

Unidades climáticas urbanas: o caso da Ilha do Governador-RJ

Edson Soares Fialho¹

RESUMO: O presente trabalho tem como intuito contribuir para os estudos de clima urbano, através da investigação do campo térmico da Ilha do Governador-RJ, a partir do método de transetos móveis, realizados em duas estações sazonais distintas (verão e inverno) em três momentos do dia (6h00min, 13h00min e 21h00min). Esses dados, por sua vez, foram a base para a elaboração de uma

carta de unidades topoclimática urbanas, que seguiu a orientação da proposta utilizada e desenvolvida por Brandão (1996), na cidade do Rio de Janeiro, e Tarifa e Armani (2001), na cidade de São Paulo, que integraliza as informações climáticas (temperatura do ar, umidade relativa e direção e intensidade do vento) e os fatores geoecológicos (posição geográfica, orientação de vertentes e altitude).

PALAVRAS-CHAVE: Campo térmico. Ilha do Governador. Clima urbano e Unidades climáticas urbanas.

I. PRÓLOGO

Durante os anos de 1998 e 2002, desenvolvi pesquisas no projeto de mestrado *Análise temporoespacial do campo térmico na Ilha do Governador-RJ em episódios de verão e inverno*, sob a orientação da professora Ana Maria de Paiva Macedo Brandão, no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Esse projeto objetivava compreender a dinâmica espacial e temporal do campo térmico e a relação entre o uso da terra e os aspectos geoecológicos, porém sua contribuição maior foi para a definição das unidades topoclimáticas para a Ilha do Governador, que, segundo o estudo de doutoramento desenvolvido pela professora Ana Brandão, identificou a mesma área como uma unidade mesoclimática dentro do município do Rio de Janeiro. Depois de 10 anos da finalização da pesquisa, hoje, após terminar o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo (USP), tenho a felicidade de poder revisitar este trabalho e rever algumas ideias e posições tomadas, assim como participar da

¹Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: fialho@ufv.br

discussão da taxonomia climática e da contribuição da climatologia geográfica para o planejamento urbano.

2. INTRODUÇÃO

A despeito da sua importância para o município do Rio de Janeiro, a Ilha do Governador (Figura 1) localiza-se no extremo leste do mesmo, precisamente na Baía de Guanabara. Apresenta uma população de 197.756 habitantes, distribuídos em 14 bairros, numa área de 37,9 km². Esses dados correspondem a 3,6% da população da cidade, com uma densidade demográfica de 52,2 hab/ha para uma área urbanizada de cerca de 12 km². O uso da terra é predominantemente residencial (54.550 domicílios), apresentando também uma área de 22 comunidades carentes, totalizando uma população de 52.952, ou seja, 26,7% da população ilhéu.

Quanto à infraestrutura de serviços urbanos, apresenta 94,0% dos domicílios ligados à rede geral de água canalizada e 89,0% dos domicílios ligados à rede geral de esgoto. Essas características permitiriam dizer que a área de estudo é compatível a uma cidade de porte médio do ponto de vista estrutural e de suas funções urbanas (RUSSO, 1997, p. 90), porém é apenas parte integrante da mancha urbana do município. Além dessas características, o espaço geográfico insularo registra um intenso fluxo de veículos, que utilizam as duas vias principais que conduzem à única saída, por meio da ponte Brigadeiro Trompowsk, inaugurada em 31 de janeiro de 1949.

Com base na problemática em questão, é provável que no plano das hipóteses que o core da ilha de calor se localize nos bairros de maior concentração de comércio e serviços, grande fluxo de veículos e congestionamentos. Como o fluxo de pessoas e veículos se altera ao longo do dia e dos meses, é possível que a ilha de calor apresente também uma mobilidade espacial diária em situações sazonais distintas.

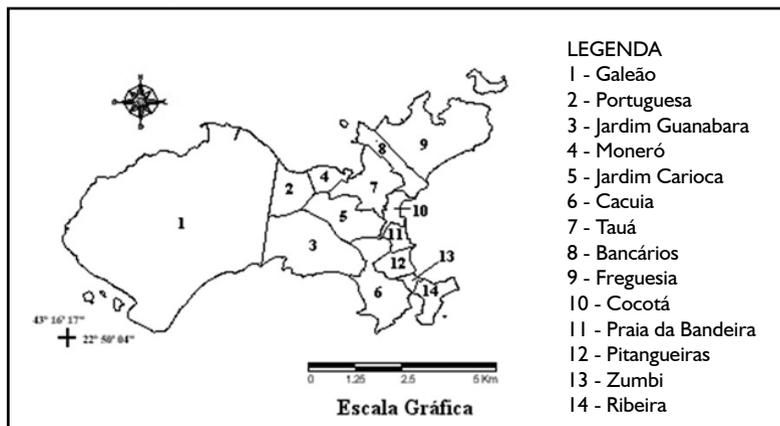
Em relação à caracterização climática regional, a área de estudo situa-se na faixa intertropical, localizada entre as montanhas e o mar da região Sudeste, e apresenta um clima tropical úmido, com duas estações bem definidas. A posição interior no recôncavo da Guanabara favorece a invasão frequente do anticiclone polar móvel, cujas propriedades, em contato com a massa tropical atlântica, determinam ocorrência de chuvas, mais notadamente no verão.

Quando da chegada do anticiclone polar, a circulação sofre uma alteração de direção dos ventos do quadrante norte, em virtude do predomínio da massa tropical atlântica, para su-sudeste ou su-sudoeste, dependendo da trajetória da frente fria. Sua influência é intensificada pela posição leste-oeste do litoral fluminense e pela orografia, com orientação noroeste-sudeste, que acaba servindo de anteparo aos avanços meridionais, provocando a ascendência forçada do ar, o que acaba provocando a formação de chuvas, ou, quando muito, a deposição de umidade nas vertentes a barlavento das encostas dos maciços litorâneos (NIMER, 1989, p. 269; FIALHO, 1998, p. 12).

