MAPA CLIMÁTICO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO URBANA: ESTUDO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB [1]

SOUZA. V.S., Centro Universitário de João Pessoa, email: vla.arquiteto@gmail.com;
KATZSCHNER, L., Universidade de Kassel, email: katzschn@uni-kassel.de

ABSTRACT

The proposal of this work is to present the German methodology for the production of urban climate maps used as a tool to support decision making in city management, taking as an example a study developed in the city of João Pessoa. The methodology is based on analyzes of climatic and physical-territorial aspects that characterize the climate of urban environments according to the consideration of the energy balance of the city, determined by its thermal load (thermal energy retention capacity) and by its dynamic potential (capacity of interfering with the local wind flow). In this way, the classification and valorization of areas of the city were carried out according to a probable favor of the elevation of the air temperature and the obstruction of the wind flows (roughness). These assessments were based on the scientific knowledge of climatic behavior of climatopes, which are areas of the city with climatically homogeneous characteristics and defined by the characteristics of buildings, topography, vegetation, water bodies and open spaces. A Geographic Information System (GIS) was used for the storage, processing and presentation of the geographic information studied.

***Keywords**: Urban Planning. Urban Climate. Geographic Information System.*

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento econômico apresentado pelo Brasil desde o final do século XX, as cidades brasileiras passaram a apresentar um aumento na expansão e adensamento de suas áreas urbanas. Contudo, o Planejamento Urbano negligenciou em diversos aspectos o equilíbrio do meio ambiente, entre eles a dinâmica do clima em suas múltiplas dimensões e características.

Isto pode ser constatado pelas inúmeras pesquisas no campo da climatologia urbana (MONTEIRO, 1975; MORENO, 1981; KATZSCHNER, 1997; ASSIS, 2000; ALCOFORADO, 2006) que tanto analisaram as modificações climáticas ocorridas no ambiente construído, devido aos processos da urbanização, quanto as implicações adversas do clima urbano na qualidade de vida dos habitantes e no consumo de energia.

Na cidade de João Pessoa pesquisas locais voltadas ao estudo do clima urbano realizadas em regiões da orla marítima (SILVA, 1999; PEREGRINO, 2005; CARVALHO, 2005; SANTOS, 2007), avaliaram as condições de planejamento de espaços urbanos e constataram a ineficiência das diretrizes do planejamento local quanto ao conforto térmico da população.

Ainda que estes estudos comprovem implicações negativas de ações

[1] SOUZA. V.S., KATZSCHNER, L. Mapa climático como ferramenta de gestão urbana: estudo na cidade de João Pessoa/PB. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

antrópicas no meio ambiente urbano, informações climáticas ainda são desconsideradas na prática da gestão de cidades. Um planejamento urbano consciente do clima precisa, por meio de suas ferramentas de ordenamento do município, adequar o ambiente construído às exigências de conforto humano, proteger e desenvolver os recursos naturais (também no que se diz respeito ao clima) e ordenar adequadamente o padrão urbano.

Observando esta lacuna o objetivo deste trabalho é apresentar a ferramenta de gestão urbana conhecida como mapa climático urbano (MCU) utilizando-se de estudo realizado na cidade de João Pessoa/PB. Esta metodologia foi desenvolvida na Alemanha e integra dados climáticos e físicos-territoriais com o propósito de caracterizar o clima urbano da cidade para, posteriormente, apresentar recomendações ao ordenamento urbano.

Aplicado atualmente no planejamento de diversas cidades do mundo (Stuttgart, Lisboa, Tóquio, Hong Kong, entre outras) o MCU também é alvo de inúmeras pesquisas acadêmicas (REN *et al*, 2011). No Brasil os estudos acerca de mapas climáticos urbanos iniciaram-se em meados do ano 2000. As cidades de Salvador (BA), João Pessoa (PB), Belo Horizonte (MG) e Campinas (SP) já contam com pesquisas sobre mapeamento climático (FERREIRA *et al*, 2016).

