

A correlação entre variáveis climáticas em diferentes configurações urbanas

Fabiana Trindade da Silva

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brasil
fabianatrindade.silva@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT: The understanding of urban issues increasingly involves the concept of urban sustainable based on environmental issues, which includes microclimates. The microclimates formation highlights the importance of climatic variables association and the built environment characteristics. Thus, the survey objective was to test the association between climatic variables in different urban settings in order to measure the impact of these settings in the formation of microclimates. To test the association between variables, was defined an area of climate sampling in Vitória (ES, Brazil). The greater association between variables was found between temperature and humidity. It has been observed that the correlation between climatic variables, especially in the urban environment, depends on several interfering in results factors, making analysis complex. However, it is possible to affirm a relationship of interdependence between variables, although this relationship is not present in a linear way.

Keywords: Microclimate, Urban settings, Urban sustainable

RESUMO: A compreensão das questões urbanas envolve, cada vez mais, o conceito de sustentabilidade urbana alicerçado nas questões ambientais, o que inclui os microclimas. Na formação dos microclimas destaca-se a importância da associação das variáveis climáticas e das características do ambiente construído. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi testar a associação entre variáveis climáticas em diferentes configurações urbanas com o intuito de mensurar o impacto dessas configurações na formação dos microclimas. Para testar a associação entre as variáveis, definiu-se uma área de amostragem climática em Vitória (ES, Brasil). A maior associação entre as variáveis foi encontrada entre a temperatura e a umidade relativa. Observa-se que a correlação entre as variáveis climáticas, especialmente no ambiente urbano, depende de diversos fatores que interferem nos resultados, tornando complexa sua análise. No entanto, é possível afirmar que ocorre uma relação de interdependência entre as variáveis, apesar dessa relação não se apresentar de forma linear.

Palavras-chave: Microclima, Configurações urbanas, Sustentabilidade urbana

1 INTRODUÇÃO

O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um determinado espaço terrestre e sua urbanização (Monteiro & Mendonça 2003), ou seja, é o conjunto formado pelas variáveis climáticas e as características do ambiente construído. As características do ambiente construído referem-se à tipologia urbana, à altura, à volumetria, aos afastamentos, e à taxa de ocupação e as variáveis climáticas que mais recebem influência do ambiente construído referem-se à temperatura, a umidade e aos ventos.

A expansão da malha urbana associada à verticalização e adensamento das estruturas citadinas condicionam o clima urbano e, conseqüentemente, impactam nas condições de conforto térmico da população e assim na qualidade de vida. Os cenários decorrentes dos processos de

densificação das cidades e do aumento da impermeabilização do solo contribuem para a ampliação da formação dos microclimas e aumento de temperaturas no nível do transeunte. Na busca pela construção de um urbanismo sustentável, que preze pela qualidade de vida da população, é fundamental o estudo das questões que impactam na produção dos microclimas urbanos.

A compreensão das questões urbanas envolve, cada vez mais, o conceito de sustentabilidade urbana alicerçado nas questões ambientais. Ressalta-se que a qualidade do espaço urbano está diretamente relacionada à qualidade de vida na cidade, da qual é parte integrante os conceitos de conforto térmico e microclimas urbanos. Sendo assim, o clima urbano deve ser considerado como componente de qualidade do ambiente e, portanto, de contribuição para a qualidade de vida no meio urbano (Andrade 2005).

As modificações das configurações urbanas interferem nas variáveis climáticas alterando suas grandezas, formando um mosaico de microclimas, do qual o clima urbano é composto. 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 2004).

Para a análise do microclima urbano é necessário entender o espaço em sua tridimensionalidade, considerando seus elementos constituintes visando o estabelecimento efetivo dos fatores de interferência.

Os estudos climáticos no meio urbano têm sido realizados por pesquisadores em várias localidades do mundo, tendo em vista que as cidades formam aglomerados urbanos crescentes e esses tem exercido grande influência na mudança de temperatura e na ventilação natural (Alcoforado et al. 2006).

