

A INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE E POROSIDADE DA TIPOLOGIA URBANA NA VENTILAÇÃO EM ÁREA LITORÂNEA E A PERCEPÇÃO DE CONFORTO DO TRANSEUNTE

Fabiana Trindade da Silva (1), Patrícia Scarione (2), Cristina Engel de Alvarez (3)

(1) UFES – Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: fabianatrindade.silva@gmail.com

(2) UFES – Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: patriciascarione@gmail.com

(3) UFES- Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: cristina.engel@ufes.br

Resumo

A pesquisa objetiva relacionar a velocidade e direção do vento com a rugosidade e porosidade da tipologia urbana correlacionando-os com a sensação de conforto do transeunte. O método de análise foi estabelecido pelo monitoramento em nove pontos pré-definidos de um trecho urbano litorâneo, selecionado na cidade de Vitória / ES, sendo tal monitoramento realizado através de medições com o uso de anemômetros e de aplicação de questionários junto aos transeuntes. Os resultados das medições apontaram que a porosidade é responsável pelo permeio do vento entre as quadras e a rugosidade é capaz de potencializar o efeito canalizador de ruas perpendiculares a orla marítima. Verificou-se nos questionários, que nos locais de maior velocidade do vento, há predominância da sensação de neutralidade térmica, enquanto nos pontos com menor ventilação, sensações de leve calor a muito calor.

Palavras-chave: Tipologia urbana, Ventilação, Conforto, Transeunte.

Abstract

The research aims to relate the wind speed and direction with the roughness and porosity of the urban typology correlating them with the feeling of comfort passerby. The analysis method was established by monitoring nine points in a pre-defined urban coastal stretch, selected in Vitória / ES, such monitoring is performed through measurements using anemometers and questionnaires from passersby. The measurement results showed that the porosity is responsible for wind interspersed among the blocks and the roughness is able to potentiate the plumer effect of perpendicular streets to the seafront. It was found in the questionnaires, that in the places with higher wind speed, predominated neutral thermal sensation, while the points with the lowest ventilation, heat sensation of mild to very hot was registered.

Key-words: Urban typology, Ventilation, Comfort, Passerby.

1. INTRODUÇÃO

O clima urbano e seus microclimas só podem ser compreendidos pela intermediação da arquitetura, que forma os recintos urbanos, e cujo sentido está em seu entorno (MASCARÓ, 1996). Sendo assim, as estruturas físicas e funcionais das cidades modificam as condições climáticas regionais e locais, impactando a sensação de conforto do transeunte.

As diversas configurações das tipologias urbanas impactam de forma variada no comportamento do ar em movimento. As construções do tipo horizontais, por exemplo, formam uma espécie de barreira paralela à linha da costa que podem diminuir a intensidade do vento, enquanto aquelas que possuem edificações verticais dispostas em lados opostos de uma rua formam o chamado cânion urbano e podem aumentar a velocidade do vento (MASCARÓ, 1996). Observa-se que a mudança da direção e velocidade do vento, associados

às alterações do ambiente urbano é um dos fatores que mais condiciona o clima das cidades (LOPES e VASCONCELOS, 2006).

No clima tropical úmido, característico do estado do Espírito Santo, a ventilação é um importante fator para a dissipação do calor tanto no nível da edificação (meio microclimático) como no urbano (meio mesoclimático). Conforme Mascaró (1996) na camada limite urbana o vento longe da influência dos efeitos superficiais, apresenta um perfil de velocidade vertical aproximadamente constante, que decresce à medida que se aproxima do solo, sendo influenciado pela diferença de alturas das construções. Na camada intra urbana (foco da pesquisa), situada no interior da área construída, as condições de ventilação variam de acordo com as características tipológicas de cada região.

As configurações urbanas afetam o conforto térmico do transeunte, sendo que a, sensação de conforto do indivíduo acontece de duas maneiras: fisiológica, por condições de temperatura e velocidade do ar e; subjetiva pelas sensações individuais do mesmo (VOLTANI, 2009). As características tipológicas, rugosidade e porosidade, são analisadas para determinar o desempenho da estrutura urbana em relação ao aproveitamento dos ventos. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é analisar o impacto que a tipologia arquitetônica exerce sobre a ventilação urbana, com aplicação específica para a Orla de Camburi em Vitória (ES), e avaliar como esse afeta a percepção de conforto do transeunte.

