

ANÁLISE DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA DA CIDADE DE CEARÁ-MIRIM, RIO GRANDE DO NORTE

Ayrton Senna da Silva Fernandes ¹
Júlio César Freire de Farias ²
Francisco Jablinski Castelhana ³

INTRODUÇÃO

A variabilidade climática é um fenômeno que vai afetar profundamente as dinâmicas ambientais e socioeconômicas. No município de Ceará-Mirim, no estado do Rio Grande do Norte, compreender é essencial para gerenciar recursos naturais, planejar o desenvolvimento urbano, enfrentar desafios relacionados a eventos climáticos extremos e políticas públicas no município. A variabilidade climática é um fenômeno complexo que impacta profundamente os sistemas naturais e sociais, exigindo uma compreensão detalhada para a formulação de estratégias eficazes de adaptação e mitigação às mudanças climáticas (Barry, 2009).

Neste trabalho, pretendemos estimar os tipos de condições climáticas predominantes em Ceará-Mirim durante o período de 1991 a 2020, um período de 30 anos para o padrão da normal climatológica, a identificação desses padrões de atuação em escalas mensais, sazonais e analisar as possíveis mudanças na frequência e intensidade dessas condições ao longo do período de estudo.

A relevância deste trabalho está na sua capacidade de fornecer informações detalhadas sobre as variações climáticas na região. O aprendizado de máquina é o campo de estudo que dá aos computadores a habilidade de aprender sem serem explicitamente programados (Samuel, 1959). Além disso, ao aplicar técnicas de “Machine Learning” buscamos automatizar e aprimorar a análise dos dados meteorológicos, permitindo uma avaliação mais robusta e precisa das condições climáticas. Essa abordagem inovadora contribui para avanço do conhecimento científico na área de climatologia.

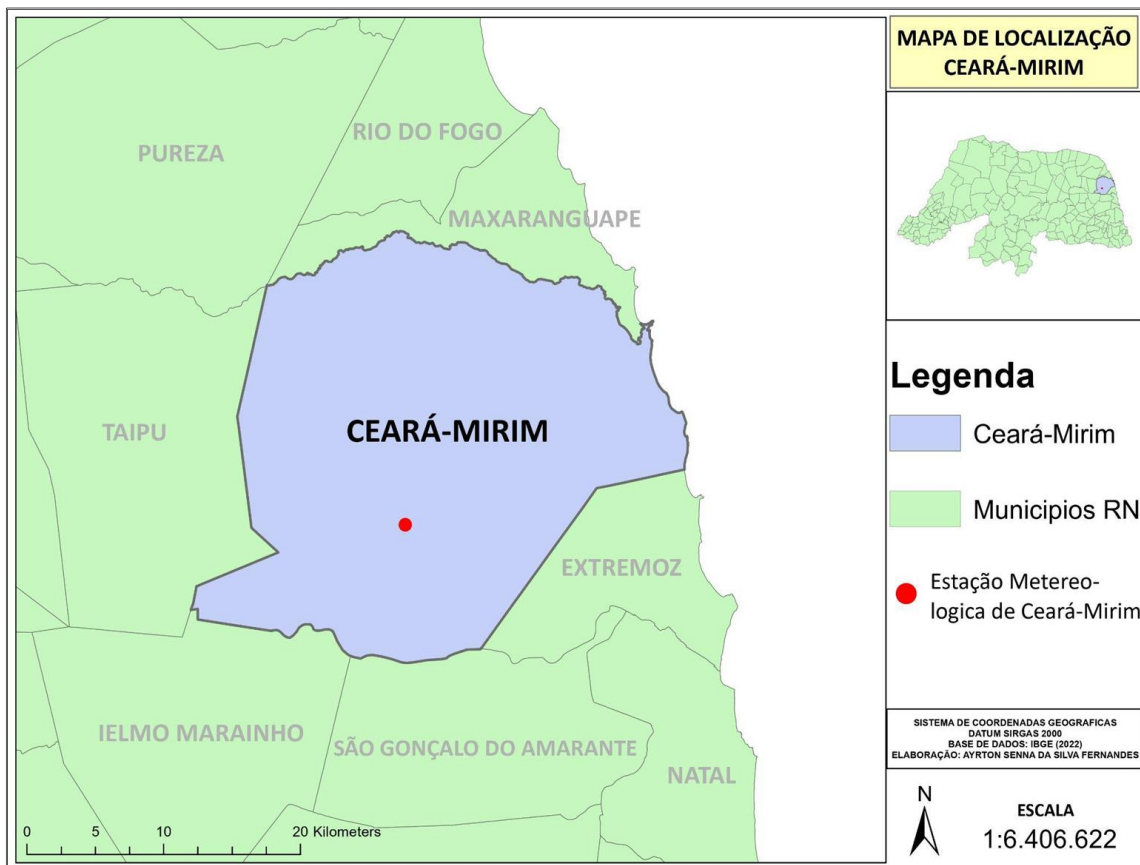
¹ Ayrton Senna da Silva Fernandes Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFRN, ayrtonsenna1307@gmail.com;