A Ilha do Governador também sofre influência das brisas marinhas e

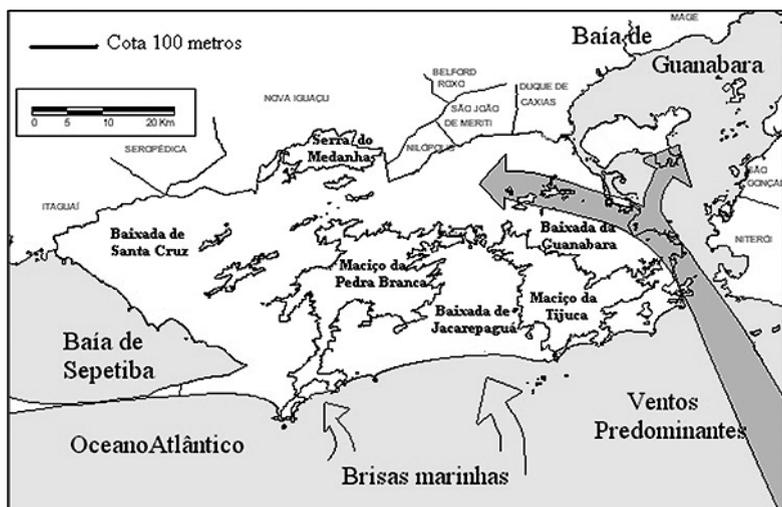
terrestres. Os ventos dominantes na cidade, ao penetrarem na Baía de Guanabara, sofrem desvios para a esquerda, pelo maciço da Tijuca, assumindo a componente leste, percebido no subúrbio e no centro da cidade do Rio de Janeiro (Figura 2) e de sudeste na porção sul da Ilha do Governador, onde fica situada a estação climatológica do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro (AIRJ).

Figura 1. Localização dos bairros situados na Ilha do Governador



Fonte: Adaptado do CD-ROM Atlas Rio do Instituto Pereira Passos (1998).

Figura 2. Direção dos ventos locais (brisas) na cidade do Rio de Janeiro



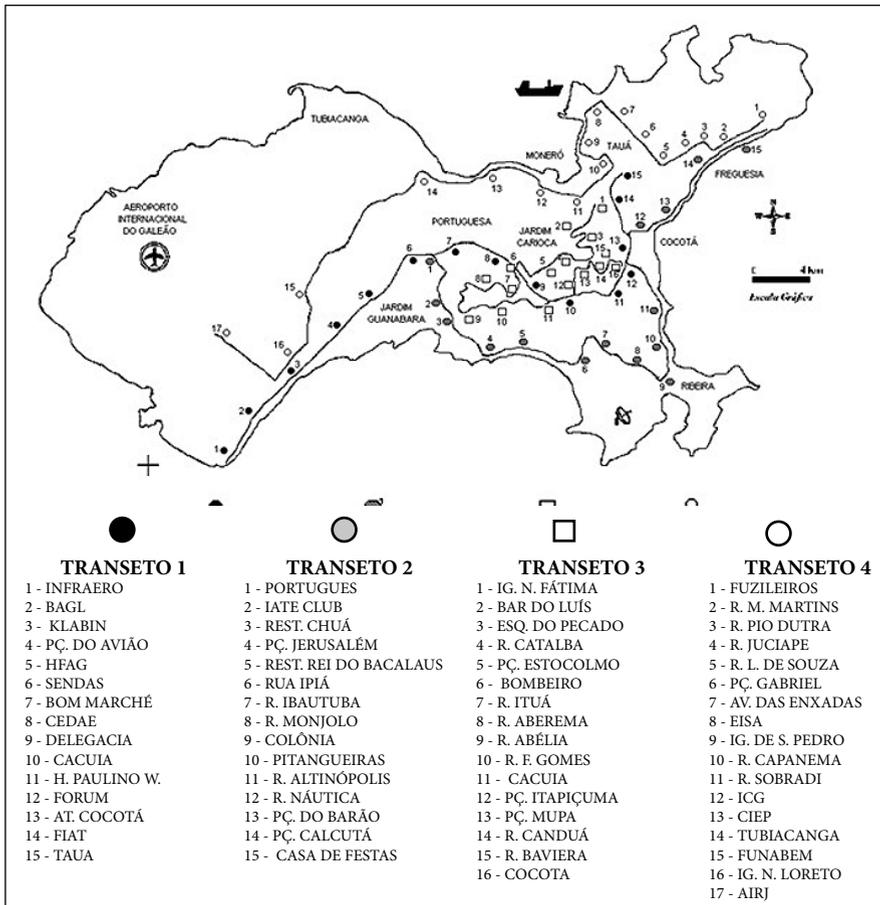
Fonte: Fialho (2002, p. 42).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção dos dados térmicos foi realizada por meio de medidas móveis feitas em 10/3/1999 e 18/8/1999 em três momentos distintos: às 6h00min, 13h00min e 21h00min. A seleção dos segmentos transversais procurou respeitar as características do sítio, onde 4 transetos foram definidos (Figura 3).

O transeto I, sentido oeste–nordeste, contemplou 15 áreas amostrais, num percurso de 9,5 km. O transeto II, com sentido noroeste–leste, margeou a linha da praia, englobando também 15 pontos, totalizando 10,5 km. O transeto III, com sentido nordeste–sudoeste, abarcou 16 pontos, com 9,0 km. E o transeto IV, de sentido leste–oeste, percorreu a orla da porção setentrional da Ilha do Governador, totalizando 17 pontos em 12,5 km.

Figura 3. Localização dos pontos de mensuração de campo, a partir dos 4 transetos móveis



Procurando na literatura informações quanto à metodologia adotada em experimentos móveis, constatou-se que não há consenso quanto à velocidade do veículo, ao tempo gasto no percurso e à altura do sensor junto ao automóvel. Alguns autores, como Tavares et al. (1995), utilizando termistores NTC 150 R 10 acoplados a multímetros digitais, desenvolveram uma velocidade entre 20 e 30 km.h-1 em um trajeto de no máximo 20 minutos, mas não se pronunciaram sobre a altura do sensor em relação à superfície. A velocidade adotada se situou em torno de 30 km.h-1 em virtude da grande sensibilidade do multímetro, evitando assim interferência na leitura dos dados.

Ripley et al. (1996) estipularam uma velocidade de 15 km.h-1 e 1,5 m para altura do sensor para um transeto com 110 pontos, enquanto Eliasson (1996) recomenda uma velocidade que não exceda 50 km.h-1 e 2 metros para a altura do sensor, com 16 pontos por transeto.

Para a cidade do Rio de Janeiro, este tipo de levantamento dos transetos móveis já vem sendo desenvolvido desde 1994 pelo Laboratório de Climatologia Geográfica e Análise Ambiental (Climageo). Os primeiros resultados foram publicados por Brandão (1996) em sua tese de doutorado, em que analisa o campo térmico da cidade. Desde então, outros estudos vêm sendo desenvolvidos em bairros como Bangu (LUCENA; BRANDÃO, 2000), Méier (AZEREDO; BRANDÃO, 2000) e Copacabana (MALHEIROS; BRANDÃO, 2001). Em linhas gerais, as normas utilizadas para as mensurações utilizam o sensor de temperatura digital TEMPEC, protegido por um tubo de PVC (no sentido transversal ao carro), acoplado a um veículo, a uma altura de 1,5 m em relação à superfície. A velocidade empregada oscila em torno de 40 km.h-1.