Para a equação de balanço térmico essas variáveis climáticas exercem influência, assim, para a identificação do papel que cada variável exerce no conforto térmico urbano torna-se necessário o entendimento da relação entre o comportamento individual de cada uma. Ressalta-se que apesar do conforto térmico não constituir o objeto de estudo da presente pesquisa, a influência das configurações urbanas nas variáveis climáticas afeta diretamente o conforto térmico, que é um dos indicadores do índice de qualidade de vida que integra o conceito de sustentabilidade urbana.

Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi testar a associação entre as variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação (através da temperatura média radiante) em diferentes configurações urbanas com o intuito de mensurar o impacto das dessas configurações na formação dos microclimas. De uma forma mais ampla contribuir para o estudo do impacto dos microclimas na qualidade de vida das cidades e assim na construção de cenários urbanos mais sustentáveis.

2 MICROCLIMA URBANO

Nos estudos acerca do clima urbano, um dos aspectos que tem sido abordado com mais frequência é a relação da forma urbana com a formação dos microclimas. De acordo com Oliveira (1998), as configurações urbanas formam condicionantes do clima urbano através de características como, rugosidade e porosidade, densidade construída e ocupação do solo, horizontalidade e verticalidade, presenças de massas d'água e vegetação, dentre outras.

Os estudos científicos sobre o clima urbano tiveram início no século XIX na Europa com o trabalho de Luke Howard. Em 1818, Howard realiza o primeiro estudo sobre clima urbano, constatando que a temperatura do centro de Londres era maior do que as registradas nos arredores rurais da cidade (Assis 2005). Os resultados deste estudo apontam para a ocorrência das Ilhas de Calor Urbano (Urban Heat Island) apesar de não receber esta nomenclatura na época.

O fenômeno das ilhas de calor urbano pode ser explicado como o resultado das modificações dos parâmetros da superfície e da atmosfera pela urbanização (Gartland 2010). Na segunda metade do século XXI na França e na Alemanha, estudos acerca da temática multiplicaram-se em função da expansão das redes de observação meteorológica (ASSIS, 2005).

Como desdobramento desses estudos entendeu-se a necessidade do conhecimento das variáveis climáticas e a sua dinâmica de atuação nas configurações urbanas para minorar o desconforto climático (Oke et al. 1999; Gomes & Lamberts 2009). A análise do clima das cidades em função de sua urbanização mostra-se de suma relevância, especialmente no século XXI onde a maioria da população mundial se encontra nos centros urbanos.

2.1 Variáveis climáticas

Nos espaços abertos há uma maior oscilação das variáveis climáticas quando comparado com os ambientes internos, tornando mais complexa sua avaliação. Destaca-se que no ambiente urbano as variáveis climáticas que recebem maior influência das configurações urbanas são a temperatura do ar, a umidade do ar, a velocidade do ar e a radiação.

Tendo em vista que o conforto térmico urbano depende das interações entre as variáveis climáticas e as características urbanas, é de fundamental interesse o entendimento da interação entre as variáveis climáticas em diferentes ambiências urbanas.

De acordo com a ISO 7726 (1998), a temperatura do ar representa a temperatura da massa de ar existente no entorno do corpo humano e influencia na sensação de conforto térmico à medida que quanto menor essa for em relação à temperatura da pele, maior será a remoção de calor por convecção (RUAS, 1999).

A umidade do ar é descrita pela quantidade de vapor d'água contido na atmosfera, sendo a umidade relativa do ar inversamente proporcional à temperatura (INTERNATIONAL..., 2005). Para as medições microclimáticas utilizam-se os valores de umidade relativa.

A radiação é expressa nas medições microclimáticas por meio da temperatura radiante e a ISO 7726 (1998) a define como a temperatura uniforme de um ambiente imaginário no qual a transferência de calor por radiação do corpo humano é igual à transferência de calor em um ambiente real não uniforme. Isso pressupõe que os efeitos do ambiente real no homem, que geralmente é heterogêneo, e o ambiente virtual que é definido como homogêneo, são idênticos (International... 1998).

