

PROPOSTA DE PRÁTICA EM CLIMATOLOGIA URBANA APLICADA AO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS (MA)

Ana Carolina Gomes da Silva¹
Rayanderson marinho barros²
Joao Leonardo carvalho Araujo Sousa³
Ana Beatriz mendes barros⁴
Thalison Mateus Valentin santos⁵
Quezia borralho Sousa⁶
Nixon Jorge vieira Moraes Junior⁷
Mikael oliveira de oliveira⁸
Prof. Dr. Luís Jorge Bezerra Dias⁹

INTRODUÇÃO

A percepção do clima em uma escala local tem se tornando mais evidente à medida que os processos de urbanização e expansão da malha urbana vêm transformando o microclima das cidades de diferentes formas, além do clima regional o ambiente urbano possui suas próprias variáveis que impactam na formação do clima urbano (Sant'anna-Neto, 2013).

O Sistema Clima Urbano (SCU) é uma metodologia integradora, sobretudo no que concerne os elementos que compõem os campos termodinâmicos e hidrometeorológicos. Monteiro (2015) apresenta sua proposta metodológica baseando-se na Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1973), considera-se variáveis distintas dos aspectos atmosféricos ligados à malha urbana.

Monteiro (1990) também ressalta que o entorno das cidades é um fator importante, apontado para o fato de que o sítio no qual está inserida pode influenciar nas condições do clima urbano. Diferentes altitudes, tipos de vegetação e a geomorfologia são elementos

1 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, ks27091998@gmail.com;
2 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, rayandersonmarinho@gmail.com;
3 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, joaoacarvalholeonardo@gmail.com;
4 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, ana16rllopes@gmail.com;
5 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, thalisonvalen@gmail.com;
6 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, keziaborralho@gmail.com;
7 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, nixonjorge@hotmail.com;
8 Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual – UEMA, mikaeljherold0123@gmail.com;
9 Professor orientador: Prof. Dr. da Universidade Estadual – UEMA, luizjorgedias@professor.uema.br;

integrados na análise, são essenciais para a compreensão das novas formas de clima resultantes de aspectos urbanos e naturais interligados.

Dentro da perspectiva apontada, o SCU possui três canais de percepção que devem ser considerados em estudos acerca do clima urbano. O canal termodinâmico que se refere a percepção humana, ligado diretamente a questões de saúde pública e conforto térmico, aponta analiticamente para o fato que as condições climáticas interferem no comportamento humano dependendo do nível de desconforto causado.

Outros dois canais que constituem o Sistema Clima Urbano são o hidrometeorológico que corresponde às questões ligadas à precipitação e possíveis impactos causados pela mesma, considerando também a capacidade de suporte da estrutura urbana para reduzir ou controlar tais impactos. O canal físico-químico aborda a qualidade do ar, aspectos como a poluição atmosférica local devido a emissão de gases e como os níveis de poluição interferem na saúde da população.

O fenômeno da verticalização e expansão horizontal das malhas urbanas contribui para a alteração do microclima citadino. Ademais, o padrão de ocupação destas estruturas sem planejamento pode comprometer a circulação dos ventos, assim como reter energia advinda do Sol. Os tipos de materiais utilizados na construção civil, a remoção das áreas vegetadas em conjunto com o adensamento de prédios influencia na composição do clima urbano (Pires, 2012).

Segundo Leite (2008, p. 32) “a ventilação se destaca como recurso para minimização dos desconfortos, provocando a sensação de alívio térmico”. Pode-se compreender a partir disto que a ventilação deve ser levada em consideração quando se planeja o urbano, as estruturas podem atuar tanto como obstáculos, quanto potencializar a circulação de vento, a depender da sua distribuição e planejamento.

A verticalização é um fenômeno crescente nas grandes cidades brasileiras influenciando na formação socioespacial das áreas urbanizadas. Decisões políticas, sociais e econômicas atuam moldando a paisagem urbana, conflitos de interesse e a valorização de terras também estão atrelados a este fenômeno, assim como pode-se notar que a construção de edifícios e condomínios verticalizados são habitados pela classe média e alta (Ramires e Gomes, 2002). Portanto é essencial compreender ambas as dinâmicas urbanas e naturais em uma análise integradora e sistêmica do clima urbano.

