

AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO DE CAICÓ/RN A PARTIR DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS DO AR

Tácio Henrique de Freitas Santos

UFRN, taciogeo89@gmail.com

Rebecca Luna Lucena

UFRN, rebecca.luna@ufrn.br

Introdução

Ao longo das últimas décadas, as discussões sobre as variações e mudanças climáticas vêm concentrando seus estudos na área de climatologia, meteorologia e outras ciências que estudam o planeta e suas interconexões climáticas, mediante as preocupações existentes dentro do período atual que se encontra o planeta Terra. Esses fatos são decorrentes de significativos impactos antrópicos que, ao modificar o ambiente, geram alterações por vezes irremediáveis ao planeta, bem como no aspecto social, político e econômico de cada país.

Segundo Souza e Azevedo (2009), essas preocupações estão intimamente ligadas aos impactos que são gerados pelas mudanças climáticas sobre o meio ambiente em consequência das diversas atividades antrópicas, principalmente quando considerados os extremos climáticos, que nos últimos anos vêm se tornando cada vez mais frequentes e intensos, corroborando com os estudos atuais do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023). Dentre as maiores preocupações está o aumento da temperatura média global, que possui potencial para desencadear extremos climáticos que por sua vez afetarão o consumo de energia, o conforto humano e a prática de turismo (Subak et al., 2000; Qian e Lin, 2005, IPCC, 2023).

As principais projeções quanto aos extremos climáticos se dão para a segunda metade do século XXI, tendo relevância principalmente sobre a alta nas temperaturas máximas, as quais implicaram em noites mais quentes, ondas de calor e nos eventos de extremos pluviométricos (Souza e Azevedo, 2009). O relatório do IPCC (2023) aponta que a temperatura da superfície global foi 1,09 (0,95°C a 1,20°C) mais alta entre os anos de 2011 e 2020 do que os anos de 1850 e 1900, com variabilidade de aumento maior dentro dos continentes (1,59 °C), de 1,34 °C a 1,83°C do que sobre os oceanos (0,88 °C), de 0,68 a 1,01°C.

Perante o exposto, apesar de debates sobre as causas das mudanças climáticas globais que vêm sendo identificadas, é certo que os extremos climáticos vêm determinando novos paradigmas na sociedade e na qualidade de vida, dada que sua maior frequência nos dias atuais interfere nas atividades industriais, comerciais, agrícolas, no turismo, no conforto térmico e saúde humana e animal, entre outros setores afetados (Trenberth, 2018). De maneira geral, é de entendimento que as mudanças no clima vêm impactando as vidas das pessoas de forma direta, cujas variações e extremos alteram e resultam em novos paradigmas ambientais, socioeconômicos e políticos.

Para a realização desses estudos, é necessário verificar a quantificação da variabilidade e/ou mudanças climáticas e para isso, são necessárias a realização de análises de séries históricas de variáveis meteorológicas, sendo que a tendência destas variáveis para uma determinada localidade pode servir como indicador de possíveis ocorrências de mudanças no clima local. Desta forma, coube a Organização Meteorológica Mundial (OMM) a criação de um grupo de trabalho que veio a elaborar índices de detecção de mudanças climáticas que trata da Equipe

de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices – ETCCDMI. Em sua totalidade, a equipe determinou 27 (vinte e sete) índices para calcular diferentes parâmetros climáticos em estudo, sendo que alguns destes tem sua aplicabilidade mais direcionada às latitudes médias, outras para os trópicos, e os demais sendo válidos para qualquer zona climática (Nóbrega et al., 2015).

Considerando os prognósticos climáticos referente ao campo térmico e com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que classificou Caicó como o município que possui a maior média de temperatura máxima anual do Brasil (34,9°C), foram lançadas as seguintes perguntas: como se comportam as temperaturas máximas na região? Existe tendência de aumento dessas temperaturas? Existe detecção de aumento de fenômenos a elas associados, como números de dias quentes, ondas de calor? Em caso de detecção de aumento, quais serão suas principais consequências em uma região naturalmente quente? Nesse contexto, o objetivo principal desta pesquisa é analisar a tendência das temperaturas máximas do ar em Caicó/RN, Seridó do Nordeste brasileiro, considerando o período de 1995 – 2023.