O conceito de temperatura radiante média permite o estudo das trocas radiativas entre o homem e o seu meio. Em cada ambiente ocorre uma troca contínua de energia radiante que é refletida, absorvida e/ou transmitida. O conforto térmico recebe influência tanto das radiações de ondas curtas – solares – quanto das radiações de ondas longas – terrestres. De acordo com Kenny et al. (2008), a radiação solar é percebida na forma de luz visível e de radiações infravermelhas, e a radiação terrestre é emitida em função da temperatura e emissividade dos objetos.

3 MATERIAIS E MÉTODO

De forma a testar a associação entre as variáveis climáticas temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação em diferentes configurações urbanas, foram definidos os procedimentos metodológicos a seguir (Fig. 1).

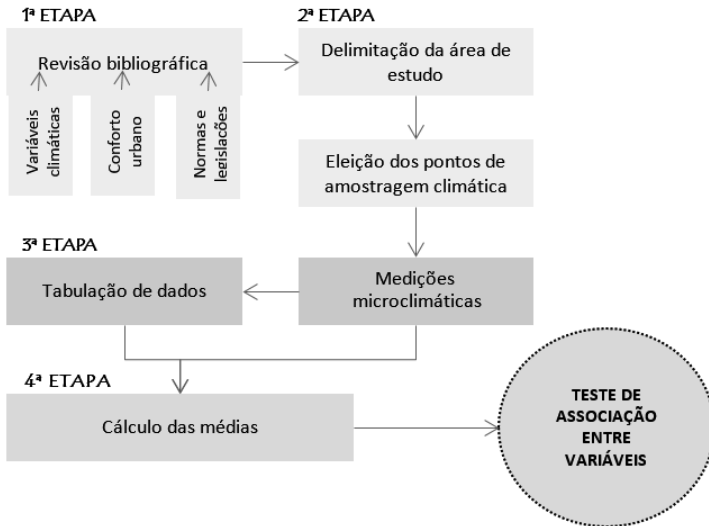


Figura 1. Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

Para a aplicação do método definiu-se uma amostragem territorial, na cidade de Vitória (ES/BR), que apresentasse diferentes configurações urbanas (Fig. 2).

