



CÁLCULO DE PARÂMETROS URBANOS PARA CARACTERIZAÇÃO DO ENTORNO DE ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

PRISCILA APARECIDA BRAGA TUZANI¹
DANIELE GOMES FERREIRA²
ELEONORA SAD DE ASSIS³

Resumo: Este artigo apresenta um método de cálculo de parâmetros urbanos para caracterização do entorno de estação meteorológica a ser instalada na cidade de Belo Horizonte, Brasil. Os parâmetros calculados foram a altura média das edificações (h_d), a área de projeção dos edifícios em planta (A_p) e a razão de área plana (λ_p) para um raio de abrangência de 500 m, dividido em quadrantes. Resultados apontaram que devido à complexidade e heterogeneidade da cidade, os parâmetros urbanos calculados têm diferenças significativas entre os quadrantes, o que aponta a necessidade de aprimoramento da caracterização do entorno da estação meteorológica para melhorar a capacidade de interpretação dos dados registrados pelos seus equipamentos.

Palavras-chave: Parâmetros Urbanos, Estação Meteorológica, Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Abstract: This paper presents a method for calculating urban parameters for the characterization of a meteorological data system installed in the city of Belo Horizonte, Brazil. The calculated parameters were: the mean particle height (h_d), a projection area of the plant structures (A_p) and the flat area ratio (λ_p) for a range of 500 m, divided into quadrants. Results related to the complexity and heterogeneity of the city, the calculated urban parameters and the differences between the quadrants, which represents the need to improve the characterization of the meteorological station environment to improve the data processing capacity of its equipment.

Keywords: Urban Parameters, Meteorological Station, Geographic Information System (GIS)

¹ Graduanda no programa de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, priscila.tuzani@hotmail.com

² Doutoranda do programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais, dani.gferreira@yahoo.com.br

³ Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo, docente do programa de graduação em Arquitetura e Urbanismo e do programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais, eleonorasad@yahoo.com.br



1 - Introdução

O ambiente urbano é constituído por uma diversidade de elementos naturais e construídos que fazem trocas de energia com o ambiente circundante e com a atmosfera. Características como a geometria e textura urbanas, os diferentes tipos de materiais que compõem as superfícies, a densidade de edifícios, dentre outras, conformam as cidades como áreas heterogêneas, que alteram o comportamento da atmosfera e implicam em fenômenos físicos associados a diferentes escalas de abordagem do clima urbano (OKE, 1978).

Diversos estudos utilizam metodologias de observações de campo para investigar os efeitos urbanos no clima, sendo que o tipo de dado coletado e a duração das observações determinam os equipamentos necessários nesses estudos. As estações meteorológicas fixas são um dos tipos de instrumentos empregados, em especial quando são feitos registros de longo prazo de variáveis climáticas. Há uma tentativa de padronização das observações meteorológicas em áreas urbanas (OKE, 2006; WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO, 2012), contudo ainda é um desafio a identificação de um local com representatividade espacial para instalação da instrumentação (CURCI *et al.*, 2017) ou com descrição do entorno das estações que possibilitem sua contextualização urbana de forma acurada (MULLER *et al.*, 2013).

Uma das formas de se descrever o entorno das estações é por meio das características geométricas das superfícies, as quais estão relacionadas com dimensões dos elementos construídos ou naturais (altura, área, espaçamento entre elementos etc.) e que representam parâmetros de rugosidade das superfícies urbanas. Diante da caracterização heterogênea das superfícies urbanas e da necessidade de se descrever o sítio e o entorno de estações meteorológicas é que se propõe o presente trabalho, tomando como estudo de caso a estação meteorológica a ser instalada em Belo Horizonte, como parte do projeto intitulado “Monitoramento e modelagem de balanço de energia na cidade de Belo Horizonte, MG”.

1.1 - Objetivo

O objetivo do artigo é apresentar uma metodologia de cálculo de parâmetros geométricos da superfície urbana com o emprego de ferramentas de plataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para caracterização do entorno de estação meteorológica a ser instalada para a modelagem do balanço de energia urbano.



2 - Revisão Bibliográfica

Os estudos meteorológicos realizados em áreas urbanas geralmente são pouco descritivos em termos dos dados sobre a situação das estações, pois não incluem informações suficientes sobre o local escolhido para sua instalação, qualidade dos dados e procedimentos de gestão da informação (MULLER *et al.*, 2013). Ao reconhecer essa lacuna, Muller *et al.* (2013) propuseram um protocolo internacional de caracterização para redes de estações meteorológicas urbanas a fim de analisar mais descritivamente o local de implantação da estação, com metadados capazes de descrever os instrumentos, local de implantação, operações realizadas, calibrações, dentre outros elementos, para que os usuários finais dos dados não tivessem dúvida quanto à condição e o contexto em que os dados foram obtidos. Além disso, esta proposta teve como objetivo assegurar a interpretação, a manipulação e a avaliação dos resultados coletados pelos equipamentos.