Para estruturar o grande volume de dados analisados são utilizadas tecnologias de Geoinformação, principalmente ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) capazes de gerenciar diversas informações referentes à produção do espaço urbano.

Uma vez que o MCU está inserido no planejamento urbano de uma cidade, tornar-se-á uma ferramenta de parâmetro para a tomada de decisões por parte dos gestores públicos, auxiliando na elaboração de diretrizes e índices urbanísticos que norteiam o desenvolvimento pretendido para a cidade e o bem-estar da população (*Department of architecture – CUHK,* 2008*)*.

Por fim, o estudo desenvolvido para a cidade de João Pessoa, materializado na forma de um mapa temático, representa áreas da cidade com caracteristicas homogêneas do ponto de vista climático (Topoclimas). A partir destas delimitações espaciais é possivel compreender como cada área da cidade está interferindo no conforto da população e, em trabalhos posteriores, apresentar recomendações ao planejamento urbano local.

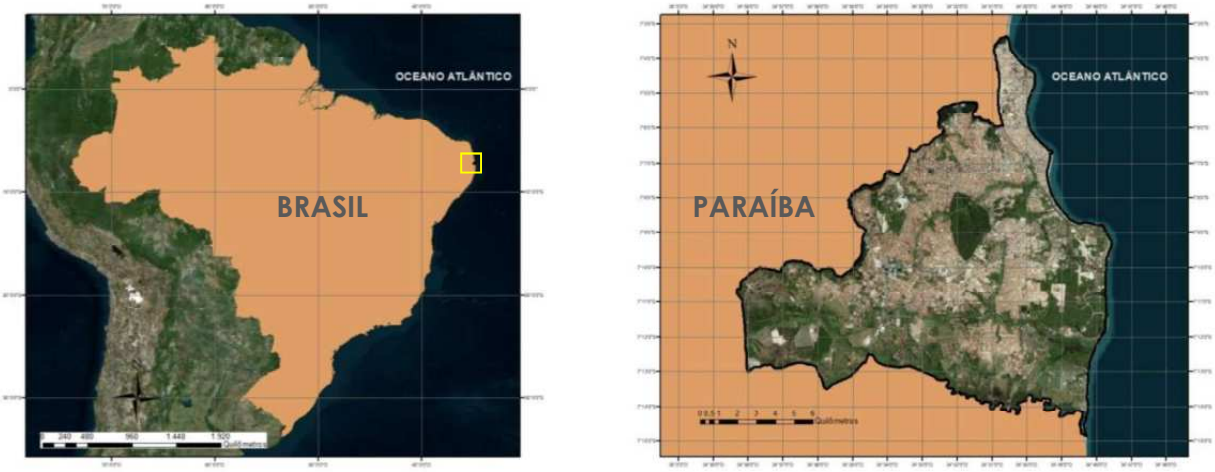
3 MATERIAS E MÉTODOS

3.1 Caracterização geográfica e climática local

A cidade de João Pessoa está localizada na zona costeira do estado da Paraíba/Brasil distribuída em uma área de 210,45km² (Figura 1). Considerada uma cidade de porte médio, é a cidade mais populosa do estado com 723.515 habitantes e uma densidade demográfica de 3.421hab/km² (CENSO 2010 – IBGE). Localiza-se próxima a linha do Equador recebendo uma

radiação solar próxima das 3000 horas anuais. Este fato determina um clima quente, caracterizado por uma temperatura média anual de 26°C e um regime de ventos predominantemente diário correspondendo durante todo o ano aos ventos alísios de sudeste (SILVA, 1999).

Figura 1 – Localização geográfica da cidade de João Pessoa/PB.



Fonte: Autores (2018)

3.2 Sistema de classificação climática

A metodologia alemã de produção de mapas climáticos utiliza inúmeras informações climáticas e dados do espaço físico-geográfico urbano, entre elas a localização e o volume das edificações, a topografia, a vegetação e a presença de corpos d'água. Estes dados são, atualmente, analisados em ambientes SIG capazes de armazenar, atualizar, gerir e produzir as informações necessárias à produção de espaços urbanos mais adequados ao conforto humano, propósito desta metodologia.