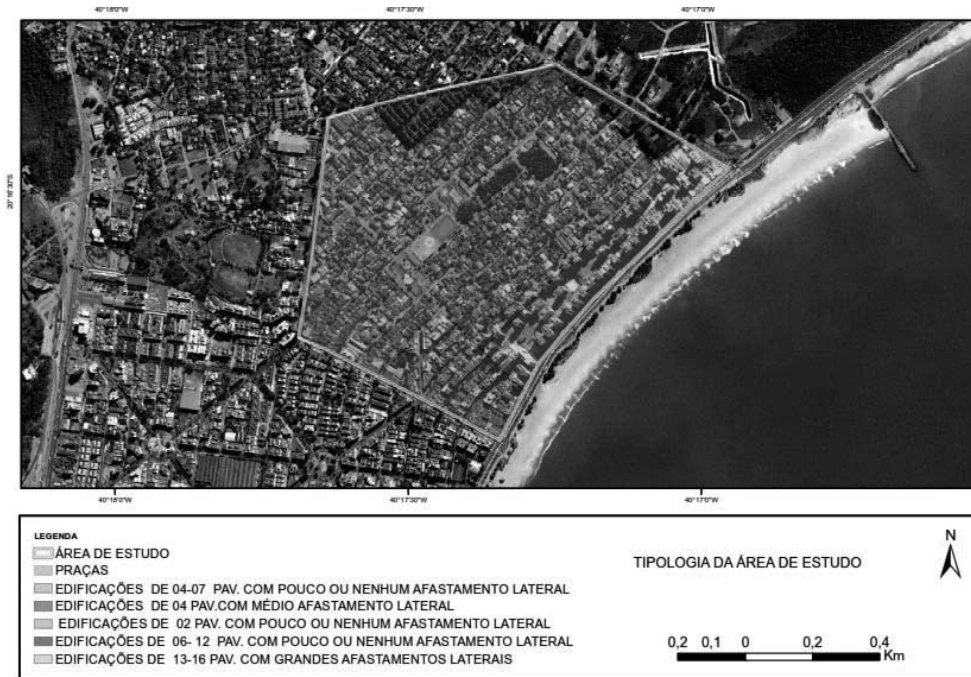


Figura 2 – Caracterização tipológica da área de estudo. Fonte: elaborado no *software* ArcGIS, versão 10.2 (2013)

Adotou-se como método de análise a amostragem climática de 11 pontos dispostos ao longo de duas retas perpendiculares à orla marítima (Fig. 3), objetivando abranger diferentes configurações urbanas.



Figura 3 – Demarcação da área de estudo e definição dos pontos de amostragem. Fonte: elaborado no *software* ArcGIS, versão 10.2 (2013)

Para a realização das medições microclimáticas foram distribuídas quatro miniestações portáteis pelos onze pontos, posicionadas a 110 cm do solo (altura do abdômen), de acordo com a ISO 7726 (2005), que dispõe sobre as normas para as medições de variáveis físicas.

Os instrumentos que compõem cada miniestação são 01 termo-higro-anemômetro digital portátil, 01 datalogger, 01 termômetro de globo, 01 biruta, 01 tripé e 01 abrigo meteorológico (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição dos instrumentos utilizados nas medições microclimáticas

Item	Descrição	Quantidade
01	Termo-higro-anemômetro, modelo ITAN 7000, marca: Instrutemp	04
02	Hobo Data logger, modelo:U13, marca: Onset	04
03	Têrmometro de globo cinza, confeccionado com bola de pingue-pongue oficial pintada na cor cinza burguês ($\epsilon^1=0,9$), e sensor térmico modelo TMC20-HD, marca: onset	04
04	Biruta confeccionada com tecido TNT	04
05	Tripé ajustável, modelo: W7370, marca: V7	04
06	Abrigo meteorológico: confeccionado em pvc e papel paraná	04

Nota: ¹ e - emissividade

As especificações dos equipamentos obedecem às recomendações da ISO 7726 (2005), conforme descrito na Tabela 2.

A amostragem climática dos onze pontos pré-definidos subdividiu-se em dois dias subsequentes por campanha. Cada campanha foi realizada em uma estação do ano, de acordo com as características climáticas do município de Vitória, ou seja, no inverno (estação mais fresca), na primavera (estação intermediária) e no verão (estação mais quente), totalizando assim três campanhas de amostragem e seis dias de medições. Os dias de medições foram estruturados por trecho, sendo em um dia registrados os pontos contidos no Trecho A e no dia subsequente, os pontos pertencentes ao Trecho B.

Tabela 2 – Características requeridas e desejáveis dos instrumentos. Fonte: Adaptado de ISO 7726 (2005).

Variáveis	Faixa para conforto	Precisão para conforto	Faixa para estresse	Precisão para estresse
Temperatura do ar (tar)	10-40°C	Requerida $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ Desejada $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	-40-120°C	Requerida $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (0-50°C) Desejada $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$ (0-50°C)
Temperatura radiante (tm)	10-40°C	Requerida $\pm 2^{\circ}\text{C}$ Desejada $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	-40-150°C	Requerida $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (0-50°C) Desejada $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (0-50°C)
Velocidade do ar (Var)	0,05-1m/s	Requerida $\pm (0,05 + 0,05\text{V})$ Desejada $\pm (0,02 + 0,07\text{V})$	0,2-20m/s	Requerida $\pm (0,1 + 0,05\text{V})$ Desejada $\pm (0,05 + 0,05\text{V})$
Umidade absoluta (par)	0,5-3,0kPa	$\pm 0,15\text{kPa}$ (tar-tm<10°C)	0,5-6,0kPa	$\pm 0,15\text{kPa}$ (tar-tm<20°C)