Um das formas de caracterizar o contexto das estações é pelo tipo de uso e ocupação do solo que ocorre em seu entorno. No caso deste protocolo internacional e de outras recomendações já estabelecidos (OKE, 2006; WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO, 2012), esta caracterização frequentemente ocorre de forma genérica para determinada área de abrangência da estação.

No entanto, a ocupação urbana e a expansão das cidades não acontecem de forma homogênea. Assim sendo, à medida que são acrescentados elementos à superfície urbana, como árvores e edificações, a rugosidade da mesma se altera (GRIMMOND e OKE, 1999). Essa rugosidade influi no clima local e, conseqüentemente, nas observações das variáveis climáticas, o que demonstra a necessidade de maior detalhamento da ocupação no entorno das estações para melhor compreensão dos dados coletados.

Alguns parâmetros que podem descrever as características da superfície urbana são: a altura média das edificações (h_d), a área de projeção dos edifícios em planta (A_p), a razão de área plana ($\lambda_p = A_p/A_t$, sendo que A_t corresponde a área total de cálculo), a razão de área frontal (λ_f) dentre outros (GRIMMOND e OKE, 1999).

Para a estimativa destes parâmetros, Gál e Unger (2009), propuseram um método de cálculo em plataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG), a partir de uma base de dados vetorial com os polígonos das edificações existentes e dos lotes utilizando o programa ArcView 3.2. As variáveis calculadas foram: altura média e volume dos edifícios, razões de área (A_p , A_f , A_T , λ_p , λ_f), dentre outros parâmetros específicos da rugosidade urbana relacionadas ao fluxo dos ventos.



Trabalho semelhante foi realizado por Ferreira *et al.* (2010) em que foi efetuado o cálculo de parâmetros de rugosidade para amostras de tecido urbano da cidade de Belo Horizonte, que incluiu a estimativa de h_d , A_p e λ_p , além de outras variáveis. Os cálculos foram realizados de forma manual, com o auxílio de programa de desenho do tipo CAD. É neste sentido que se pretende avançar no presente estudo, com a implementação de ferramentas em plataforma SIG, como já aplicado por Gál e Unger (2009) para aprimorar o procedimento de cálculo e permitir a replicação do método em outras áreas ou em diferentes momentos para que se possa verificar a alteração ou a permanência das características urbanas em entorno de estação meteorológica.

3 – Metodologia

A metodologia utilizada consiste no cálculo dos parâmetros de superfície urbana da região de implantação da estação meteorológica, com base no método proposto por Gál e Unger (2009), a fim de descrever o sítio urbano, garantindo a caracterização da área. A proposta de instalação da estação é no INMET/5º Distrito de Meteorologia, localizado na Av. do Contorno, 8159, no bairro Santo Agostinho em Belo Horizonte. Definiu-se a área de abrangência dos cálculos equivalente a um raio de 500 m, por ser considerada uma dimensão típica de influência de sensores de temperatura e umidade (OKE, 2006).

Em seguida, a área foi dividida em oito quadrantes de 45° (Figura 01). O ponto de convergência dos raios é o ponto provável de implantação da estação meteorológica. Para cada um desses quadrantes foram descritos os seguintes parâmetros urbanos: altura média das edificações (h_d), área de projeção dos edifícios em planta (A_p) e razão de área plana (λ_p). Os parâmetros urbanos foram calculados pelo programa Quantum Gis 3.18. Nas edificações interceptadas pelo limite dos quadrantes foram consideradas apenas as áreas internas ao quadrante em questão. Para cada quadrante foram calculadas, então, a altura média dos edifícios e a área total ocupada pelas edificações. Em seguida, a fim de analisar a densidade de ocupação de cada quadrante calculou-se a razão entre a soma das áreas das edificações em planta de cada quadrante pela área total do quadrante (λ_p).

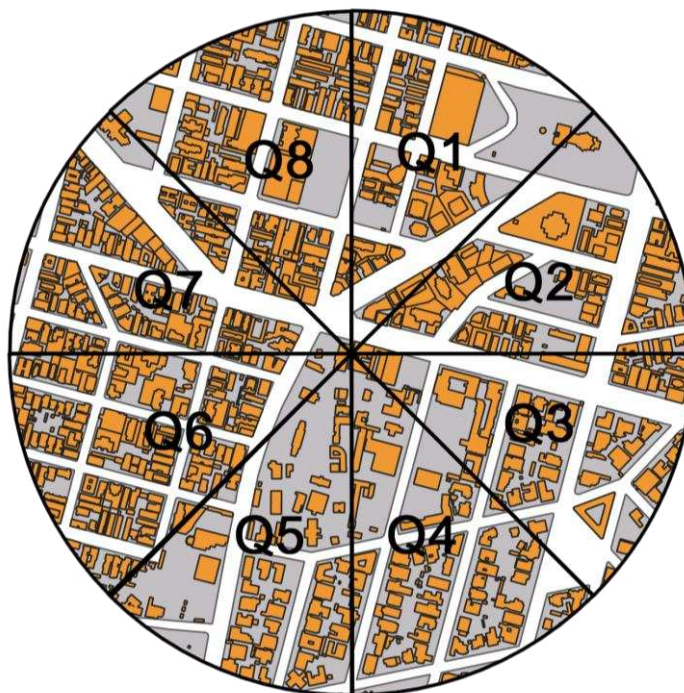


Figura 01. Definição dos quadrantes.