Para a realização deste estudo foram utilizados dados espaciais e climáticos fornecidos pelos orgãos de gestão do municipio, Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estas informações refletem os aspectos da estrutura urbana que se relacionam com o balanço de energia da cidade, determinado pela carga térmica e potencial dinâmico. Com base no conhecimento científico dos efeitos positivos e negativos da estrutura urbana no conforto térmico são elaborados mapas temáticos analíticos que fundamentam o MCU (NG *et al*, 2007). Na Tabela 1 é apresentada o sistema de classificação climática.

Tabela 1 – Sistema de classificação climática

Balanço de energia	Aspecto do clima urbano	Característica física urbana	Efeito no conforto térmico	Camada
Carga térmica	Armazenamento de calor	Volume de Construções	Negativo	1. Mapa de Volume de Construções
	Resfriamento	Altitude e	Positivo	2. Mapa de

	adiabático do ar	elevação		Topografia
	Resfriamento do ar	Vegetação	Positivo	3. Mapa de Espaços verdes
Potencial dinâmico	Obstrução e modificação dos fluxos de ar	Permeabilidade urbana	Negativo	4. Mapa de Cobertura do solo
	Movimento do ar frio pelo relevo	Topografia e vegetação	Positivo	5. Mapa de Paisagens naturais
	Trocas de massas de ar e efeitos nas redondezas	Espaços abertos	Positivo	6. Mapa de proximidade a espaços abertos

Fonte: Autores (2018)

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Para a caracterização de aspectos da carga térmica e do potencial dinâmico realizaram-se a identificação, a classificação e a valoração de áreas urbanas que contribuem, de forma positiva ou negativa, no balanço de energia da cidade. Informações físico-territoriais de toda a cidade foram trabalhadas no ambiente SIG na forma de seis camadas. Estas camadas foram desenvolvidas em formato de imagem *raster* com resolução espacial de 100m com o uso do sistema ArcGIS, amplamente empregado em análises e propostas urbanas.

4.1 Construção da carga térmica

A carga térmica foi desenvolvida por meio de 3 camadas. A camada 1 refere-se à relação do volume das edificações com o armazenamento de calor. Esta energia é responsável pela elevação da temperatura do ar e de superfícies e precisa ser dissipada para a atmosfera, ocorrendo principalmente à noite. Elevadas concentrações de edifícios podem obstruir o retorno da energia térmica à atmosfera no período da noite e, diante disso, prejudicar o resfriamento noturno favorecendo o fenômeno "Ilha de Calor" (OKE, 1981). A camada 2 utiliza-se do conceito da redução da temperatura do ar devido a elevação da altitude (resfriamento adiabático). Neste estudo foi considerado o gradiente térmico constante de resfriamento da temperatura do ar de 0,6°C/100m (BARRY E CHORLEY, 2010) como valor de classificação. O princípio da camada 3 baseia-se no poder de arrefecimento da temperatura e de renovação do ar em espaços urbanos pelos espaços verdes (principalmente florestas, matas, bosques, etc.) pois cooperam com a redução da carga térmica, mitigando seus efeitos adversos. A estrutura da carga térmica é apresentada na tabela 2.

Tabela 2 – Carga térmica

	Efeito na Carga Térmica	Volume de Construções (%)	Valoração
Camada 1	Nenhuma	0	0
	Muito baixa	0 - 4	1
	Baixa	4 - 10	2
	Média	10 - 25	3

	Alta	25 - 100	4
Camada 2	**Efeito Carga Térmica**	**Intervalo de altitudes**	**Valoração**
	Sim	50 - 71	-1
	Não	0 - 50	0
Camada 3	**Efeito Carga Térmica**	**Presença de espaços verdes**	**Valoração**
	Sim	Sim	-1
	Não	Não	0

Fonte: Autores (2018)