A amostragem climática ocorreu às 12h no período de inverno e às 11h nos períodos de primavera e verão, em função do horário de verão adotado no Brasil de forma a garantir a similaridade temporal. O horário selecionado é o período de maior altura solar, evitando-se assim que as edificações formassem sombras e interferissem nas similaridades do fator visível de céu dos pontos, visto que as edificações possuem alturas diferentes. As miniestações portáteis permaneceram em cada ponto por uma média de 2 horas por dia de medição.

Para a obtenção de dados climáticos as miniestações foram posicionadas nos pontos fixos e móveis pré-definidos. Para o trecho A, as miniestações foram posicionadas nos pontos fixos A1, A3 e A5 e a miniestação dos pontos móveis se alternou do ponto A2 para o ponto A4. Para o Trecho B, as miniestações foram posicionadas nos pontos fixos B1, B3 e B5 e a miniestação dos pontos móveis foi alternada em sequência do ponto A2 para o A4 e depois para o A6.

Dessa forma a amostragem climática ocorreu em seis dias para os anos de 2013 e 2014 nos períodos descritos na Figura 4.

Tabela 3 – Períodos de amostragem climática

Campanha	Estação	Amostragem climática			
		Dias de medição	Horário	Trecho A	Trecho B
01	Inverno	02	12h	19/08/2013	20/08/2013
02	Primavera	02	11h ¹	25/10/2013	26/10/2013
03	Verão	02	11h ¹	25/01/2014	26/01/2014

Nota: ¹ Horário corrigido em função do horário de verão

Os registros de dados climáticos foram realizados por meio de fichas de dados climáticos, onde para cada ponto foram anotados os dias; horários; velocidades média e máxima do vento marítimo e do vento nordeste (direção predominante em Vitória); direção do vento mais forte (maior velocidade e maior frequência); temperatura mínima, média e máxima; taxa de umidade relativa mínima, média e máxima; temperatura de globo cinza (registrada automaticamente pelos *dataloggers*). Os valores da estação do aeroporto (CPTEC) foram usados como valores base das condições climáticas nos dias de medições.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise dos resultados, os dados foram organizados em resumos numéricos (estatística descritiva) de cada estação de amostragem, que sintetizam as médias obtidas de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e temperatura média radiante em cada um dos onze pontos.

Optou-se pela utilização de testes paramétricos (comparação entre médias) uma vez que em uma análise preliminar dos dados, as médias se mostraram mais representativas das condições climáticas de cada ponto. Especialmente no que diz respeito à velocidade do ar, por ser um parâmetro climático que sofre flutuações, as máximas e mínimas mascaram as condições mais frequentes e, portanto, as médias são mais representativas.

Para analisar o comportamento das variáveis climáticas é preciso ressaltar que existe uma relação de interdependência entre elas. Os resultados apontaram que na campanha de inverno, onde ocorre menor incidência de radiação solar, a velocidade do vento e a umidade relativa receberam maior influência das configurações urbanas (Tabela 4).

Foram registradas menores temperaturas nos pontos com maiores velocidades do ar, com exceção dos pontos B5 e B4, observando-se que o primeiro foi devido a menor incidência solar; e o segundo, por apresentar maiores valores de umidade relativa.

No trecho A, a umidade relativa foi inversamente proporcional a temperatura, com algumas exceções apresentando uma correlação maior com a ventilação no período de inverno. O mesmo aconteceu no trecho B onde, quanto maior a velocidade, maior umidade relativa, com exceção do ponto B4, localizado defronte a uma praça com densa vegetação.