Materiais e métodos

No presente trabalho, em um primeiro momento, foi feita uma busca por toda uma base de referência bibliográfica sobre os temas em estudo como forma de referenciar e dar suporte empírico e metodológico à pesquisa. Em um segundo momento, foram utilizados os dados diários do termômetro de temperatura máxima da Estação Climatológica Convencional (figura 01). O período estabelecido para análise foi determinado entre os períodos de 1995 a 2023 (29 anos de observação que consistem em mais de 10 mil dados diários coletados e analisados), registradas da cidade de Caicó/RN (06° 28' S; 37° 05' W) concedido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para tabulação e utilização dos dados foi utilizado o software Microsoft Excel. Para realizar o processamento de dados e a detecção das tendências climáticas, foi utilizado o software RCLimindex 1.1. O RCLimindex é um programa que faz uso de dados de temperatura e precipitação para cálculo de índices de extremos climáticos realizando a detecção de mudanças climáticas. Para este estudo, foram escolhidos os índices, Txx Temperatura máxima diária anual, TX90p (percentagem de dias no ano com temperatura máxima acima do percentil 90) e WSDI (indicador da duração de períodos quentes).

Os dados gerados sobre as tendências temporais e seus extremos climáticos no município de Caicó/RN estão apresentados na tabela 01. Foram levados em consideração para possíveis mudanças climáticas, os índices em que os valores apresentaram valor de $p < 0,05$; boa significância estatística.

Resultados

Tabela 01 - Valores com inclinação linear, erro padrão de estimativa e da significância estatística (valor p) dos índices de temperatura em Caicó entre o período de 1995 a 2023.

Índices	Inclinação	Erro padrão de estimativa	Valor-p
TXx	0.28	0.013	0.03
TX90p	0.345	0.174	0.05
WSDI	-0.06	0.301	0.84

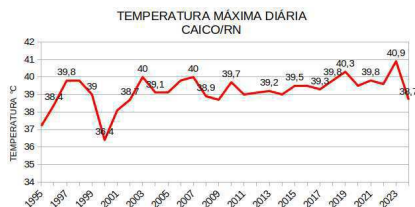
Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base nos dados resultantes da pesquisa.

De acordo com os dados presentes na tabela 01, os valores de TXx e de TX90p apresentaram tendência significativa de mudança.

O índice dos valores máximos quanto a temperatura máxima diária (TXx – figura 02) demonstrou ter variabilidade significativa no decorrer dos anos em estudo, aumentando em torno de 0,8°C entre os anos de 1995 a 2023. A amplitude térmica entre os anos chegou há significativos 1,5°C. Vale ressaltar também que no ano de 2023, o mais quente da série histórica, em 14 dias do mês de outubro foram registradas temperaturas >38,5°C. Esses valores foram semelhantes aos que foram encontrados por Silva & Azevedo (2008) em uma pesquisa sobre a ocorrência ou ausência de mudanças climáticas no estado da Bahia entre os anos de 1970 a 2006.

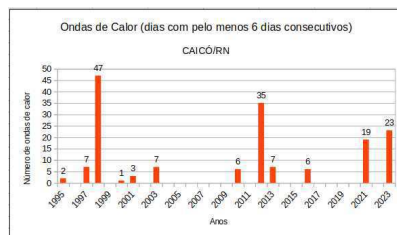
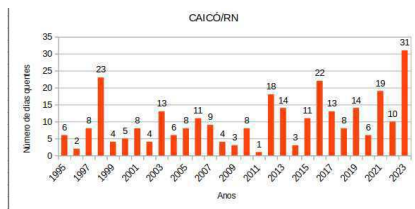
Com relação ao índice TX90p que equivale ao número de dias com temperatura máxima acima do percentil 90, é consideravelmente notável o aumento de dias quentes no decorrer dos anos (figura 03). Tendo destaque o ano de 1998 com 23 dias; 2012, 2016 e 2021 com 18, 22 e 19 dias acima da média, respectivamente; e o ano de 2023 com 31 dias mais quentes, novamente em destaque pelo número expressivo de dias. Similar ao que foi encontrado por Santos et al., (2008), no Sudeste de Goiás, com o uso do mesmo software, ao concluírem que houve uma tendência de aumento dos eventos extremos, cerca de 1°C para Brasília e 2°C para Goiânia e Catalão além de um aumento, de aproximadamente 10 dias, do número de dias quentes por ano, com temperaturas máximas acima do 90º percentil

Quanto ao índice (WSDI) que são de números de dias do ano, com pelo menos seis dias consecutivos com temperatura máxima acima do percentil 90 (que equivalem as ondas de calor), o ano de 1998 se destaca com 47 dias naquele ano (figura 04). E semelhantemente ao gráfico de número de dias com temperatura máxima acima do percentil 90, há também uma tendência de aumento de picos destas ondas de calor após o ano de 2011, tendo o ano de 2012 35 dias, 2021 com 19 e 2023 com 23.



Figuras 01 e 02 – Estação Climatológica do Seridó e valores de TXx.