² Júlio César Freire de Farias Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, julio.freire.118@ufrn.edu.br;

³ Francisco Jablinski Castelhana: Pós-doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, francisco.castelhana@ufrn.br;

A cidade de Ceará-Mirim (Figura 01) situa-se no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte (RN), tendo em seus limites ao Norte, o município de Maxaranguape, ao Leste o oceano atlântico com o município de Extremoz, ao Sul os municípios de Ielmo Marinho e São Gonçalo do Amarante e a Oeste o município de Taipu. Uma região caracterizada por temperaturas elevadas e constantes, com um regime de chuvas volumoso e irregular. O município é significativamente influenciado pelos sistemas atmosféricos associados ao Anticiclone do Atlântico Sul (ASAS), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL's), Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), além de sofrer a influência das brisas marinhas e terrestres e dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's) (DINIZ; PEREIRA, 2015).

Figura 01 – Mapa de localização da cidade de Ceará-Mirim (RN)



Fonte: Autoria própria (2024)

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Trata-se de uma pesquisa de abordagem quantitativa do tipo exploratória que trabalhou dados secundários e utilizou técnicas automatizadas de “Machine Learning” para analisar sinopticamente e classificar os tipos de tempos atuantes no município de Ceará-Mirim no intervalo de 30 anos, a pesquisa foi estruturada em quatro fases distintas.

Primeira Fase: Levantamento bibliográfico, serão coletadas informações e pesquisas sobre a variabilidade climática e os tempos atuantes na área de estudo.

Segunda Fase: Coleta e análise exploratória dos dados, serão coletados dados meteorológicos diários da estação meteorológica central de Ceará-Mirim, em uma escala de 30 anos.

Terceira Fase: Construção e aplicação do modelo automatizado de análise sinóptica, aplicada ao banco de dados meteorológicos, a PCA é uma técnica não supervisionada que combina várias variáveis em novas variáveis chamadas componentes principais.

Quarta Fase: Análise diagnóstica e de frequências, será feita a análise de ocorrência dos tipos de frequência por mês, estação do ano e ano.