Porém, nesse trabalho, ao realizarem-se alguns testes em estradas e ruas movimentadas dos bairros que compõem a Ilha do Governador, observou-se que a velocidade média de 50 km.h-1 era o limite aceitável, tanto para não atrapalhar o trânsito na hora de maior fluxo de veículos e não influenciar negativamente no comportamento do sensor.

Quanto à altura do sensor, optou-se por 1,5 m, seguindo as recomendações adotadas pelo Climageo. Em relação aos horários das leituras de temperatura, eles foram definidos para três momentos do dia: das 6h00min às 7h00min, das 13h00min às 14h00min e das 21h00min às 22h00min.

Após esta etapa, passou-se à fase da elaboração da carta topoclimática, utilizando-se como base a proposta desenvolvida por Brandão (1996) e Tarifa e Armani (2001). Nesta etapa, o trabalho procurou associar aspectos decorrentes da ação humana no sítio urbano que servem como controladores climáticos urbanos, tais como uso da terra, densidade populacional, áreas verdes e fluxo de veículos. Nos experimentos de campo (temperatura do ar, umidade relativa e direção e intensidade do vento), as informações foram obtidas sob situações sinóticas de massa tropical atlântica e polar atlântica, respectivamente, e fatores geoecológicos (posição geográfica, orientação de vertentes e altitude).

Apesar de a delimitação espacial das unidades climáticas ser o resultado integrado dos aspectos geoecológicos, urbano e climáticos, o elemento de definição

foi a temperatura do ar, baseado nas informações dos experimentos de campo móveis, por estas apresentarem um maior número de pontos de medidas. Por conta disto, assumindo que as informações térmicas obtidas nos experimentos de verão e no inverno sejam representativas para ambas as estações do ano, foi calculada a média aritmética da temperatura média para os 63 pontos de leitura móvel, por meio de 4 transetos. E com estas foram estipuladas as unidades topoclimáticas.

Por unidade topoclimática, este trabalho entende que o que hierarquicamente é uma sub-unidade do mesoclima, mas como usualmente essa terminologia era mais empregada em estudos de áreas “naturais”, o mesmo pode ser compreendido por outros autores como acima do local, tanto assim que a utilização dessa noção de unidade topoclimática é entendida a partir da língua alemã como lugar diferenciado pela topografia.

Baseando-se na classificação taxonômica da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano proposta por Monteiro (1976) e Brandão (1996), um novo sentido, mais voltado ao ambiente urbano da categoria topoclimática, foi cunhado, já entendendo o “topo” como lugar diferenciado (sentido grego). Dentro dessa discussão, procurou-se seguir uma coerência, uma vez que a cidade do Rio de Janeiro foi também palco de estudos de clima urbano desenvolvidos por Brandão (1996). Segundo a autora, a cidade do Rio de Janeiro, enquadrada na escala do local, apresenta 5 unidades mesoclimáticas, dentre elas a Ilha do Governador.

4. ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO EM SITUAÇÃO SAZONAL DE VERÃO

O campo térmico na Ilha do Governador, em situação de verão, às 6h00min (Figura 4) apresentou uma espacialização que mostra a área central, local mais densamente urbanizado, com as menores diferenças de temperatura do ar em relação às extremidades da Ilha, que alcançam uma intensidade de 3,4°C.

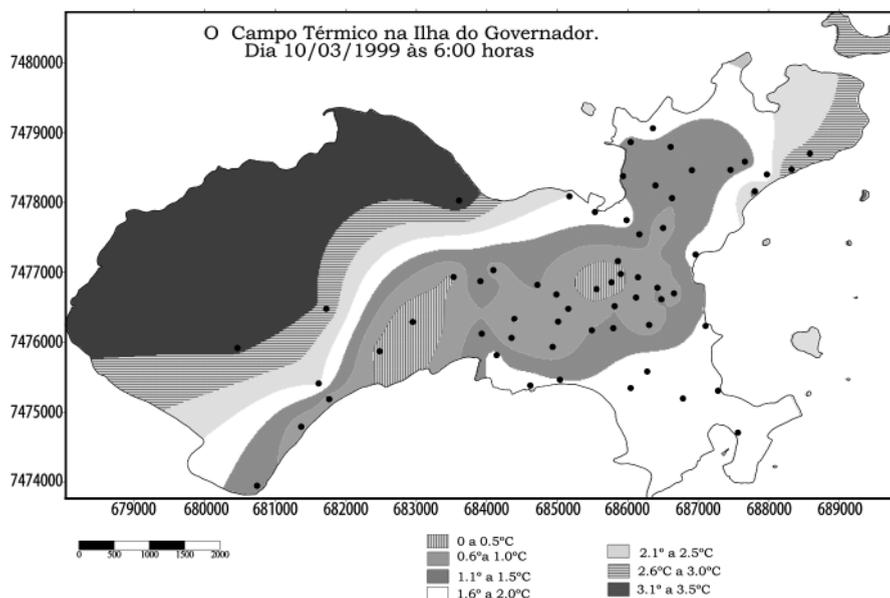
O core da ilha de calor se localiza à oeste: o primeiro na Estrada de Tubiacanga, próximo à Funabem, e segundo com 3,1°C, próximo à concessionária de carros (Localiza), nas imediações do AIRJ, ambos integrando o transeto IV (Freguesia–Galeão).

O mesmo pode ser verificado para a ilha de frescor, situada ao sul, e para a parte mais elevada (85 metros de altitude). O primeiro encontra-se ao longo de um trecho da Estrada do Galeão, compreendido entre a Praça do Avião, próximo ao Colégio Brigadeiro Newton Braga (CBNB) e o Colégio Cenecista Capitão Lemos Cunha (CCLC). Nesse trecho se encontra uma das maiores e mais preservadas áreas de vegetação contínua da área de estudo. O segundo núcleo se dá na porção central, cuja altitude alcança 85 metros, mais exposta à ação dos ventos, situado no bairro do Jardim Carioca.

Às 13h00min, a configuração do campo térmico apresenta uma mudança substancial (Figura 5). O core se desloca para o bairro do Jardim Carioca, na porção central, onde atinge uma intensidade de 4,5°C (encostas a sotavento e no

topo da colina). Esse núcleo, ao longo da manhã, apresentou uma taxa de aquecimento da ordem de $1,2^{\circ}\text{C.h}^{-1}$, enquanto os demais pontos registraram um valor não superior de $0,7^{\circ}\text{C.h}^{-1}$. A porção oeste ainda se mostrava mais aquecida, mas com uma intensidade menor, cerca de $2,6^{\circ}\text{C}$ no ponto de menor registro térmico, e uma diferença de $1,4^{\circ}\text{C}$ em relação ao core da ilha de calor, localizada na cota

Figura 4. Mapeamento do campo térmico da Ilha do Governador no dia 10/3/1999 às 6h00min



altimétrica de 75 metros.