Fonte: acervo dos autores



Figuras 03 e 04 – Índices TX90P e WSDI

Fonte: acervo dos autores

Considerações Finais

Corroborando com os estudos atuais e midiaticamente noticiados em nosso cotidiano, é notório que as mudanças climáticas e as tendências de elevação das temperaturas são uma realidade atual que vem gerando significativas alterações em todo o planeta. Em Caicó/RN, com base nos dados obtidos da Estação Climatológica do Seridó (convencional) em um período de 29 anos, entre os anos de 1995 a 2023, os índices em análise demonstraram consideráveis aumentos nas temperaturas máximas diárias e maior número de dias quentes na região. O que podemos perceber com estes parâmetros que indicam possibilidades de mudanças

é que elas podem afetar em diversos aspectos da vida da população no município em estudo. Dentre eles, o conforto térmico, pois, a elevação das temperaturas máximas diárias encontradas na pesquisa, que apontaram um aumento de 0,8 °C no decorrer dos últimos 29 anos, assemelha-se as projeções do relatório do IPCC (2023), o qual aponta que o aumento médio da temperatura da superfície global foi 1,09 °C, entre os anos de 2011 a 2020.

Em relação a quantidade de dias mais quentes durante os períodos dos anos e as ondas de calor, reforça o apontamento supracitado acima como referência a maior frequência da ressurgência dos casos de extremos climáticos na região como um todo. Observado no aumento dos dias com temperaturas máximas maiores que a média diária (18 dias em 2012; 22 em 2016; 19 em 2021 e 31 em 2023), assim como as frequências do número das ondas de calor (35 dias em 2012; 19 em 2019 e 23 em 2023).

Diante do exposto, é cabível inferir que o trabalho demonstra que o município em estudo está ficando mais quente no decorrer das últimas décadas. No entanto, mesmo que os dados corroborem para essa afirmação, não é possível afirmar que os índices em estudo estão intimamente ligados à mudança climática global, pois, as alterações em níveis locais geram uma termodinâmica única e específica em microescala, ocasionada pela modificação do ambiente e seu entorno, através de práticas como a substituição de áreas vegetadas por asfalto e construções, entre outros elementos que afetam a dinâmica climática natural.

Neste sentido, se fazem necessárias novas investigações complementares ao estudo sobre outros índices e parâmetros, escalas e averiguação das consequências do crescimento e modificações resultantes do aumento da cidade, bem como quanto a sua forma de uso e ocupação do solo, desmatamento e a consequência dessas transformações no aspecto climático local.

Agradecimentos:

Ao INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, por fornecer os dados de temperaturas que necessitávamos para a execução desse trabalho. Agradecemos à Universidade Federal do Rio Grande do Norte que por meio da Pró-reitoria de Pós-Graduação financiou a tradução deste trabalho, que hoje compõe parte de um artigo científico em processo de submissão.

Referências

CANADIAN INTERNATIONAL DEVELOPMENT AGENCY. RCLim-dex (0.9) User Manual, 2004, 25p.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assess-

ment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2024). “Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Disponível em: <http://https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 13/08/2024.

NÓBREGA, R.S.; FARIAS, R.F.L.; & SANTOS, C.A.C. 2015. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 30(2): 171-180.

QIAN, W., LIN, X. Regional trends in recent precipitation indices in China. *Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 90, p. 193-207, 2005.

SANTOS, L. A. R.; LUCIO, P. S. L.; REBELLO, E. R. G.; BALBINO, H. T.; FORTES, L. T. G.;

SALES, N. D.; DINIZ, F. de A.; COSTA, M. C. G.; FERREIRA, D. B.; SALVADOR, M. A.; LEANDRO, I. V.; PAULA, T. P. Caracterização de extremos climáticos utilizando o software rclimindex. estudo de caso: sudeste de Goiás. Technical Report. October 2008

SILVA, G.B.; AZEVEDO, P.V. Índices de tendências de mudanças climáticas no Estado da Bahia. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, Vol. 5, No 3, 2008.

SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. (2009). Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? *Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 3, p. 462-472.

SUBAK, S., PALUTIKOF, J. P., AGNEW, M. D., WATSON, S. J., BENTHAM, C. G., CANNELL, M. G. R., HULME, M., McNALLY, S., THORNES, J. E., WAUGHRAV, D., WOODS, J. C. The impact of the anomalous weather of 1995 on the UK economy. *Climatic Change*, v. 44, p. 1-26, 2000.

TRENBERTH, K. E. Excerpt from Climate change caused by human activities is happening and it already has major consequences. *Journal of Energy & Natural Resources Law*. 28 February 2018, 1-6. DOI:10.1080/02646811.2018.1450895

WOODS, J. C. The impact of the anomalous weather of 1995 on the UK economy. *Climatic Change*, v. 44, p. 1-26, 2000.