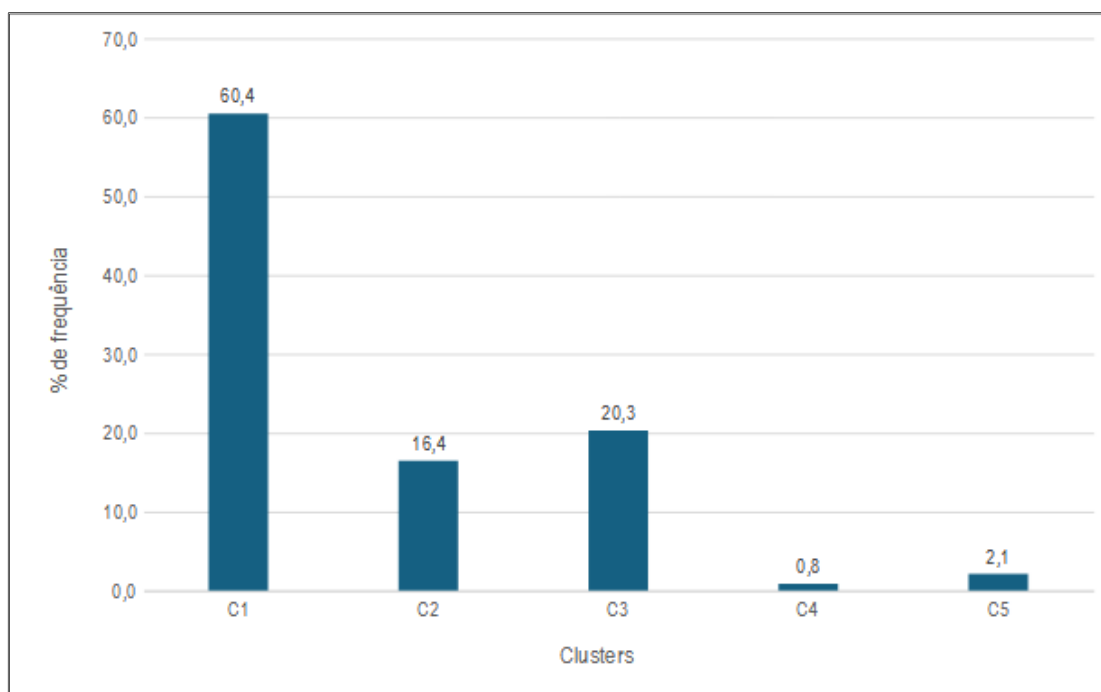
Utilizaram-se dados diários de Temperatura Máxima ($T_{máx}$), Média (T_{med}) e Mínima ($T_{mín}$); Umidade Relativa Média do Ar (U.R); Total de Precipitação (Prec); referentes aos anos de 1991 a 2020. A coleta deu-se por meio do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), correspondente à estação meteorológica de Ceará-Mirim. Importante mencionar que alguns dias da série foram descartados devido a incompletude de dados, com isso, o resultado obtido foi de um total de 5 variáveis e 9608 observações.

A amostra foi estruturada em tabelas no Software R e passou pela técnica de Análise de Componentes Principais (PCA). Essa abordagem facilita a simplificação e otimização dos dados contidos em um banco de dados, convertendo um conjunto variado de variáveis em um novo fator principal de igual dimensão, denominado Componente Principal (PC), preservando as informações originais (CASTELHANO, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim pode ser visualizada no gráfico 01, definiu-se um total de cinco tipos de tempo atuando em Ceará-Mirim (RN) durante 1991 até 2020 foi observado 9608 dias, O tipo 1 ocorre em (60,4%) das observações, o tipo 2 foi registrado em (16,4%) das observações, o tipo 3 foi registrado em (20,3%) das observações, o tipo 4 foi registrado em (0,8%) das observações e por fim o tipo 5 foi registrado em (2,1%) das observações.

Gráfico 01 - Distribuição Total de Observações dos Tipos Climáticos da Análise Automatizada.



Fonte: Resultados Originais da Pesquisa

Tabela 01, descreve as características meteorológicas dos diferentes “Cluster” comparando em termos de precipitação, umidade relativa e temperaturas máximas, médias e mínimas.

Cluster 1, apresenta uma precipitação média de 4 mm, com valores variando entre 0 mm (mínimo) e 135,1 mm (máximo). Isso indica um padrão de precipitação relativamente baixo, mas com possibilidade de eventos extremos de chuva. A umidade relativa varia de 63,7% a 97,7%, com uma média de 80,2% mostrando um ambiente moderadamente húmido. Temperaturas, Temperatura Máxima com a média de 29,8°C e um valor máximo de 32,2°C, indica um clima moderadamente quente, temperatura média de 26,7°C o que é consistente com as temperaturas observadas, temperatura Mínima tem sua média de 23,4°C , que pode indicar noites relativamente quentes.