A área de estudo, no caso o município de São Luís, situa-se na ilha do Maranhão, e possui características equatoriais costeiras. Ademais, por estar situado na porção do extremo Nordeste da Amazônia, possui influências diversas associadas a sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sobretudo entre o final de dezembro e meados de abril; as faixas de instabilidade, presentes praticamente entre novembro e agosto; e os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), atuantes entre maio e agosto.

O ambiente insular em questão localiza-se na porção central do Golfão Maranhense, caracterizando por relevos de baixos platôs costeiros, cujas principais elevações estão entre as cotas 40-60 metros e o tipo de vegetação predominante são as formações pioneiras, ou mangues, que circundam a ilha (Costa *et al.*, 2019).

Este estudo almeja comparar algumas variáveis climáticas em três locais diferentes: os bairros Cohab e Cidade Operária, localizados no interior da Ilha do Maranhão e cercados por estruturas urbanas habitacionais, comerciais e industriais; e a área da Avenida Litorânea, adjacente à orla Norte e conseqüentemente mais exposta a ventilação. Busca-se a partir desta análise comparativa entender o potencial dos ventos como agentes condicionadores dos elementos atmosféricos que compõem os Sistema Clima Urbano dessas localidades. Ademais, o presente estudo objetivou subsidiar instrumentalmente a prática de alunos de Graduação em Geografia Bacharelado para a realização de mecanismos de monitoramento dos elementos formadores de tempo e clima urbanos.

METODOLOGIA

Para a construção deste estudo foi realizada uma revisão bibliográfica acerca de temas atrelados ao clima urbano e o fenômeno de verticalização, buscando complementar o conhecimento para o desenvolvimento das ideias centrais do estudo. Segundo Andrade e Schmidt (2015) é essencial a discussão sobre o tema de estudo, reunindo contribuições de outros estudos nas quais seus resultados são sintetizados e discutidos.

O Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976 apud Ferreira e Júnior, 2022) serviu como norteador para as análises. As variáveis e dados foram obtidas através do aparelho Termo-Higroanemômetro Digital, sendo elas temperatura, velocidade dos ventos e umidade relativa do ar.

Ao todo foram realizados 27 pontos de campo em três áreas distintas. No bairro Cohab, 10/09/22, um circuito de 1,65 km na Avenida Jeronimo de Albuquerque da loja do cantinho doce unidade Cohab ($2^{\circ}30'29''S$ $44^{\circ}14'31''W$) ao Matheus Supermercados unidade Cohab ($2^{\circ}32'13''S$ $44^{\circ}13'25''W$) entre as 8:30 e 10 da manhã.

Outros dez pontos foram coletados 17/09/22 em um trajeto de 2,96 km na Av. Litorânea, das coordenadas ($2^{\circ}28'53''S$ $44^{\circ}14'27''W$) até ($2^{\circ}29'06''S$ $44^{\circ}16'01''W$), com o objetivo de comparar a dinâmica dos ventos próxima à costa e na região mais central da ilha.

Sete pontos foram obtidos no bairro Cidade Operária, 17/10/22, o trajeto iniciou-se na Av. Este duzentos e três ($2^{\circ}34'21.7''S$ $44^{\circ}11'54.6''W$) em um trajeto de 1,6 km até proximidades da Avenida Principal do Jardim América ($2^{\circ}35'07.4''S$ $44^{\circ}12'01.1''W$), entre 8:58 e 9:30 no período da manhã.

A cartografia apresentada foi realizada utilizando o Freeware Sig Qgis 3.28 utilizando bases de dados do Serviço Geológico Brasileiro (SGB, 2018) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) para a construção dos mapas, assim como as coordenadas obtidas em campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados analisados mostram variações significativas em todos os parâmetros analisados (umidade, velocidade dos ventos e temperatura) entre as três áreas, destacando a influência de fatores geográficos e urbanos. A Cidade Operária apresenta uma umidade média moderada e variações consideráveis na velocidade dos ventos e temperatura, possuindo a menor média no que se refere à velocidade dos ventos 8,81 km/h.

