

SUBSÍDIOS À ANÁLISE DO RITMO ATMOSFÉRICO APLICADA A ÁREAS URBANAS DO GOLFÃO MARANHENSE ENTRE OS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DO ANO DE 2024

José Jean Nascimento da Silva¹
Ana Beatriz Oliveira Silva²
Leise Sales Mendes³
Samarah Gabrielle Vieira Castro⁴
Paulo Henrique Aragão Catunda⁵
Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias⁶

INTRODUÇÃO

A atmosfera como ela se configura atualmente é um dos elementos naturais indispensáveis à sobrevivência e continuidade da vida. Ela representa um conjunto de recursos ambientais fundamentais para a composição da biosfera e da antroposfera, mormente nas cidades. Segundo Mendonça (2005), o clima constitui-se em uma das dimensões do ambiente urbano, cujo estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento das questões relativas à qualidade de vida.

A dinâmica climática em ambientes urbanos é um tema cada vez mais relevante, especialmente diante do cenário das alterações nos ritmos atmosféricos em curso. Ao redor do mundo, as medidas adaptativas às mudanças no meio urbano ocorrem em ritmo e intensidade diferentes (Araos et al., 2016). Dependendo do grau de urbanização, fatores climáticos e locais, algumas cidades apresentam variações de temperatura, corrente de ar e umidade.

Pesquisas sobre conforto térmico humano em ambientes abertos são importantes para o planejamento urbano climaticamente orientado, refletindo na qualidade de vida em áreas urbanas. Tendo em vista o aumento da frequência de ondas de calor nessas áreas, é importante conhecer e avaliar o efeito dessas ondas na população e a sua percepção térmica (KRUGER e TAMURA, 2018).

O estudo do clima não é uma tarefa fácil, principalmente pelas interações existentes entre a Terra, a atmosfera e o Sol. No escopo da Geografia, a Climatologia Geográfica, proposta por Monteiro (1971), através da análise rítmica, procurou estabelecer relações do clima com o homem, enquanto ser social, em suas necessidades e atividades. Mais

recentemente, Sant’Anna Neto (2008, p. 61-62) propôs a Geografia do Clima, sugerindo incorporar “a dimensão social à interpretação do clima na perspectiva da análise geográfica”.

Na cidade de São Luís, o processo acelerado de urbanização ocorreu principalmente a partir do início da década de 1980. Dados do IBGE demonstram que no ano de 1970 a população de São Luís, que era de 265.486 habitantes passou a 695.199 habitantes em 1991, alcançando o número de 1.091.868 habitantes em 2017. O acelerado crescimento demográfico de São Luís provocou uma acentuada expansão urbana no município, intensificando diretamente o seu processo de verticalização (PINHEIRO, 2018).

Nesse contexto, o presente trabalho é inserido, uma vez que tal estudo busca não só identificar os fatores responsáveis pela formação e dinâmica de ritmos e dinâmicas específicos na Ilha do Maranhão, sobretudo no tocante ao monitoramento das condições de três indicadores atmosféricos concomitantes em quatro pontos distintos desse território. Para tal foi escolhida a condição temporal de transição entre os períodos chuvoso e de estiagem no Norte Maranhense. Por fim, o trabalho objetiva reconhecer padrões de comportamento das condições de temperatura, umidade e velocidade dos ventos durante os 60 minutos mais quentes do dia na Ilha do Maranhão, notadamente entre às 15h e às 16h, e, com isso, proporcionar a geração de subsídios e diretrizes voltadas ao planejamento urbano.

¹Graduando do curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, josejean51@gmail.com;

²Graduanda do curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, siilvaanabeatriiz145@gmail.com;

³Graduanda do curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, mendesleise4@gmail.com;

⁴Graduanda do curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, samarahcastr6@gmail.com;

⁵Doutor pelo curso de Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, paulocatunda@professor.uema.br;

⁶Professor orientador: Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede Bionorte, luizjorgedias.uema@gmail.com.

METODOLOGIA

Para avaliar as variações do ritmo climático na grande ilha do Maranhão, considerando o tempo e o espaço, foram escolhidos 4 locais para serem coletados os dados de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, descritos na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Dados dos pontos de leitura da Ilha do Maranhão.

Localização	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Praça da Bíblia (São Luís – MA)	2° 32' 13''	44° 17' 27''	17
São Cristóvão	2° 34' 20''	44° 13' 54''	51
Maracanã	2° 37' 36''	44° 15' 44''	43
S. J. de Ribamar	2° 33' 06''	44° 03' 50''	31

Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

A distribuição dos pontos será levada em consideração características como, a arborização do local, impermeabilização do solo, proximidade à corpos d'água, circulação atmosférica, urbanização, dentre outras características que contribuam na análise dos parâmetros estudados.