Fonte: Produzido pelas autoras.

4 – Resultados

Os resultados obtidos pelos cálculos nos quadrantes Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7 e Q8 são apresentados na Tabela 01, a seguir.

Tabela 01. Cálculo dos parâmetros urbanos

Quadrante	h_d (m)	A_p (m ²)	λ_p
Q1	21,96	34974,38	0,35
Q2	25,08	34974,38	0,39
Q3	10,38	38994,29	0,31
Q4	7,21	29026,49	0,29
Q5	9,18	26205,38	0,26
Q6	17,10	46773,47	0,47
Q7	14,17	38799,04	0,39
Q8	19,51	42589,73	0,43

Fonte: Produzido pelas autoras.

Como pode ser verificado na Tabela 01, os parâmetros calculados para os quadrantes possuem resultados diferentes entre si. Essa diferença pode ser justificada



pela diversidade característica da ocupação do solo da cidade de estudo. Os quadrantes Q4 e Q5 representam áreas menos densas, enquanto Q6 e Q8 possuem uma ocupação maior em planta. A diferença entre a altura média das edificações também é um fator a ser destacado, uma vez que influi diretamente no fluxo do vento na região. Os quadrantes Q1 e Q2, apesar de apresentarem uma densidade intermediária em relação aos demais quadrantes, possuem uma das maiores alturas médias das edificações, exemplificando a verticalização do centro urbano da cidade de Belo Horizonte, verificada de forma similar por Ferreira *et al.* (2010). Os quadrantes Q4 e Q5 são os que representam também áreas com menor verticalização, com predominância de uso residencial.

A diversidade obtida nos resultados reforça a necessidade de uma melhor caracterização da área de abrangência da estação meteorológica e não apenas uma caracterização geral da região, como previsto em protocolo internacional (MULLER *et al.*, 2013), uma vez que cada quadrante analisado possui diferenças significativas entre si quanto a densidade e verticalização das edificações. As características analisadas variam conforme se altera a visada a partir do local da implantação da estação, como pode ser exemplificado pelo quadrante Q5 em relação ao Q8, onde o último possui valores quase duas vezes maior que o primeiro, e os parâmetros de densidade podem impactar os dados referente às variáveis climáticas.

5 – Considerações Finais

O estudo apresentado está em andamento e outros parâmetros urbanos serão analisados. Os resultados obtidos nessa etapa buscam contribuir para a discussão da importância de uma caracterização mais qualificada da região de implantação da estação meteorológica. Uma vez que a estação meteorológica faz o monitoramento das variáveis climáticas para o cálculo do balanço de energia urbano, o entendimento do local de sua implantação precisa ser garantido. Esses dados são influenciados por características urbanas, e estas precisam ser levadas em consideração para validação da informação obtida. Acreditamos, portanto, que esta investigação pode ser um instrumento rumo para garantir a contextualização dos dados meteorológicos e, conseqüentemente, garantir a qualidade das informações obtidos através das estações meteorológicas.

6 - Agradecimentos



Esta pesquisa teve o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig (Processo nº HBD-00036-17).

Bibliografia

CURCI, S.; LAVECCHIA, C.; FRUSTACI, G.; PAOLINI, R.; PILATI, S.; PAGANELLI, C. Assessing measurement uncertainty in meteorology in urban environments. **Measurement Science and Technology**, v. 28, n. 10, p. 1-8, 2017.

FERREIRA, D. G.; FERREIRA, C. M.; ASSIS, E. S. Classificação de Rugosidade em Tecido Urbano. Parte II: aplicação em caso de estudo - cidade de Belo Horizonte, MG. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16, 2010, Belém, **Anais...**, Belém, 2010.

GÁL, T.; UNGER, J. Detection of ventilation paths using high-resolution roughness parameter mapping in a large urban area. **Building and Environment**, v. 44, n. 1, p. 198–206, 2009.

GRIMMOND, C. S.; OKE, T. R. Aerodynamic Properties of Urban Areas Derived from Analysis of Surface Form. **Journal of Applied Meteorology**, p. 1262-1292, 1999.

MULLER, C. L.; CHAPMAN, L.; GRIMMOND, C. S. B.; YOUNG, D.T.; CAI, X. M.: Toward a Standardized Metadata Protocol for Urban Meteorological Networks. **Bull. American Meteorological Society**, v. 94, p. 1161–1185, 2013.

OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. **IOM - WMO Report**, n. 81, 2006.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Methuen & Co Ltd, 1978.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. **WMO Report**, n. 8, 2012.