2. METODOLOGIA

Neste estudo o conceito de rugosidade está definido de acordo com Santos (2004), como as diferenças de alturas entre edificações, enquanto que, a porosidade é a distância horizontal entre obstáculos, entendida como os afastamentos e recuos das edificações em relação aos limites dos lotes.

O trecho urbano selecionado para o estudo localiza-se em Vitória (ES), em uma faixa litorânea, onde o vento oriundo do mar e livre de interferências de obstáculos permite uma análise mais acurada de como a tipologia impacta no elemento vento.

A área de estudo foi delimitada linearmente com a profundidade de dois quarteirões paralelos à Avenida Dante Michelini - a via litorânea - e três quarteirões adjacentes à mesma, totalizando cinco quarteirões. O trecho foi dividido em duas partes, em função das semelhanças tipológicas, objetivando orientar a escolha dos pontos monitorados. Os trechos fazem divisa entre os bairros de Jardim da Penha (Trecho A) e Mata da Praia (Trecho B).

O denominado Trecho A caracteriza-se por possuir predominância na volumetria horizontal das edificações, sendo uma área mais adensada, enquanto no Trecho B, o domínio é da volumetria vertical com afastamentos laterais. Foram definidos nove pontos de monitoramento, circundando o perímetro dos quatro quarteirões, objetivando abranger situações diversas que auxiliassem no entendimento do impacto que a tipologia urbana exerce na velocidade e direção do vento e como esse impacto interfere na sensação de conforto do transeunte.

Realizou-se o monitoramento dos nove pontos pré-definidos através do uso de anemômetros (Anemômetro 01: ITMP 600 Environment Multimeter; marca – IT; Anemômetro 02: Homis Mod – 113) e questionários. Os anemômetros foram posicionados a 110cm do solo (altura do abdômen), de acordo com a ISO 7726/88, que dispõe sobre as normas para as medições de variáveis físicas.

As medições ocorreram no dia 18 de outubro de 2011, no horário de 12h às 14h, período de maior fluxo de pessoas. Adotou-se o registro simultâneo de temperatura, velocidade e direção

do vento em dois pontos por vez, por um período médio de cinco minutos, abrangendo os nove pontos de monitoramento. Foram registradas as velocidades máximas do vento, na direção do vento predominante e no sentido perpendicular à orla, bem como a máxima temperatura.

Simultaneamente às medições foram aplicados 80 (oitenta) questionários no total, auferindo a sensação térmica dos transeuntes em cada ponto monitorado. Os questionários consistem em dados de registro, dados pessoais e sensações individuais. Os dados de registro referem-se ao local, horário e data da entrevista; nos dados pessoais as informações dizem respeito ao gênero, idade, atividade que o transeunte estava realizando e as vestimentas trajadas.

Nos questionários foi utilizada a escala de sensação térmica criada por Fanger, normatizada pela ISO 7730/94, que dispõe sobre ambientes térmicos e determinação do índice PMV (*Predicted Mean Vote* ou Voto Médio Estimado). O método de Fanger atribui um valor numérico ao PMV e o correspondente a uma escala de sensação térmica simétrica em torno do ponto 0 (zero), onde são atribuídos valores positivos e negativos de 1 à 3 (Tabela 1).

TABELA 1 – Valores de PMV de acordo com o Método de Fanger (valores extraídos da ISO7730/94)

PMV (Voto Médio Estimado)	-3	-2	-1	0	1	2	3
Sensação Térmica	Muito Frio	Frio	Levemente Frio	Neutralidade Térmica	Levemente Calor	Calor	Muito Calor

3. RESULTADOS

Os resultados das medições foram divididos em três situações para efeito de análise, que representam uma sequência de três pontos de monitoramento para cada situação. Os valores obtidos nos pontos de monitoramento foram organizados em gráficos e tabelas que sintetizam as informações referentes à direção e velocidade do vento, temperatura e sensação térmica dos entrevistados. Em cada ponto de monitoramento o total de entrevistados equivale a 100%.