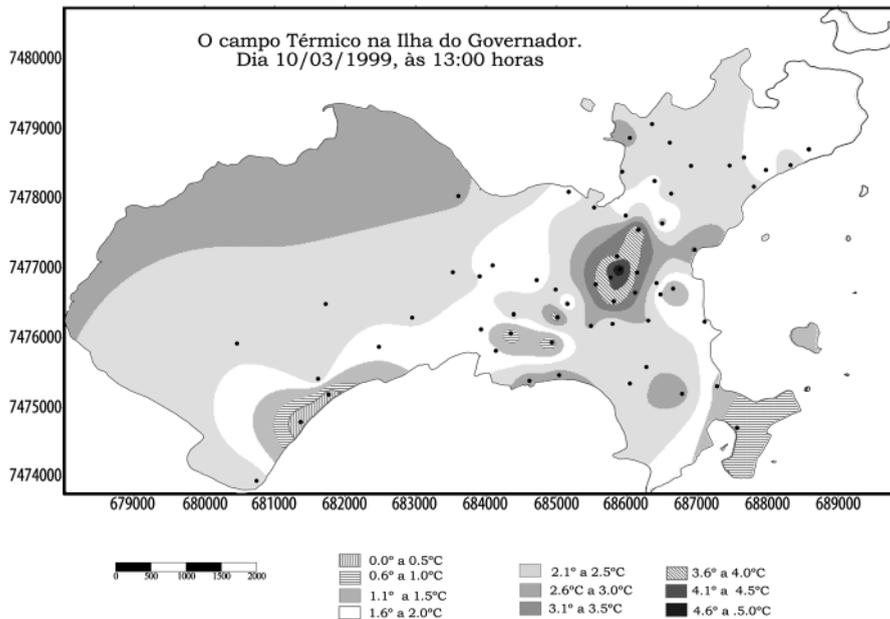
A localização da ilha de frescor verificada no primeiro horário desapareceu, uma vez que o fluxo de veículos aumentou. Nesse horário, o núcleo de frescor ficou compreendido entre o início da Estrada do Galeão e a Lavanderia Klabin, próximo ao pier da praia de São Bento. Nesse trecho, a estrada é paralela à Baía da Guanabara, não sendo encontrado obstáculos à ação da brisa marítima. O segundo núcleo compreende o alto do Jardim Guanabara, que mostrou uma diferença de $4,5^{\circ}\text{C}$ do core da ilha de calor.

Cabe salientar que o bairro do Jardim Guanabara, próximo ao Relógio do Cacuia, na Estrada da Cacuia, como também ao longo dos pontos da praça Jerusalém e na altura do restaurante Rei do Bacalhau, na Estrada da Bica, onde há um intenso fluxo de veículos, no decorrer do dia registrou núcleos secundários de ilha de calor, com intensidade de $2,8^{\circ}\text{C}$. De uma maneira geral, observa-se que a distribuição das ilhas de frescor ratifica o papel imprescindível do fator geoecológico (topografia e brisa marítima), como amenizadores, daí sua posição predominantemente ao sul

e sudeste, beneficiadas pela ação desses fatores.

Às 21h00min (Figura 6), apesar de a ilha de calor se manifestar com menor intensidade (2,0°C), a configuração espacial do campo térmico acompanhou o sentido sudoeste–nordeste. O core se localizou a sotavento das colinas do Jardim

Figura 5. Mapeamento do campo térmico da Ilha do Governador no dia 10/3/1999 às 13h00min



Carioca, nas proximidades da Igreja Nossa Senhora de Fátima com 2,5°C em relação ao ponto situado na rua Monjolos na Ribeira. Esta configuração coincide com as áreas de maior fluxo de veículos de adensamento urbano.

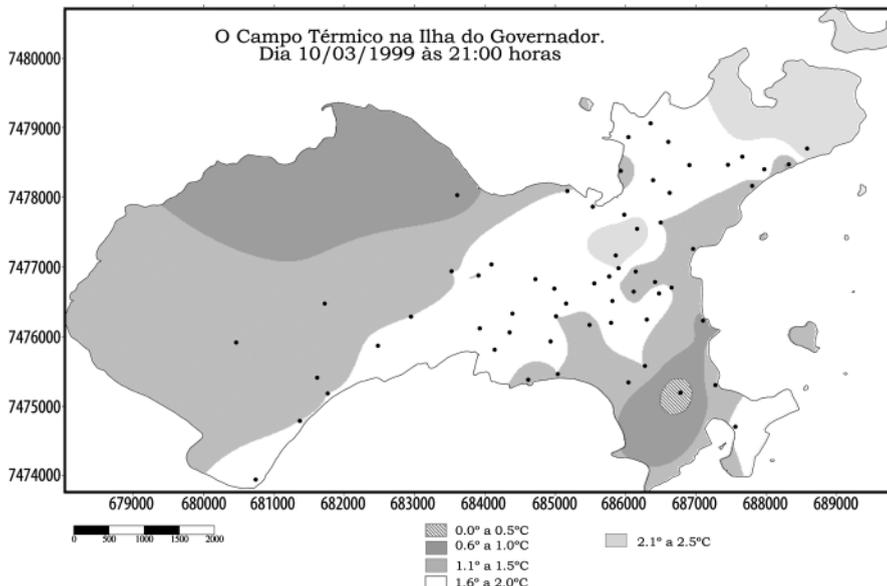
Infelizmente, não foi possível medir a intensidade do vento ao longo dos transetos, mas, de acordo com as informações da estação meteorológica do Galeão, o vento neste horário das 21h00min tinha uma velocidade de 1,8m.s-1 ou 7,4km.h-1, com direção sudeste, o que nos leva ao intuito da condição de ventos fracos, ressaltando o pulsar do meio intraurbano.

Em linhas gerais, fica evidente a mobilidade espacial do core da ilha de calor pela manhã, enquanto as localidades oeste, sudeste e nordeste já apresentavam temperaturas elevadas. No horário da tarde, verifica-se uma transição, em que o núcleo de maior intensidade fica situado na porção centro–norte, e a porção oeste continua a apresentar um núcleo de ilha de calor de menor intensidade. À noite, define-se a inversão espacial, associada ao retardamento da perda de energia acumulada durante o dia.

5. ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO EM SITUAÇÃO SAZONAL DE INVERNO

Assim como no verão, as mensurações de campo no inverno na parte da manhã encontram uma distribuição espacial da temperatura do ar muito semelhante, porém dessa vez a porção leste apresentou as maiores temperaturas (Figura 7). Nesse mesmo horário, conforme a estação meteorológica do AIRJ, o ventos regionais

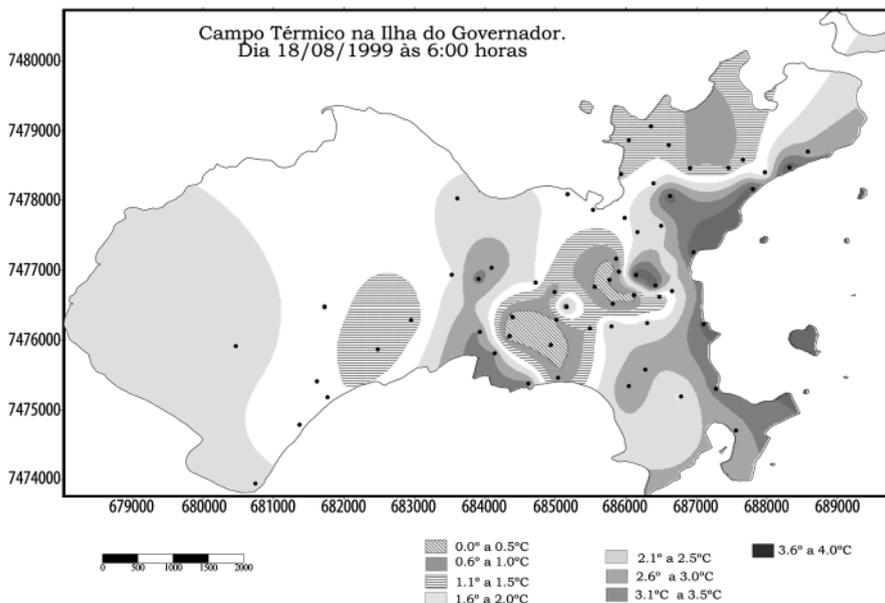
Figura 6. Mapeamento do campo térmico da Ilha do Governador no dia 10/3/1999 às 21h00min



predominantes eram do norte, com velocidade inferior a 1.5m.s⁻¹. Esta condição pode ter favorecido o fenômeno da ilha de calor em todo o setor leste e sul da Ilha do Governador, locais de grande adensamento urbano, ao mesmo tempo que pode ter auxiliado o maior resfriamento noturno na porção norte-oeste, voltada para o fundo da Baía da Guanabara, locais de baixo índice de construções e por consequência mais abertos, facilitando a dissipação da energia armazenada durante o dia.

No verão, esses mesmos locais, diferentemente do inverno, foram os mais aquecidos, em virtude de a radiação solar ser mais intensa e prolongada. Isso faz com que o período de aquecimento da superfície seja maior no verão, acarretando uma maior temperatura em áreas de baixa densidade construída ao longo das primeiras horas do dia, por facilitar a chegada de radiação à superfície, como também a sua perda. As áreas mais densamente construídas retardam a dissipação do calor, armazenando-o por mais tempo, vindo a favorecer a mudança do local das áreas mais aquecidas.

Figura 7. Mapeamento do campo térmico da Ilha do Governador no dia 18/8/1999 às 6h00min



Nas ilhas de frescor, além dos núcleos coincidirem com as áreas de predomínio de vegetação e com as localizadas em cotas altimétricas superiores a 70 metros, surgem mais dois núcleos, relacionando ao campo térmico de verão, a saber: o alto do Jardim Guanabara e a porção nordeste, entre os bairros do Bancários e da Freguesia, próximo a uma área de floresta densa, situada dentro do Batalhão dos Fuzileiros Navais.

Às 13h00min (Figura 8), foram identificados o núcleo de maior intensidade de ilha de calor situado na porção nordeste com 5,5°C, no bairro do Tauá, e três núcleos secundários, cuja intensidade máxima ficou abaixo de 4,5°C. Estes núcleos estavam localizados no AIRJ (4,1°C), no Moneró indo até a Portuguesa (3,7°C) e por fim ao longo da Estrada da Cacuia (3,7°C). Todos situados na porção norte-oeste.

Dentre os locais de maior aquecimento, verifica-se que três dos quatro estão inseridos na área urbana mais densamente ocupada, ao longo dos vales principais. No caso do Tauá, no vale da Estrada Paranapuã; no Cacuia, na Estrada da Cauia; e na Portugues e Moneró, na Estrada do Galeão e Estrada do Dendê. Essas vias circundam a colina do Jardim Carioca, em cujo topo se encontra uma ilha de frescor, além desse ponto, o alto do Jardim Guanabara, situado nas imediações da rua Aberema, e a porção setentrional da praia da Guanabara, próxima da base dos Fuzileiros Navais.

De maneira geral, observa-se no mapeamento do campo térmico uma divisão bastante peculiar, uma voltada para a porção norte-oeste mais aquecida e a outra para o sul-sudeste-leste, localizando uma área mais amena, compreendida

entre a Estrada do Galeão, na altura da Infraeo, até a Casa Show (Portuguesa), onde
Figura 8. Mapeamento do campo térmico da Ilha do Governador no dia 18/8/1999 às 13h00min