Para análise climática será abordado o conceito de Ritmo, baseado em Sant'Anna Neto (2008) que aborda as variações em escala temporal do clima, de forma mais organizada, relacionando ao nível de resolução geográfica, envolvendo a escala espacial, a gênese dos processos, como sendo natural, antrópica ou ambas, e define os processos explicativos para cada subdivisão. Nesse sentido, nossa pesquisa se enquadra na classificação de Ritmo Climático. Essa articulação pode ser visualizada no **Quadro 1**.

Quadro 1 – Articulação das escalas geográficas do clima.

Nível de resolução geográfica	Escala Espacial	Escala Temporal	Gênese dos Processos (não excludente)	Processos Explicativos
Generalização	Global	Mudança Climática	Natural	Movimentos astronômicos, glaciações, vulcanismo, tectônica de placas
Organização	Regional	Variabilidade Climática	Natural e Antrópica	Sazonalidade, padrões e ciclos naturais, transformações das paisagens (desmatamento, poluição, urbanização)
Especialização	Local	Ritmo Climático	Antrópica	Padrões de uso do solo, expansão territorial urbana, ritmos socioeconômicos

Fonte: Org. Sant'Anna Neto (2008), adaptado de Monteiro (1999).

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados em campo pelo Termo-HigroAnemômetro – KR825 da marca *AKROM* e Termo-Higro-Anemômetro – AK821 da marca *AKSO*. Suas faixas de medições para temperatura, umidade do ar e velocidade do vento são respectivamente: **FM: -10 a 50°C Exatidão: ±1°C; FM: 0 a 99%UR Exatidão: ±5%UR; FM: 1,08 a 108 km/h Exatidão: ±5%. FM: -10 a 50°C Exatidão: ±1°C; FM: 0 a 100%UR Exatidão: ± 3%UR; FM: 1.4 a 72 km/h Exatidão: ± (2% + 1.1km/h).**

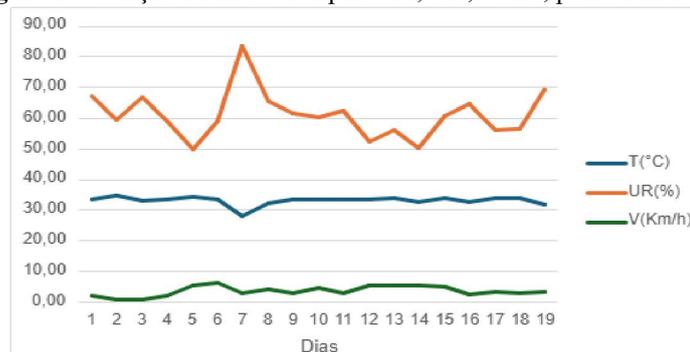
Os dados foram tabulados em planilhas do aplicativo *Excel*. Foi selecionado o horário das 15h para iniciar as leituras, tendo como base a transição entre período chuvoso para o período da seca no Estado do Maranhão (Mês de julho). Foram feitas análises entre os dias 1 e 19 de julho. Destaca-se que a escolha do horário foi considerada o período com valores mais críticos dos parâmetros analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Usando as variáveis Temperatura, Umidade do Ar e Velocidade do Vento para verificar a variabilidade das mesmas durante os dias, utilizando tratamento estatístico, indicando oscilações ou regularidades. Dados coletados pelos Thermo-Higro-Anemômetro serviram para encontrar variações espaciais das variáveis entre os pontos escolhidos.

O ponto Maracanã fica localizado numa área movimentada da BR-135, solo impermeabilizado, pouca vegetação e área aberta que facilita a circulação do vento. As temperaturas apresentaram uma certa regularidade ao longo dos dias, com pequenas oscilações de alguns graus Celsius, registrando temperatura mais elevada no dia 2 (34,98°C) e a menos elevada no dia 7 (27,93°C), nos demais dias houve uma tendência na casa dos 33°C, aproximadamente.

Figura 1. Variação diária de Temperatura, UR, Vento, ponto Maracanã.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

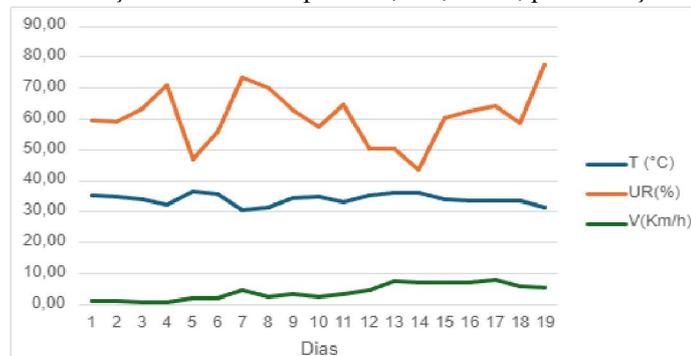
Durante o período de coleta de dados, a temperatura mais alta registrada foi de 35,5 °C no dia 9. Esse valor indica um dia muito quente, possivelmente influenciado por alta radiação solar ou condições de baixa nebulosidade. No dia 12, a temperatura caiu para 29,1 °C, o que pode ser atribuído a condições climáticas mais amenas, como maior cobertura de nuvens ou chuvas que contribuem para um ar mais fresco.