Tabela 4 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas: inverno

Inverno									
Trecho A	Ta (°C)	RH (%)	v (m/s)	Tmrt (°C)	Trecho B	Ta (°C)	RH (%)	v (m/s)	Tmrt (°C)
CPTEC	22,6	66,5	6,1	–	CPTEC	22,8	68,5	5,9	–
A1	22,9	72,0	3,2	33,2	B1	25,4	69,7	3,6	33,1
A2	23	71,0	2,4	34,7	B2	25,9	65,5	3,2	32,7
A3	23,7	67,9	1,8	27,8	B3	27,3	64,3	2,2	34,6
A4	24,1	70,5	1,6	28,6	B4	26,9	65,3	1,6	32,0
A5	24,6	64,6	1,2	29,1	B5	26,3	62,5	2,1	32,3
–	–	–	–	–	B6	28,0	62,3	1,7	33,5

Legenda: Ta: temperatura do ar; RH: umidade relativa; v: velocidade do ar; Tmrt: temperatura média radiante

Na campanha da primavera foram registradas maiores velocidades de vento. O ponto B2 onde há a presença de vegetação de grande porte apresentou a menor temperatura e maior umidade relativa (Tabela 5). Nessa campanha a umidade relativa variou em função da temperatura, do vento e da presença de vegetação em fenômeno parecido com o ocorrido no verão.

Quanto à temperatura média radiante, no ponto B1 apesar da falta de sombreamento no horário de medição, dos materiais refletivos das pastilhas do prédio assim como de sua área de fachada e da proximidade com o asfalto, as maiores velocidades do vento registradas no trecho influenciaram significativamente nos valores dessa variável, principalmente nas estações de primavera e de verão.

Tabela 5 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas: primavera

PRIMAVERA									
Trecho A	Ta (°C)	RH (%)	v (m/s)	Tmrt (°C)	Trecho B	Ta (°C)	RH (%)	v (m/s)	Tmrt (°C)
CPTEC	30	54,5	3,1	–	CPTEC	29	60	3,6	–
A1	31,8	59,4	2,9	55,6	B1	29,0	60,8	3,0	51,0
A2	30,7	59,7	1,8	58,4	B2	30	60,2	2,8	47,9
A3	31,6	57,0	1,4	40,3	B3	32,2	53,2	2,3	52,7
A4	32	57,4	1,3	48,6	B4	31,6	55,0	1,3	50,9
A5	32,6	56,8	1,0	48,6	B5	32,7	54,6	1,9	50,3
–	–	–	–	–	B6	33,1	52,1	1,6	52,0

Legenda: Ta: temperatura do ar; RH: umidade relativa; v: velocidade do ar; Tmrt: temperatura média radiante

Na campanha de verão onde foram registradas menores velocidades de vento do que nas campanhas de inverno e primavera, o ponto A1 apresentou a maior temperatura, visto que houve ocorrência de maior incidência solar e menor umidade relativa (Tabela 6).

Para o Trecho B houve o registro de menor temperatura em B2, que possui maior umidade relativa, menor incidência solar que os outros pontos, com exceção de B5. Devido a maior

incidência solar, típica da estação de verão, foram registradas maiores temperaturas em B1 em relação aos demais, do que nas outras campanhas. Os valores de temperatura de B5 entre as campanhas variou principalmente em relação as velocidades de vento.

Em relação a temperatura média radiante o trecho B apresentou uniformidade na relação entre os pontos, apresentando maiores valores no ponto B3, que possui maior incidência solar, seguido pelo B6 que apresentou maiores temperaturas e menores velocidades nas 3 estações.