A Cohab tem uma maior variação na umidade e temperatura, influenciada pela configuração urbana e localização dentro do ambiente urbano, dentre os três locais de campo apresenta a maior média de temperatura 33,33 °C. A Avenida Litorânea, por sua vez, destaca-se pelas variações de umidade e vento devido à proximidade com o mar e as obstruções próximas, enquanto as temperaturas seguem estáveis.

De acordo com os dados fornecidos, o ponto em que apresenta a maior temperatura encontra-se na Cohab, podendo apresentar temperaturas de até 35°C. Enquanto, **maiores velocidades dos ventos** são registradas na Avenida Litorânea, nos pontos 1, 2, 8, 9 e 10 nota-se dados que indicam velocidades superiores a 20 km/h.

A **menor velocidade dos ventos** foi de 4,7 km/h, registrada na Cohab (ponto 10). Portanto, a **maior umidade relativa do ar** registrada é de 62%, observada tanto na Cohab, (ponto 1), quanto na Avenida Litorânea (ponto 1), enquanto a **menor umidade relativa do ar** registrada é de 48% registrada na Cohab (ponto 10).

Tabela 01: Velocidade dos ventos (km/h)

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COHAB	18	17,7	15	12	12,6	9,8	13,4	8,6	15	4,7
Cid. Operária	5,4	12,2	8,2	14	11,5	5,4	5			
Av. Litorânea	23,2	22,9	8,4	9,9	4,3	7,6	7	21,1	23	22,8

Elaboração: Autores

A análise dos dados climáticos nas áreas de Cidade Operária, Cohab e Avenida Litorânea revela várias influências de fatores geográficos e urbanos sobre a esses fenômenos climáticos. Entre eles se destacam a proximidade do mar, a urbanização e densidade de edificações, áreas urbanizadas tendem a bloquear ou canalizar o vento, resultando em variações na velocidade do vento, assim como retêm mais calor, resultando em temperaturas mais elevadas. Causando ilhas de calor urbano, ressaltando o conceito de campo térmico, que indica que em uma mesma cidade podem existir diferentes ilhas de calor (Sezerino e Monteiro, 1990).

O horário do dia, também é um fator importante, logo, a umidade e a temperatura variam significativamente ao longo do dia. Durante o dia, as temperaturas tendem a ser mais alta e a umidade mais baixa devido à maior radiação solar. À noite, a temperatura cai e a umidade pode aumentar. Áreas densamente construídas aquecem mais durante o dia e liberam calor mais lentamente à noite, enfatizando a importância dos materiais usados na construção civil, pois o resfriamento varia de acordo (Fialho *et al.* 2019).

Tabela 02: Temperaturas (°C)

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COHAB	30,2	31,8	32,9	32,2	34	34,5	35	33,5	34	35,2
Cid. Operária	32,4	32	32	31,5	33,2	33,4	32,9			
Av. Litorânea	30,9	31	31,2	33,6	31,9	32,8	32,9	31,6	32,8	32

Elaboração: Autores

A ausência de áreas verdes distribuídas ao longo da malha urbana é um fator que deve ser considerado, pois auxiliam na redução parcial das temperaturas, assim como podem possibilitar um melhor conforto térmico. É uma estratégia mais barata e de fácil implementação, se comparada com a transformação da estrutura urbana da cidade, conhecida como infraestrutura verde este tipo de planejamento atua tanto no quesito climático quanto social (Silva *et al*, 2019), é uma solução efetiva para a grandes cidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados foram analisados aspectos diversos relacionados o clima urbano e suas implicações na qualidade de vida social. A compreensão das dinâmicas climáticas é de fundamental importância na tomada de decisões políticas estratégicas, focadas na mitigação de efeitos negativos, tais como, ilhas de calor, poluição atmosférica ou eventos climáticos extremos.