Cluster 2, apresenta a menor precipitação média , com 1,3 mm e um valor máximo de 73,7 mm sugerindo condições predominantemente secas, com pouca variação. Registra uma umidade relativa de média de 77,6%, com uma variação de 66,7% a 93,7%, indicando condições um pouco mais secas que o cluster 1. Temperaturas, temperatura máxima média é ligeiramente mais alta, em 30,9°C, com um pico de 33,2°C, sendo mais quente que o cluster 1, temperatura média é de 27,9°C, refletindo um ambiente um pouco mais quente, temperatura mínima com sua média em 25,4°C, sendo o cluster com noites mais quentes.

Cluster 3, este cluster registra a maior precipitação média de 8,7 mm, com um máximo de 253,2 mm, indicando que é o mais húmido e sujeito a eventos de chuva intensa. Tem uma umidade relativa média de 83,8%, sendo o cluster com a umidade mais alta, alcançando até 97,5%, o que corresponde ao alto nível de precipitação observado. Temperaturas, Temp. Este cluster tem uma temperatura máxima média mais baixa, de 28,3°C, com um máximo de 30,6°C, indicando condições mais amenas, tem uma temperatura média de 24,8°C, o que sugere condições mais amenas em comparação com os outros clusters, a temperatura mínima média de 20,7°C sugere condições noturnas mais frescas.

Cluster 4, apresenta uma média de precipitação relativamente alta de 24,7 mm com um máximo de 134,8 mm, sugerindo uma frequência significativa de chuvas, a umidade relativa média é de 90,9% com uma variação entre 75% e 97,5% indicando condições muito úmidas. Temperaturas, apresenta a menor temperatura máxima média, de 26,3°C, com um valor máximo de 28,8°C, refletindo um ambiente mais fresco, temperatura média mais baixa, de 23,1°C, indica que este cluster experimenta temperaturas mais frescas, apresenta a temperatura mínima mais baixa de 18,9°C, indicando noites frias.

Cluster 5, mostra uma média muito baixa de 1,2 mm, com um máximo de 51 mm, similar ao cluster 2, indicando condições geralmente secas. Apresenta a menor umidade relativa média de 76,7%, com variação de 70% a 86,7% refletindo as condições mais secas deste cluster. Temperaturas, registra a maior temperatura máxima média de 31,6°C, alcançando até 34,4°C, sendo o cluster mais quente, apresenta uma temperatura média de 28,6°C sendo o segundo mais quente, registra uma temperatura mínima média de 26,5°C, sendo o cluster com as noites mais quentes.

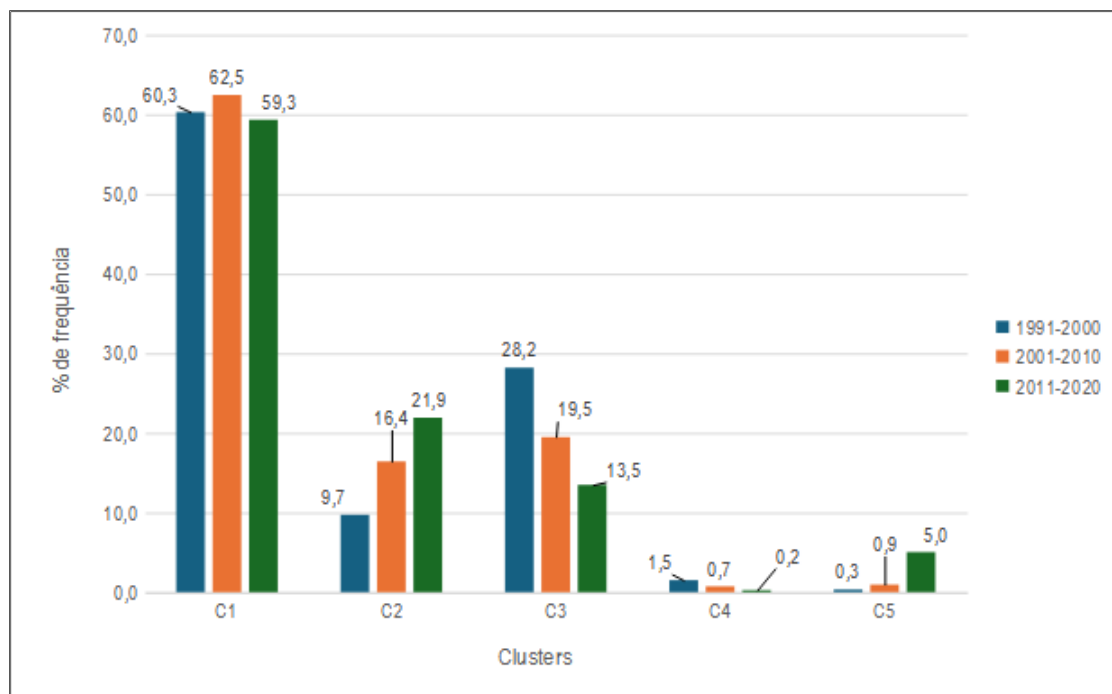
Os cluster 1 e 2 são relativamente secos, com temperaturas altas, mas o cluster 2 é mais quente, o cluster 3 caracteriza-se por alta precipitação e umidade, com temperaturas amenas, o cluster 4 é o mais úmido, com as menores temperaturas, sugerindo um ambiente mais fresco e húmido e o cluster 5 é o mais quente, mas seco, com menor precipitação e umidade relativa.