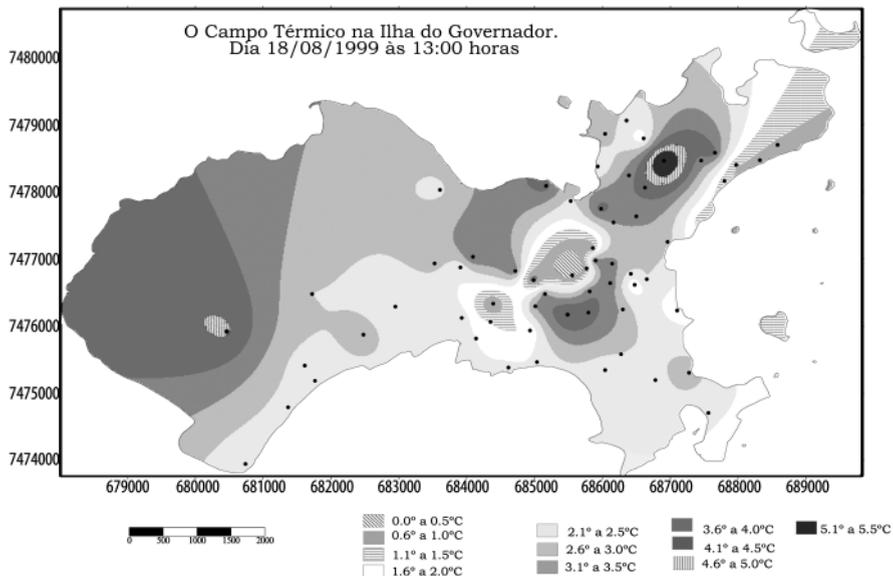
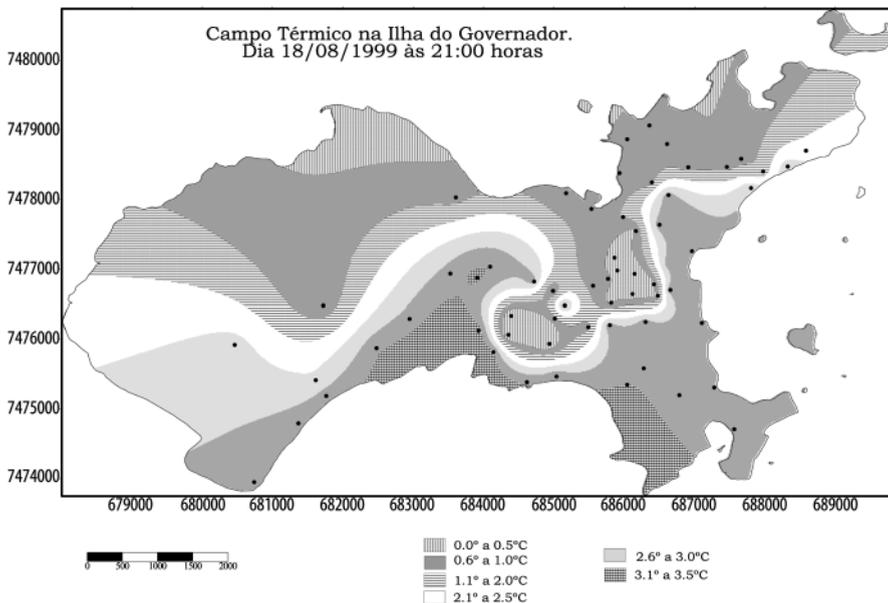


Figura 9. Mapeamento do campo térmico da Ilha do Governador no dia 18/8/1999 às 21h00min



é interrompida, depois reaparece nas proximidades da rua Monjolos (Cacua) até a rua Altinópolis (a nordeste), interrompida na rua Náutica, no bairro do Cocotá, voltando a reaparecer na Praça do Barão até o final do bairro da Freguesia.

Como se verifica na Figura 9, o limite desta área mais amena, via de regra, não ultrapassa o vale da Estrada do Galeão, exceto na porção central, onde há um extravasamento desse limite em direção ao Estalerio EISA, localizado no bairro do Moneró.

Essa configuração espacial demonstra a maneira nítida da influência dos ventos sobre a malha urbana. No período das 13 e 14 horas, a direção predominante era de sul-sudeste, com intensidade de 2,5 m.s-1, estando muito diferente do período da manhã, com ventos e direção norte e de intensidade inferior a 1,5 m.s-1, propiciando a localização dos cores da ilha de calor no litoral leste. A intensidade máxima no horário noturno foi verificada ao longo da rua Cambaúba e rua Ipuá, próximo ao Cacua, com core de 3,2°C. Observando mais detidamente a Figura 9, o núcleo da ilha de calor é mais pronunciado na porção sul-sudeste-leste, igual ao período da tarde, sendo mais amena, mas diferente da configuração identificada no verão, que se estendia no sentido sudoeste-nordeste, com intensidade de 2,0°C, enquanto as áreas mais frias se localizaram nas partes mais elevadas e na porção centro-norte-nordeste-oeste. Esta espacialização pode estar associada à grande atividade humana e ao índice de calor específico dos materiais de construção utilizados nos adensamentos urbanos, que liberam com mais dificuldade o calor armazenado ao longo dia.

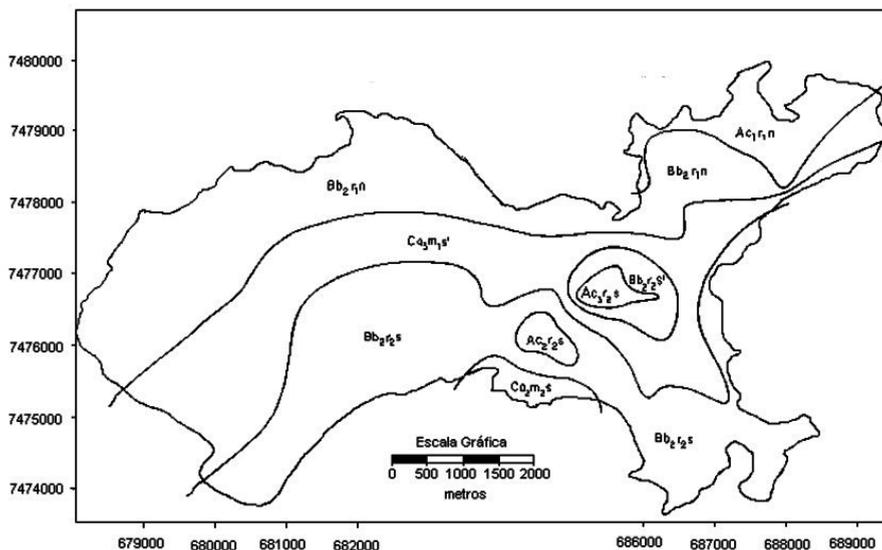
A conformação do segundo núcleo de maior intensidade segue a Estrada do Galeão e a Estrada da Cacua, até o supermercado do Tauá, locais de grande fluxo de veículos e atividades comerciais ao longo do dia.

6. AS UNIDADES TOPOCLIMÁTICAS NA ILHA DO GOVERNADOR

Na elaboração do cartograma das unidades topoclimáticas, que teve como base as informações obtidas em campo associadas aos dados humanos e geoecológicos, foi possível identificar três unidades denominadas: A, B e C.

A unidade **A** ficou sendo definida como a área de temperaturas mais amenas, entre 23,0°C a 23,9°C, localizada no alto das colinas centrais e na extremidade nordeste. A unidade **B**, uma área intermediária, com temperaturas entre 24,0°C e 24,9°C, situada ao longo do litoral. E a unidade **C**, com valores superiores a 25,0°C, localiza-se ao longo das vias principais de maior tráfego de veículos. As feições climáticas, conforme os aspectos antrópicos e naturais, mostraram que a inserção de áreas em localidades distintas dentro da mesma unidade topoclimática teve sua origem motivada por fatores distintos. Com base na Figura 10 e Tabela 1, observa-se uma nítida influência das brisas na definição da unidade B. Essa tem sua atuação na porção meridional (Bb_2r_1s), e se inicia nas proximidades da Infraero e Galeão Velho, próximo das pontes Nova e Brigadeiro Trompowisk até a porção leste. Dentro dessa mesma unidade (Bb_2r_1s), foram identificadas duas outras. A primeira ($Cc2m2s$), identificada como Uni-

Figura 10. Mapa das unidades topoclimáticas na Ilha do Governador-RJ



dade C, situada entre o restaurante Chuá até o fim da Estrada da Bica. Esta se diferenciou, primeiramente, pelas temperaturas mais elevadas, registradas no local, ao longo dos experimentos de campo. A justificativa para o encontro dos registros térmicos elevados, situada em grande parte ao longo da praia, local influenciado pela ação dos ventos, decorre da atividade antrópica e concentração de atividades comerciais, associada a prédios residenciais de 3 pavimentos, que bloqueiam a ação da brisa.