O estudo realizado possibilitou a compreensão da importância das aferições em campo e das análises comparativas entre os dados obtidos, que nos permitiu observar as concentrações de calor no ambiente urbano e como a substituição de áreas verdes por grandes obras de concreto dificultam a atuação dos ventos e contribuem para o aumento do desconforto térmico, visto que a circulação dos ventos atua diretamente neste aspecto (Leite, 2008).

Logo é impossível dissociar os elementos sociais e naturais ao estudar o clima urbano. Esta interação complexa pode resultar em impactos ambientais na malha urbana, como degradação ambiental, ilhas de calor, poluição do ar e alagamentos. A pesquisa demonstrou a importância das medições em campo e das análises comparativas dos dados obtidos, Monteiro

(1990) destaca a integração de diferentes elementos para compreender as novas formas urbanas e o clima resultante destas interações.

Observou-se que a substituição de áreas verdes por construções de concreto aumenta as temperaturas devido à dificuldade na circulação dos ventos. Comparações entre diferentes regiões urbanas podem fornecer insights valiosos sobre as melhores práticas para o planejamento urbano sustentável.

Portanto há a necessidade de preservação do ambiente natural para o controle de tais problemas climáticos associados à atmosfera, uma vez que, as questões relacionadas ao clima urbano, e alterações causadas refletem na saúde e cotidiano dos cidadãos.

Palavras-chave: Clima Urbano; Conforto Térmico; SCU; Ventilação; Verticalização.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Aparecido Ribeiro de. SCHMIDT, Lisandro Pezzi. **Metodologias de pesquisa em geografia**. Universidade Federal do Paraná, Unicentro, 2015.
- COSTA, A. P.; BEZERRA DA SILVA DIAS, L. J.; SOUSA, J. S.; MONTEIRO, G. M. Alterações antropogênicas no contexto da cobertura vegetal da Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL) – MA. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 19–32, 2019. DOI: 10.35701/rcgs.v21n2.517.
- FERREIRA, H. V. L. JÚNIOR, J. C. U. O Conceito De Estrutura Térmica Espacial Urbana No Sistema Clima Urbano De Monteiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 30, p. 715-729, Jan. / Jun. 2022.
- FIALHO, E. S. FERNANDES, L. A. CORREA, W. S. C. Climatologia Urbana: conceitos, metodologias e técnicas. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 15 – Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 47-85, JUN 2019.
- LEITE, Carolina Gaspar. **Alterações Da Ventilação Urbana Frente Ao Processo de Verticalização de Avenidas Litorâneas**: o caso da avenida litorânea de São Luís/MA. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade De São Paulo, p. 227. 2008.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica. **Geosul**, v. 5, p. 80-114, n. ja/ju 1990.

_____. O homem, a natureza e a cidade: planejamento do meio físico. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 3, n. 1, jan.–jun./2008, p. 73-102.

_____. A climatologia geográfica no Brasil e a proposta de um novo paradigma. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (org.). **A construção da climatologia geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015. p. 61-153.

PIRES, Daniel Amador da Cunha. Clima Urbano: uma análise das alterações provocadas pela verticalização e modelação urbana na cidade de Aracaju-se. **VI Colóquio Internacional**, São Cristóvão-se, 20/22 de set. 2012.

RAMIRES, J. C. L. GOMES, E. R. Verticalização Litorânea: uma análise preliminar. **Geografares**, Vitória, no 3, jun. 2002.

SANT'ANNA-NETO, J. L.. Escalas geográficas do clima: mudanças, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; SANT'ANNA NETO, João Lima; MONTEIRO, Ana (orgs.). **Climatologia urbana e regional**: questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013. p. 75-91.

SEZERINO, M. L. MONTEIRO, C. A. F. O Campo Térmico na Cidade De Florianópolis: primeiros experimentos. **GEOSUL**, nº 9 - Ano V - p. 20-60, 19º Semestre de 1990.

SGB – Serviço Geológico Brasileiro. **Downloads**: Levantamentos da Geodiversidade. 2018.

SILVA, M. S. ASSIS, E. S. MUZZI, M. R. S. Reflexões Sobre A Influência Da Vegetação No Clima Urbano. In: Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído, 15., 2019. **Anais [...]**. [S. l.], 2019. p. 833–842.