A variação entre a maior e a menor temperatura é de 6,4 °C. Essa diferença reflete uma oscilação significativa, mostrando como as condições meteorológicas na praça podem mudar de um dia para o outro, exemplificado na **Figura 2**.

No dia 10, houve um pico de umidade de 85%, indicando possíveis chuvas. Já no dia

13, a umidade atingiu apenas 42%, tornando o ambiente mais seco e quente. A diferença de 43% entre os dias analisados ilustra a variabilidade climática na praça.

Figura 2. Variação diária de Temperatura, UR, Vento, ponto Praça da Bíblia.



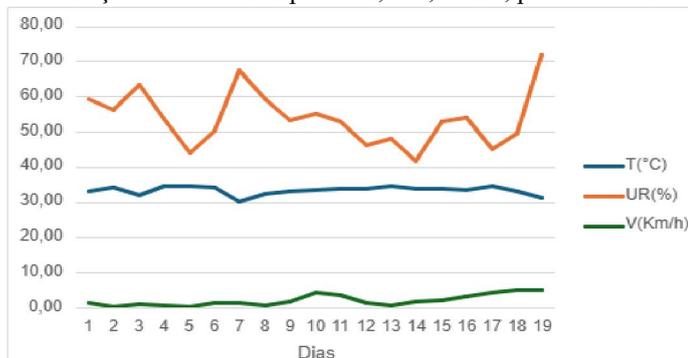
Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

A velocidade do vento atingiu seu ponto mais alto no dia 7, com 8,2 km/h. Variações como essa podem ser resultado de frentes frias ou mudanças de tempo, que trazem ventos mais fortes e melhoram a qualidade do ar. No dia 4, o vento foi quase inexistente, marcando apenas 1,1 km/h. Condições de vento baixo podem aumentar a sensação de calor e reduzir a circulação de ar, o que pode ser desconfortável em dias quentes. A amplitude de 7,1 km/h entre os ventos mais fortes e mais fracos destaca a importância da circulação de ar para a percepção de conforto no ambiente urbano.

Os dados apresentados na **Figura 3**, como a umidade e velocidade do ar, e a temperatura, nos indicam que, durante as primeiras três semanas do mês de julho em algumas regiões do Brasil, demarca o início da estiagem, houve uma variação significativa nas medições desses 3 elementos dito acima. Na última semana de medição, a partir do dia 17 de julho, é que obtivemos altos valores em relação à velocidade do vento e à umidade, principalmente no último dia 19, em que os resultados foram favoráveis para análise.

Considerando como lógica para entendermos essa diferença entre os dias, a interação dinâmica entre alguns fatores meteorológicos, e, a evapotranspiração da vegetação presente na localização usada para medir, mesmo que a presença arbustiva não seja de grande escala, podemos considerar como eficiente na regulação desses fatores, pois, ela controla a incidência de raios solares no ponto da medição, permitindo que a temperatura seja amena.

Figura 3. Variação diária de Temperatura, UR, Vento, ponto São Cristóvão.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

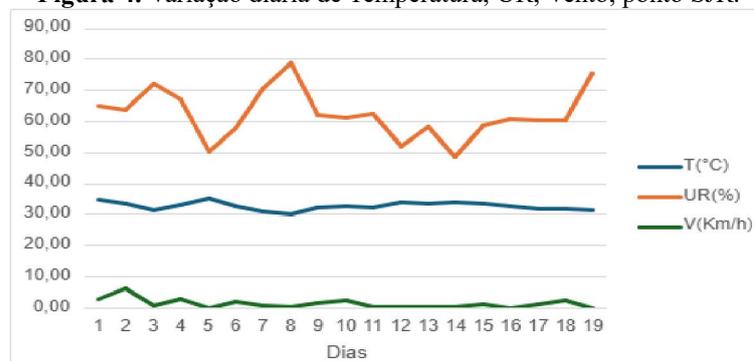
Vale ressaltar que, em alguns dias de conferência de dados, o clima possuía baixa frequência de ventos fortes ou até mesmo medianos, por isso, nota-se na **Figura 3** algumas vezes dados (na coluna de “km/h”), inferiores a 1,0 km/h, isso devido à transição do clima.