Tabela 6 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas: verão

VERÃO									
Trecho A	Ta (°C)	RH (%)	v (m/s)	Tmrt (°C)	Trecho B	Ta (°C)	RH (%)	v (m/s)	Tmrt (°C)
CPTEC	31		3,1	–	CPTEC	32		3,6	–
A1	35,9	51,0	1,8	55,6	B1	35,2	46,5	2,8	54,6
A2	35,3	54,4	1,3	60,7	B2	34,0	47,8	2,6	49,1
A3	32,9	61,1	1,0	46,3	B3	37,0	44,7	1,8	55,4
A4	35,2	52,3	1,0	50,7	B4	34,6	47,0	1,1	53,2
A5	35,6	50,1	0,9	51,5	B5	36,4	46,3	1,4	52,9
–	–	–	–	–	B6	37,2	41,0	1,3	55,0

Legenda: Ta: temperatura do ar; RH: umidade relativa; v: velocidade do ar; Tmrt: temperatura média radiante

Com o intuito de entender a relação entre a velocidade do ar, temperatura, umidade relativa e radiação (através da temperatura média radiante) foi testada a associação entre as variáveis climáticas mencionadas sem, no entanto, testar a interferência entre elas.

Para testar a associação entre as variáveis climáticas utilizou-se diagramas de dispersão para verificar a relação entre as variáveis climáticas. Os dados das variáveis para a confecção do gráfico de dispersão foram as médias de todos os pontos em todas as campanhas, apresentadas nas Tabelas 3, 4 e 5.

Para melhor visualização da correlação entre as variáveis foi confeccionada uma matriz de correlações com os gráficos de dispersão (Fig. 4). Cada linha do gráfico corresponde a uma variável climática que se relacionam entre elas nas colunas. Assim, por exemplo, as células coloridas representam a relação entre as variáveis temperatura e velocidade.

A correlação entre as variáveis climáticas, especialmente no ambiente urbano, depende de diversos fatores que irão interferir nessa relação, como os aspectos do ambiente construído – altura das edificações, afastamentos, dentre outros –, tornando complexa sua análise. Foram encontradas grandes correlações entre as variáveis temperatura e umidade relativa (R^2 0,9), assim como entre a temperatura e a temperatura média radiante (R^2 0,8). Ao encontro à literatura sobre o assunto, a maior associação entre as variáveis foi encontrada entre a temperatura e a umidade relativa, que apresentaram uma correlação negativa, ou seja, à medida que aumenta a temperatura, a umidade relativa diminui.

Apesar da complexidade de análise, foi possível observar uma relação de interdependência entre as variáveis, embora a relação entre elas não se apresente de forma linear. Essas considerações foram também evidenciadas nas pesquisas de Oke et al. (1999) para a Cidade do México, bem como de Gomes & Lamberts (2009) para Minas Gerais, que concluíram que as variáveis do balanço energético se relacionavam de forma complexa. O fato é que o vento, que apresentou menores correlação com as demais variáveis (R^2 0,1 e 0,2), apesar de não ser suficiente para explicar sozinho as variações de temperatura, umidade relativa e temperatura média radiante, possui um importante papel na equação do balanço das variáveis e em especial em relação ao conforto térmico.

