434>

SCHMOELLER, AM.P.; LIMBERGER, L. Detecção de Padrões de Mudanças Climáticas no Oeste e Sudoeste do Paraná no Período de 1977-2018. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 1697-1713, 2023. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.4.p1697-1713>

VINCENT, L. A.; PETERSON, T. C.; BARROS, V. R.; MARINO, M. B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; RAMIREZ, E.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; BERLATO, M. A.; GRIMM, A. M.; MARENGO, J. A.; MOLION, L.; D. F. MONCUNILL; E. REBELLO; ANUNCIAÇÃO, Y. M. T.; QUINTANA, J.; SANTOS, J. L.; BAEZ, J.; CORONEL, G.; GARCIA, J.; TREBEJO, I.; BIDEGAIN, M.; HAYLOCK, M. R.; KAROLY, D. Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. **Journal of Climate**, Washington DC, v. 18, p. 5011-5023, 2005. <https://doi.org/10.1175/JCLI3589.1>

Recebido em: 19/05/2024

Aceito para publicação em: 03/09/2024