Inesperadamente, tiveram dias que apresentaram chuvas repentinas e fortes na localização (São Cristóvão). Neste caso, a chuva foi imprescindível, pois trouxe ventos consideravelmente fortes que foram capazes de ultrapassar 3,0 km/h, que puderam contribuir na análise e na comparação de alguns dias ensolarados que apresentaram ventos fracos e com clima abafado ou até mesmo aqueles com ventos fortes.

Durante um dia de medidas, especificadamente no dia 6 de julho, a corrente de ar aumentou comparada aos dias anteriores. Em dias de baixa atividade comercial e industrial, como sábado à tarde, houve valores de umidade razoável, velocidade do ar elevada e temperatura amena que podem estar relacionadas à redução de fontes de calor geradas por equipamentos, veículos e pessoas, resultando em ambiente mais confortável.

As mudanças de temperatura têm causado problema no nosso cotidiano, principalmente a partir do mês de julho, podemos ver com as medições de temperatura que fizemos durante 19 dias **Figura 4**, a maior temperatura registrada foi no dia 05/07 que começou com 32,4 C° as 15:00 e registramos a maior temperatura 38,9°C as 15:50, o tempo estava completamente parado sem possibilidade de vento no local e muito ensolarado. Foi no segundo dia de medições que o vento chegou a 10,8km/h, duas vezes no dia, as 15:10 e 15:50, em uma tarde muito ensolarada.

Figura 4. Variação diária de Temperatura, UR, Vento, ponto SJR.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

Já a umidade do ar mais alta encontrada chegou a 80%, três vezes no prazo de uma hora, no dia estava nublado com possibilidade de chuva e a menor umidade chegou a 41% as 15:50 no mesmo dia que medimos a maior temperatura, no dia 5. O local de medições é ventilado com muito fluxo de pessoas e carros, e bem movimentado, com muitas árvores e casas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas na Ilha do Maranhão nos mostram como a variabilidade do ritmo climático é complexa e varia em cada ponto estudado, protagonizando diferenças espaciais. Elementos climáticos como temperatura, umidade do ar e velocidade do vento são grandezas importantes que nos indicam a dinâmica atmosférica.

O presente trabalho, através da análise gráfica, nos possibilita perceber a existência de uma relação de natureza inversamente proporcional entre as variáveis temperatura e umidade do ar, onde quanto maior umidade menor é a temperatura, mostrando uma correlação entre elas. Já a variável velocidade do vento não houve uma relação significativa em relação as outras no tocante ao ritmo climático nos pontos estudados.

Em suma, a relação do clima e sociedade é interativa. O clima influencia as atividades humanas e as atividades humanas por sua vez podem causar alterações significativas no ritmo climático. Verificou-se que fatores socioambientais como presença de solos impermeabilizados pela urbanização, baixa cobertura vegetal, construção civil, podem contribuir na variabilidade do clima estudado. Dessa forma, é fundamental que se faça mais estudos relacionados que possam contribuir no conhecimento dos condicionantes climáticos.

Palavras-chave: Indicadores atmosféricos; Climatologia, Clima Urbano, Microclima, Zona Costeira, Maranhão (Estado).

REFERÊNCIAS

ARAOS, M. et al. **Climate change adaptation planning in large cities: a systematic global assessment.** Environmental Science & Policy, v. 66, p. 375-382, 2016b.

GUIMARÃES et al. **Análise de produções científicas sobre conforto térmico e possíveis implicações na educação profissional e tecnológica.** Revista de ciência política, direito e políticas públicas. Vol. 3. Jan/Jul/2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. **Disponível em:** <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo201Wdefinito>>. Acesso em 2024.

KRÜGER, E. L.; TAMURA, C. A. **Efeito de uma onda de calor na aclimação no curto prazo durante experimentos suportados por câmara climática.** Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 491-501, jan./mar. 2018.

MENDONÇA, F. A. **O estudo do SCU - Sistema clima urbano - no Brasil. In: A construção da climatologia geográfica no Brasil.** Pág. 155-163, Alínea Editora, Campinas, SP, 2005.

MENDONÇA, Francisco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **O estudo geográfico do clima.** Cadernos Geográficos. Florianópolis, n. 1, UFSC/Depto. Geociências, 1999, 72 p. apud

Nieuwolt, S. 1977: **Climatologia tropical: uma introdução aos climas das baixas latitudes.** Chichester e Nova York: John Wiley. ix+207 pp.

PINHEIRO, J. M. **Clima urbano da cidade de São Luís do Maranhão.** 2018. 244 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico.** Revista da ANPEGE, v. 4, p. 61-68, 2008

SANT'ANNA NETO, João Lima. **Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico.** Revista da ANPEGE, v. 4, p. 61-68, 2008.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **História da Climatologia no Brasil: Gênese, Paradigmas e a Construção de uma Geografia do Clima.** 2001. 182f. Tese (Livre Docência em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista.** 1990. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.