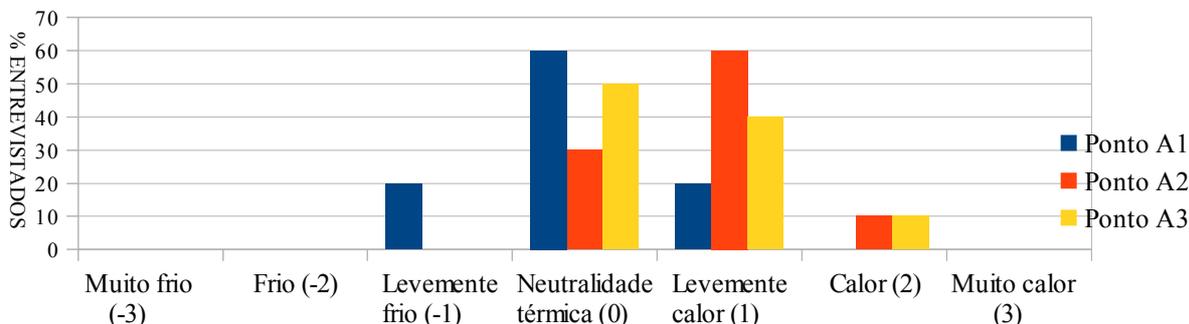
Os dados pessoais recolhidos através dos questionários dos 80 entrevistados configuram um grupo de 43 mulheres e 37 homens em uma faixa etária média entre 20 e 50 anos, com uma taxa metabólica média de 93 W/m² o que corresponde a atividade leve e isolamento térmico de vestuário de 0,5 clo, sendo os dois últimos dados obtidos a partir da ISO 7730/94.

A **Situação 01** é representada pelo monitoramento dos pontos A1, A2 e A3, monitorados em pares: A1 – A2, A1-A3 (Tabela 2 e Gráfico 1).

TABELA 2 – Registros da medição: situação 01

REGISTRO DE TEMPERATURA E VELOCIDADE DO VENTO					
	Ponto de monitoramento	PONTO A1	PONTO A2	PONTO A3	
	Temperatura		24,7°C	26 °C	25,6°C
	Velocidade do vento principal		5,28m/s = 19,9km/h	1,78m/s = 6,4km/h	4,97m/s = 17,9km/h
	Velocidade do vento secundário		1,31m/s = 4,7km/h	0,94m/s = 3,4km/h	0,39m/s = 1,4km/h
LEGENDA:  Direção do vento principal *  Direção do vento secundário * Vento principal: o que apresenta o registro de maior velocidade.					

GRÁFICO 1 – Síntese da percepção de conforto térmico dos transeuntes para a situação 01



No ponto A1, localizado no quarteirão em frente à praia, o vento sem sofrer influência da tipologia urbana atinge velocidade maior do que nos outros dois pontos. No ponto A2, o vento principal sofre uma redução de aproximadamente 40% na velocidade em relação ao ponto A1, e o vento que vem do mar praticamente não alcança os pontos A2 e A3, pois o fluxo de vento encontra obstáculo na tipologia sem porosidade o que não possibilita o permeio da ventilação entre os quarteirões. No ponto A3 o vento principal é o noroeste, possibilitado pela porosidade da tipologia urbana criada pela localização de praças no interior do bairro.

As temperaturas registradas no dia sofrem pequenas variações, fator que identifica o vento como o maior responsável pela diversidade de sensações térmicas aos transeuntes. Nota-se que a temperatura do ar registrada é maior nos pontos com menor velocidade do vento. Através da análise dos resultados dos questionários aplicados nos transeuntes observa-se que os mesmos têm sensações térmicas diferentes em cada ponto. No ponto A1, 60% dos entrevistados sentem neutralidade térmica e no ponto A3, 50%. Ambos os pontos possuem a velocidade máxima registrada do vento em média de 5 m/s, porém em direções diferentes. Já no ponto A2, onde a velocidade do vento é menor, 60% dos entrevistados responderam sentir a sensação de levemente calor.

A **Situação 02** é representada pelo monitoramento dos pontos B1, B2 e B3, monitorados em pares, B1 – B2, B1-B3 (Tabela 3 e Gráfico 2).