As áreas de lazer situadas nesse trecho, como a praça Jerusalém em frente a Igreja Nossa Senhora da Conceição, não servem nem como ambientes amenizadores da temperatura, visto que não têm um bom sombreamento, pelo fato de a arborização ser deficitária. Por causa disso, grande parte do dia a praça fica “deserta”, servindo apenas como balão de retorno para carros e ônibus e estacionamento.

No segundo enclave, situado acima da cota altimétrica 60 metros – unidade A ($Aa_3 r_2 s$) – os registros de temperatura foram menores. A diferença térmica, em relação à estrada da Bica, chegou a alcançar até 3,0°C entre o ponto 5 do transeito 2 (Rei do Bacalhau, situado na Estrada da Bica) e o ponto 8 do transeito 3 (Rua Francisco Gomes), às 6 horas da manhã do dia 18 de agosto de 1999. Essa unidade fica compreendida dentro do circuito estabelecido entre as ruas Ituá, Abélia, Aberema e Francisco Gomes. O fato de essa área ser mais amena, não é explicado pela menor densidade demográfica, que em ambos locais é elevada, embora nessa última haja o predomínio de edificações de até dois andares, com quintais grandes, e sim pela ação dos ventos, facilitada pela altitude, mesmo que modesta, mas suficiente para não oferecer obstáculos, pois o alinhamento das ruas segue o alinhamento das curvas de nível.

Tabela I. Quadro explicativo do cartograma de unidades topoclimáticas na Ilha do Governador

Feições topoclimáticas individualizadoras, conforme ação antrópica e natural sobre o sítio						
Unidades topoclimáticas	Temperatura do ar	Taxa de resfriamento	Densidade demográfica	Uso da terra	Direção e velocidade do vento	Sub-unidades topoclimáticas
A	A	a	2	r1	s	Aa2r1s
	A	a	3	r2	s	Aa3r2s
	A	a	1	r1	n	Aa1r1n
B	B	b	1	r1	n	Bb2r1n
	B	b	2	r2	s'	Bb2r2s'
	B	b	2	r2	s	Bb2r2s
C	C	c	3	m1	s'	Cc3m1s'
	C	c	2	m2	s	Cc2m2s

Legenda:

Temperatura do ar A - 23.0°C - 23.9°C B - 24.0°C - 24.9°C C - 25.0°C - 25.9°C	Taxa de resfriamento a - 0.51 - 0.60°C ^{-h} b - 0.61 - 0.70°C ^{-h} c - 0.71 - 0.80°C ^{-h}
Densidade demográfica 1 - > 5.000 hab/km ² 2 - 5.001 - 10.000 hab/km ² 3 - < 10.001 hab/km ²	Uso da terra (predominante) r1 - residencial com 1 andar r2 - residencial entre 2e 3 andares. m1 - misto (comercial e residencial entre 1 e 2 andares). m2 - misto (comercial e residencial entre 2 e 3 andares).
Direção e velocidade do vento n - direção predominante do quadrante norte, com intensidade entre 0 e 2 (Escala Beaufort). s' - direção predominante do quadrante sul, com intensidade entre 0 e 2 (Escala Beaufort). s - direção predominante do quadrante sul, com intensidade entre 2 e 4 (Escala Beaufort).	

Outra localidade, também enquadrada dentro da unidade A, diferentemente das anteriores, não se localiza nas colinas centrais, mas no extremo nordeste, onde se situa o Batalhão dos Fuzileiros Navais. O motivo não é a ação dos ventos, mas a densidade populacional menor, associada a uma maior cobertura vegetal. O limite dessa área é bem nítido, começando na beira praia (próximo à Pedra da Onça), depois segue a rua Comendador Bastos e a Magno Martins. Essas ruas delimitam a

unidade A (Aa_1r_1n), na porção nordeste da Ilha do Governador.

A porção setentrional, embora pertencente à unidade B (Bb_2r_2n), se estendendo desde o ponto final de ônibus do 328 (Bananal-Castelo, 910 (Bananal-Madureira) e M93 (Bananal-Castelo/Via Linha Vermelha), segue pela rua Comendador Bastos e pela Magno Martins, abrange grande parte do bairro do Bancários, continua margeando o bairro do Jardim Carioca a sotavento (vertente norte), pelos bairros do Tauá e Moneró, finalizando no extremo oeste, onde ainda engloba Tubiacanga (bairro do Galeão) e a pista de decolagem do AIRJ. Essa unidade difere da porção meridional pela gênese, na medida em que o fator que origina essa unidade não é o antrópico como na porção meridional, mas o natural, diferentemente da subunidade Bb_2r_2s , pela intensidade dos ventos nessa localidade ser menor, como também pela maior ocorrência de calmarias, pois é uma porção mais resguardada da ação dos ventos.

Em contraponto, o uso da terra dessa porção é de predomínio de casas com quintal e poucos prédios de até dois andares. Junto a essa característica, as ruas são áreas mais largas, além de haver espaços mais abertos como o corredor esportivo, no bairro do Moneró. A diferença do tipo de edificações e a quantidade de espaços mais abertos promoveram esse efeito compensador, muito embora o Moneró tenha um ambiente de mais calmaria, dando a sensação de maior temperatura, comparado ao Jardim Guanabara, que, apesar da maior incidência e intensidade dos ventos, tem no antrópico a explicação para a inserção desse bairro, juntamente com o Moneró, parte do Tauá e Galeão, na mesma unidade B.

Em consequência do processo de gênese serem diferenciados, ambas as localidades apresentam amplitudes térmicas e ritmos térmicos distintos. Na porção ao norte, a amplitude térmica é maior, e a redução da temperatura é mais nítida após o pôr do sol. Enquanto a porção sul, apesar de apresentar temperaturas menores que a porção norte ao longo dos horários de maior radiação solar, até mesmo pela ação das brisas, não apresenta uma queda de temperatura contundente (menor amplitude térmica), pelo contrário é um pouco mais demorada, até mesmo porque o ambiente atmosférico urbano do Jardim Guanabara, embora seja afetado pelos ventos, é mais influenciado pelas atividades humanas.