Tabela 01 – Características Meteorológicas dos Clusters

	CLUSTER 1			CLUSTER 2			CLUSTER 3			CLUSTER 4			CLUSTER 5		
	Min	Méd	Máx	Min	Méd	Máx	Min	Méd	Máx	Min	Méd	Máx	Min	Méd	Máx
Prec (mm)	0	4	135,1	0	1,3	73,7	0	8,7	253,2	0	24,7	134,8	0	1,2	51
Umidade Relativa (%)	63,7	80,2	97,7	66,7	77,6	93,7	65,7	83,8	97,5	75	90,9	97,5	70	76,7	86,7
Temp Máx (°C)	26,6	29,8	32,2	29	30,9	33,2	24,6	28,3	30,6	23,4	26,3	28,8	29,8	31,6	34,4
Temp Med (°C)	24,4	26,7	28,6	26,4	27,9	29,4	22,9	24,8	26,6	21,9	23,1	24,2	27,7	28,6	29,7
Temp Min (°C)	18	23,4	26,9	21,4	25,4	28,1	16,2	20,7	24,1	15,4	18,9	22,4	24,2	26,5	28,5

Fonte: Autoria própria (2024)

Gráfico 02 – Evolução da Atuação de Cada Tipo Climático por Década.



Fonte: Resultados Originais da Pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa revelou a complexidade do assunto, variabilidade climática, destacando a importância de estudos detalhados para compreender melhor as dinâmicas locais. O uso do aprendizado de máquina, o machine learning mostrou se muito útil na análise de grandes volumes de dados, oferecendo uma abordagem inovadora para o uso na climatologia, é necessário um pouco mais de estudos nas análises e considerar outras variáveis climáticas como por exemplo a questão do conforto térmico que é muito relativo, para deixar o estudo mais refinado. Os resultados adquiridos pode contribuir significativamente para a comunidade científica, abrindo espaços para novas pesquisas no campo e futuros trabalhos ampliando o conhecimento sobre variabilidade climática.

Palavras-chave: Variabilidade Climática, Machine Learning, Ceará-Mirim e Padrões Climáticos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão ao professor por te confiado em mim e me motivado na produção deste trabalho, além de agradecer todo o apoio recebido dos meus colegas e da minha família durante esse processo.

REFERÊNCIAS

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. *Atmosphere, Weather and Climate*. 9. ed. Londres: Routledge, 2009.

CASTELHANO, F.J. **Machine Learning aplicado à Análise Sinóptica dos Tipos de Tempo**. 2023. 21 f. TCC (Especialização) - Curso em Data Science e Analytics, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

DINIZ, M.T.M.; PEREIRA, V.H.C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia, Goiânia**, V.35, N.3, P.488-506, 2015.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 20 Abril. 2024.

SAMUEL, Arthur L. Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal of Research and Development*, v. 3, n. 3, p. 210-229, 1959.