TABELA 3 – Registros da medição: situação 02

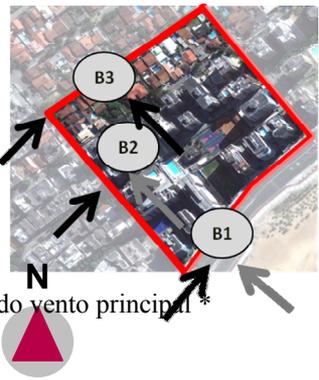
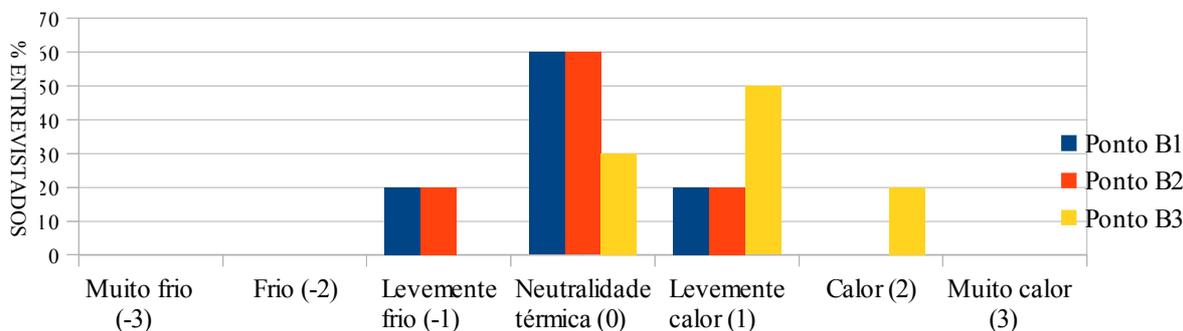
REGISTRO DE TEMPERATURA E VELOCIDADE DO VENTO				
	Ponto de monitoramento	PONTO B1	PONTO B2	PONTO B3
	Temperatura	24,4°C	25,4 °C	25°C
	Velocidade do vento principal	6,72m/s= 24,2km/h	6,28m/s= 2,6km/h	1,56m/s = 5,6km/h
	Velocidade do vento secundário	3,72m/s= 13,4km/h	1,94m/s = 7km/h	1,56m/s = 5,6km/h
LEGENDA: Direção do vento secundário 				
* Vento principal: o que apresenta o registro de maior velocidade.				

GRÁFICO 2 – Síntese da percepção de conforto térmico dos transeuntes para a situação 02



Em B1 e B2 a velocidade do vento sofre pequenas alterações. O local se caracteriza por sua grande porosidade o que possibilita o permeio da ventilação entre as quadras. Já em B3 a velocidade máxima do vento sofre um decréscimo em torno de 23% em relação a do ponto B1. O ponto B3, apesar de possuir uma tipologia de baixa rugosidade, apresenta também baixa porosidade o que dificulta a passagem da ventilação.

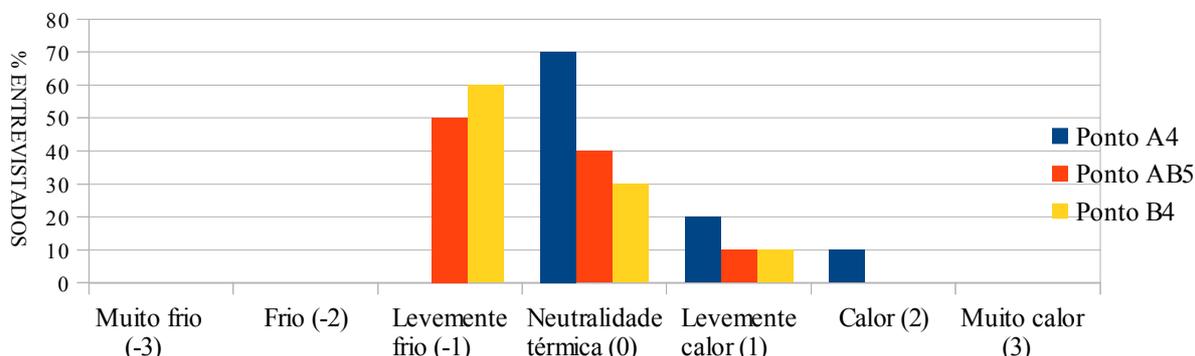
Nos pontos B1 e B2, 60% dos entrevistados indicaram sentir neutralidade térmica. Em B3 50% apontaram para a sensação de leve calor, com parcela de 20% que sentiu calor. Os pontos B1 e B2 apresentam resultados similares tanto em relação às velocidades máximas do vento como na percepção térmica dos transeuntes, o que indica que a porosidade interfere no fluxo de ventilação, influenciando assim na sensação de conforto térmico dos transeuntes.