4.2 Construção do potencial dinâmico

O potencial dinâmico da cidade foi construída por meio de três camadas. A cobertura do solo diz respeito à quantidade de solo ocupado pelas construções na cidade e tem relação direta com a permeabilidade do vento na estrutura urbana (SILVA, 1999). Desse modo realizou-se a classificação de áreas na camada 4. Na camada 5 utilizou-se o conceito da capacidade da vegetação rasteira presente em campos, parques e pastos em ser benéfica ao escoamento das correntes de vento devido a sua baixa rugosidade de superfície. (OLGYAY,1998). Por fim, na camada 6 foram classificadas áreas urbanas localizadas próximas à orla marítima, à corpos d'água, à grandes espaços abertos e a encostas que se beneficiam dos movimentos da ventilação natural. Na tabela 3 é apresentada a construção do potencial dinâmico.

Tabela 3 – Potencial Dinâmico

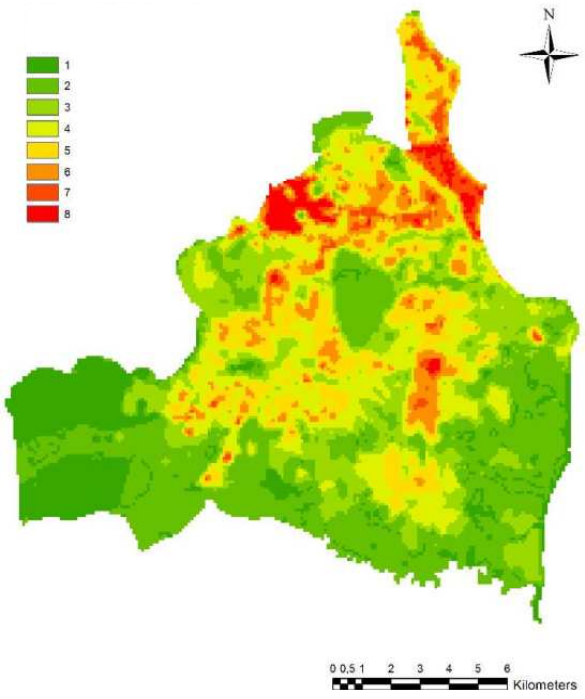
Camada 4	**Solo coberto por edifícios**	**Potencial de ventilação do ar**	**Cobertura do solo (%)**	**Valoração**
	Baixo	Alto	0 -30	- 2
	Médio	Médio	30 – 50	- 1
	Alto	Baixo	>50	0
Camada 5	**Paisagem natural**	**Potencial de ventilação do ar**	**Presença de Paisagem Natural**	**Valoração**
	Campos, pastos	Alto	Sim	-1
	Florestas, matas	Baixo	Não	0
Camada 6	**Área Urbana**	**Potencial de ventilação do ar**	**Prox. a Espaços Abertos**	**Valoração**
	Conforme 3 tipos	Baixo	Baixo	0
	Conforme 3 tipos	Médio	Médio	-1
	Conforme 3 tipos	Alto	Alto	-2

Fonte: Autores (2018)

4.3 Mapa climático urbano da cidade de João Pessoa.

O MCU de João Pessoa/PB resulta da operação de adição dos valores das camadas de construção da carga térmica e do potencial dinâmico (Figura 2). Áreas da cidade foram agrupadas e categorizadas, segundo suas características topoclimáticas e seus efeitos no balanço de energia térmica da cidade, do ponto de vista do conforto térmico.

Figura 2 – MCU de João Pessoa e descrição das classes.



Classe	Impacto no conforto térmico	Avaliação
1	**Amenização Moderada**	Muito importante para a amenização climática
2	**Amenização Leve**	Importantes na circulação dos ventos
3	**Neutro**	Não afeta o aumento da temperatura do ar
4	**Elevação Leve**	Relevante influência no clima
5	**Moderado**	Sem altas cargas térmicas
6	**Moderado Forte**	Conforto térmico já prejudicado
7	**Elevação Forte**	Efeitos negativos no clima local
8	**Muito Forte**	Efeitos críticos no clima local

Fonte: Autores (2018)

5 CONCLUSÕES

Estudos que utilizam a construção de mapas climáticos urbanos com o objetivo de utilizá-los no planejamento urbano de cidades brasileiras ainda estão em seus primeiros passos. Por se tratar de um trabalho que analisa a estrutura urbana em sua totalidade, os dados destinados às análises espaciais são inúmeros, o que demanda tempo, recursos e precisão no tratamento das informações adequadas ao ambiente SIG.