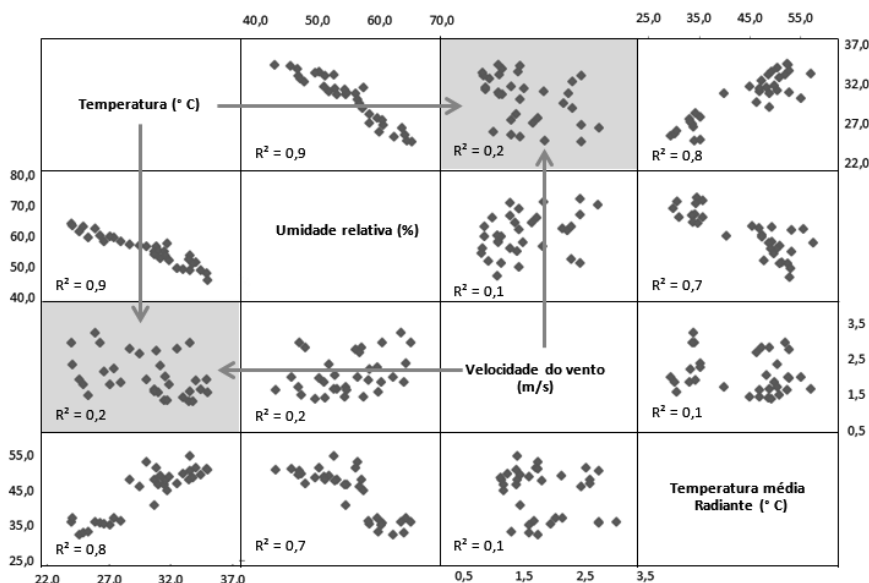


Figura 4 – Matriz de dispersão de variáveis

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados através da correlação entre as variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação (através da temperatura média radiante) em diferentes configurações urbanas apontam a importância da inter-relação entre as variáveis climáticas e construídas para a compreensão das ambiências térmicas urbanas.

Observa-se que a correlação entre as variáveis climáticas, especialmente no ambiente urbano, depende de diversos fatores interferirão nessas variáveis nos resultados, tornando complexa sua análise. No entanto, foi possível afirmar que ocorreu uma relação de interdependência entre as variáveis, apesar da relação entre elas não se apresentar de forma linear.

Necessário se faz destacar que para o entendimento do comportamento climático de dada localidade é necessária a associação entre as variáveis, e especialmente no ambiente urbano as características construídas tem importante papel na compreensão do fenômeno.

Reforça-se assim a importância do aprofundamento do tema através da realização de estudos climáticos que visam entender a dinâmica do ambiente físico urbano e os fatores que afetam o conforto ambiental urbano na busca por melhores condições de qualidade de vida nas cidades. Para que assim, a partir das considerações decorrentes do estudo da temática se possam criar meios de controle para as alterações das estruturas físicas e funcionais da cidade e se possa construir cenários urbanos mais sustentáveis.

6 AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pela CAPES – Coordenação de Pessoal de Aperfeiçoamento de Nível Superior, e insere-se no contexto dos trabalhos da rede URBENERE apoiado pelo CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo.

REFERÊNCIAS

Alcoforado, Maria J.; Lopes, Antônio; Andrade, Henrique; Vasconcelos, Lopes 2006. Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa. Lisboa: *Universidade de Lisboa*.

Andrade, Henrique 2005. O clima urbano – natureza, escalas de análise e aplicabilidade. FINISTERRA XL(80): 67-91.

Assis, Eleonora A. 2005. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: *8º Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, Maceió.

Gartland, Lisa 2010. *Ilhas de calor*: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos.

Gomes, Patrícia S.; Lamberts, Roberto 2009. O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso Monte Carlos, MG. *Ambiente construído*, Porto Alegre.

International, Organization For Standardization 1998. *ISO 7726* - Ergonomics of the thermal environment: Instruments for measuring physical quantities.

International, Organization For Standardization 2005. *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.

Kenny, Natasha A.; Warland, Jon S.; BROWN, Robert D., GILLESPIE, Terry G.2008. Estimating the radiation absorbed by a human. *International Journal of Biometeorology*, v. 52.

Mascaró, Lúcia 2004. *Ambiência Urbana*. 2ª edição Porto Alegre: + 4 Editora.

Monteiro, Carlos A. F.; Mendonça, Francisco 2003. *Clima Urbano*. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

Nikolopoulou, Marialena 2004. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. Grecia: CRES.

Oke, Timothy R.; Spronken-Smith, Rachel., JAUREGUI, Ernesto; GRIMMOND, Christine S.B. 1999. The Energy balance of Central Mexico City During the Dry Season. *Atmospheric Environment*, v. 33.

Oliveira, Paulo M. P. 1988. Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Dissertação de Mestrado – *Instituto de Arquitetura e Urbanismo*, Universidade de Brasília: Brasília.

Ruas, Álvaro C. 1999. *Conforto térmico nos ambientes de trabalhos*. Fundacentro.