A Situação 03 é representada pelo monitoramento dos pontos A4, AB5 e B4, em pares: A4 – AB5; A4-B4 (Tabela 4 e Gráfico 3), caracterizado pelo posicionamento dos pontos nos canais de ventilação, ou seja, nas vias perpendiculares à linha da praia.

TABELA 4 – Registros da medição: situação 03

REGISTRO DE TEMPERATURA E VELOCIDADE DO VENTO				
	Ponto de monitoramento	PONTO A4	PONTO AB5	PONTO B4
	Temperatura	26°C	26°C	26°C
	Velocidade do vento principal	5,56m/s = 20km/h	11,78m/s=42,4km/h	11,92m/s=42,9km/h
LEGENDA: Direção do vento principal * Direção do vento secundário * Vento principal: o que apresenta o registro de maior velocidade.				

GRÁFICO 3 – Síntese da percepção de conforto térmico dos transeuntes para a situação 03



Todos os pontos desta situação estão posicionados no canal de ventilação, porém em A4 a velocidade máxima registrada é menor do que nos outros dos pontos. A diferença desses pontos é o índice de rugosidade, sendo menor no ponto A4. Os pontos AB5 e B4 possuem maior rugosidade, o que aumenta o gradiente de velocidade por sua capacidade canalizadora.

Nos pontos AB5 e B4 a velocidade máxima registrada é similar, sendo a do B4 levemente maior, visto que esse ponto apresenta grande rugosidade nos dois lados da rua, enquanto o ponto AB5 tem índices de rugosidade diferentes em cada lado da rua.

Em A4 imperou a sensação de neutralidade térmica, indicada por 70% dos entrevistados. Nos pontos AB5 e B4 50% e 60% dos transeuntes respectivamente indicaram a sensação de levemente frio. Houve variação de sensação nesses em menor porcentagem até a sensação de levemente calor, devendo-se ao fato de alguns entrevistados estarem realizando atividades físicas pesadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa reiteram a hipótese de que a ventilação no meio urbano é influenciada pela tipologia das cidades, verificando-se que na situação 01, de pouca porosidade e média rugosidade, o vento sofre decréscimo e sua direção é alterada pelo obstáculo na volumetria horizontal sem afastamentos da primeira quadra, diminuindo a sensação de conforto dos transeuntes. Já na situação 02, de grande rugosidade e porosidade, a velocidade e a sensação de conforto dos entrevistados permaneceram estáveis, especialmente, por possuir grandes afastamentos, que permitem o fluxo da ventilação entre as quadras. Na situação 03, formada pelos canais de ventilação, o ponto com maior índice de rugosidade tem o efeito canalizador potencializado e, conseqüentemente, a velocidade do vento aumentada.

Dessa forma, reitera-se a necessidade de aprofundamento do tema através de estudos climáticos que auxiliem na compreensão da dinâmica do meio urbano consolidado e os fatores que afetam o conforto ambiental dos cidadãos, possibilitando assim a previsão de cenários futuros que auxiliem a adoção de políticas públicas de planejamento/ordenamento urbano integradas com o entendimento dos elementos climáticos locais. Ressalta-se, ainda, que a metodologia adotada para as medições concomitante à aplicação dos questionários permitiu o alcance dos objetivos, podendo ser replicada em outros locais, de condições semelhantes.

REFERÊNCIAS

- ISO:7726. Ergonomics of the thermal environment: Instruments for measuring physical quantities. 1998.
- ISO 7730. Ergonomics of the thermal environment: Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. 1994.
- MASCARÓ, Lucia R. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: DC Luzzatto, 1996.
- SANTOS, Rosângela Maria. **Morfologia Urbana e Conforto Térmico**. AUP 823: Seminário da Integração, UnB, 2004.
- VASCONCELOS, João; LOPES, Antônio. **A influência da morfologia urbana na modificação das brisas do estuário do Tejo na zona oriental de Lisboa**. 2006. Trabalho realizado no âmbito do Projeto “Avaliação Climática para o Planejamento Urbano de Lisboa” da Câmara Municipal de Lisboa.
- VOLTANI, Eder Ricardo. **Avaliação do conforto térmico em indústrias de calçados**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2009.