Contudo percebe-se que a metodologia, mesmo com certa subjetividade, é uma forma fácil e rápida de perceber o impacto das intervenções humanas no ambiente urbano, uma vez que estas ações refletem significativamente na sustentabilidade ambiental e no bem-estar da população. Quanto mais claro e preciso forem representados os fenômenos climáticos e as suas relações com a estrutura urbana, mais objetividade poderá ter o gestor em construir, organizar e gerenciar a cidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP) pelo fornecimento dos mapas-base municipal, ao Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) pelos dados climatológicos da estação meteorológica de superfície de João Pessoa (SBJP) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelos dados meteorológicos da estação automática municipal.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, M. J., LOPES, A., ANDRADE, H. E VASCONCELOS, J. (2006) **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa,** Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa.

ASSIS, E.S**. Impactos da forma urbana na mudança climática: métodos para previsão do comportamento e melhoria de desempenho do ambiente urbano.** 2000. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) **–** Faculdade e Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. 2000.

BARRY, R. G.; CHORLEY R. J.; ***Atmosphere, Weather and Climate*.** Routledge; 9th edition (2009).

CARVALHO, H. J. M. de. **Metodologia para a análise das interações entre a forma urbana e o clima: aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa Latitude.** Tese (Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Urbanismo) FAU **–** UFRJ. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE, CUHK **–** ***Urban Climatic Map and Standards for Wind Environment – Feasibility Study – Working Paper 1A: Draft Urban Climatic Analysis Map, 2008.*** *The Hong Kong University of Science and Technology*. 156 p.

FERREIRA, D. G.; ASSIS, E. S.; KATZSCHNER, L.; **Construção de um mapa climático analítico para a cidade de Belo Horizonte, Brasil.** Artigo apresentado no 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Maceió **–** Brasil. 2016.

KATZSCHNER, L. ***Urban climate studies as tools for urban planning and architecture.*** ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. Anais... Salvador : ANTAC, p. 49-58, 1997.

MONTEIRO, C. A. DE F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: FFLCH-USP, 1975. (Tese, Livre-Docência em Geografia).

NG, E., KATZSCHNER L. AND WANG U. 2007. ***Initial Methodology of Urban Climatic Mapping – Urban Climatic Map and Standards for Wind Environment – Feasibility Study,*** *Technical Report for Planning Department HKSAR*, April 2007.

OLGYAY, V. **–** ***Arquitectura e Clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*.** Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

PEREGRINO, P. S. A. **Interrelações existentes entre os escoamentos e padrões de ocupação do solo nos bairros do Cabo Branco e Tambaú.** Dissertação (Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana). João Pessoa: UFPB, 2005.

PRATA-SHIMOMURA, A. R., LOPES, A. S. E CORREIA, E. (2015) ***Urban Climatic Map Studies in Brazil:*** **Campinas.** In: Ng, E. e Ren, C. (Editors). The Urban Climatic Map: A Methodology for Sustainable Urban Planning. 1ed. Taylor & Francis Group, New York, NY.

OKE, T. R. (1981) ***Canyon geometry and the nocturnal heat island: Comparison of scale model and field observations, Journal of Climatology,*** 1, 237-254.

REN, C., NG, E. E KATZSCHNER, L. (2011) ***Urban climatic map studies: a review.*** *International Journal of Climatology,* 31, 2213–2233.

SANTOS, J. H. **Determinação e verificação de ângulos de céu decorrentes dos padrões de ocupação do solo nos bairros de Cabo Branco e Tambaú/ João Pessoa – PB.** Dissertação (Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana). João Pessoa: UFPB, 2007.

SILVA, F. A. G. DA. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído: uma aplicação ao nordeste do Brasil.** 1999, 234 p. Tese (Doutorado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.