Além dessas duas localidades, há uma terceira, situada mais na porção central, circundando entre a cota 25 e 60 de altitude. Diferentemente das duas anteriores, essa não é tão influenciada pela ação dos ventos (quadrante sul), pelo fato de estar mais resguardada, as edificações ainda são de predomínio residencial, mas de dois andares (sobrados), e junto a isso, é influenciada pelo intenso fluxo de veículos das vias de acesso principal de entrada e saída da Ilha do Governador, que circunda toda essa unidade B (Bb_2r_2s'). Apesar disso, a ação dos ventos (fator natural) em associação com a posição são os fatores genéticos desta unidade.

Na porção central, mais precisamente no fundo de vale, localiza-se a unidade C, onde foram verificados os maiores registros térmicos, assim como de menor taxa de resfriamento e uso de solo misto, com grande fluxo de veículos e uma baixa dos ventos. Dentro dessa unidade, os subcentros, se destacaram com

os maiores registros de temperatura, e, por conseguinte, a verificação de ilha de calor. Os limites dessa unidade foram definidos pela ação das brisas, tanto ao norte como ao sul. O limite sul foi mais afastado da linha da costa em função da maior intensidade dos ventos, do que verificado na porção norte, onde essa faixa ficou mais rente à orla.

7. DISCUSSÕES E RESULTADOS

Dentre as medidas itinerantes obtidas às 6h00min, 13h00min e 21h00min, a que apresentou o gradiente térmico horizontal máximo foi a das 13h00min, tanto no verão, quanto no inverno, com intensidade máxima de 4,5°C e 5,5°C, respectivamente. A dinâmica espaço-temporal do campo térmico demonstrou que o uso da terra e as atividades comerciais que identificam subcentros comerciais, tanto no verão quanto no inverno, foram os mais aquecidos, criando assim não uma ilha de calor, mas um arquipélago de ilhas de calor, conforme sugeriu Monteiro (1990) em seu estudo sobre o campo térmico de Florianópolis e Assis (2001 e 2010) para Belo Horizonte.

Essa configuração não é detectada em cidades de latitudes médias e altas, pois estas se desenvolvem de forma concêntrica e geralmente sobre áreas planas muito diferentes das cidades tropicais, que apresentam como característica a polinucleação, além de estarem assentadas em sítios com variações altimétricas, criando uma maior complexidade na espacialização do campo térmico.

Tal fato vem corroborar a hipótese de que os fluxos intraurbanos e a urbanização se caracterizam como agentes responsáveis na configuração do campo térmico, tanto à tarde quanto à noite. Em dias sob condições sinóticas favoráveis, a formação de arquipélagos de calor associados à concentração de atividades em alguns bairros (Cacuía, Tauá e Portuguesa), com frequentes congestionamentos, agrava a condição de desconforto térmico, principalmente no horário da tarde, prejudicando os urbanistas.

Em relação à problemática dos congestionamentos, aqueles que podem usar transporte particular, ou optam pelas “lotadas” (kombis), contribuindo para agravar a situação dos congestionamentos. A solução não passa pela desconcentração das atividades comerciais porque o problema do congestionamento é causado pelo excesso de veículos.

A adequação na revitalização do transporte hidroviário (barcas) traria redução dos congestionamentos, redução do tempo de viagem, conflito entre a circulação de pedestres e veículos, redução dos acidentes, diminuição dos ruídos e da emissão de poluentes e suas doenças decorrentes.

A redução do fluxo viário reduziria o desgaste do pavimento, o que significa maior disponibilidade de recursos em investimentos não apenas na manutenção das vias, mas na possibilidade de adoção de materiais de maior durabilidade. Apesar das soluções possíveis, o governo estadual descartou essa possibilidade, quando inaugurou em 1985 a Ponte Nova (obra estadual) ao lado da Ponte Brigadeiro Trompowsk. Essa obra, por sua vez, não melhorou o tráfego e a vida do insulano.

Nos anos subsequentes, outras intervenções com o intuito de sanar o

problema do tráfego foram empregadas, como a inauguração da Linha Vermelha em 1992, surgindo como algo inovador, que facilitaria a saída dos moradores para outras partes da cidade. Todavia, os problemas persistiram e foram se agravando, até que a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro promoveu o alargamento da Estrada do Galeão.

Essas obras, porém, não ofereceram solução duradoura, pois o número de veículos aumenta a cada ano. Em 1997, foi inaugurada a Estrada Governador Chagas Freitas, mais conhecida como Estrada das Canárias, antigo sonho da população da região, pois essa via facilitaria o fluxo de veículos para os bairros do Moneró, Tauá, Cocotá e Freguesia, reduzindo o tráfego na Estrada do Galeão em 40,0% (DAMASCENO, 2001, p. 3).

Contudo, o tráfego não é tão intenso como se esperava, principalmente no horário do “rush”, causando por consequência a permanência dos congestionamentos na Estrada do Galeão, uma vez que o trajeto da Estrada das Canárias é muito isolado, não apresentando nenhum posto de socorro para carros e patrulhamento. Como se percebe, a busca da solução sempre passa pelo sistema rodoviário, entretanto, não há mais como ignorar a necessidade de valorizar o transporte hidroviário. Essa ideia voltou à tona quando houve a queda do viaduto da Linha Vermelha em setembro de 2001, em virtude do incêndio da favela da Lacreia, situada debaixo dele.

Esse problema obrigou a população insulana a optar pelo transporte hidroviário (via estação da Ribeira), que naquele momento não estava preparado para suportar um aumento significativo. Apesar das melhorias emergenciais no transporte hidroviário, logo após o conserto do viaduto da Linha Vermelha, o sistema hidroviário voltou a ter um número pequeno de passageiros.

Hoje, apesar de o terminal de barcas estar funcionando no Cocotá, desde 2006, desativado o terminal Ribeira, a rotina de congestionamento continua sendo frequente na vida do insulano que trabalha fora da Ilha. Além do mais, por terem as barcas um ponto de desembarque único, na Praça XV de Novembro, centro do Rio, os trabalhadores, muitas vezes, precisam andar uma boa distância a pé, e o tempo da viagem é longo (40 minutos).

No que se refere à arborização, as áreas de maior densidade de vegetação ficam restritas à porção nordeste da Ilha, que ainda assim vem sofrendo significativa redução de sua área. Ao lado do CCLC foi construído o Centro de Medicina Aeroespacial (Cemal). Antes dessas intervenções, não se podem esquecer as áreas em torno da Estrada das Canárias, que ao passarem para área militar, também promoveram a retirada da cobertura vegetal.

Essas práticas são muito preocupantes, pois os últimos resquícios de mata contínua estão sendo dizimados. Os parques e praças na Ilha do Governador, como a Praça Jerusalém, a Praça da rua Curuená, o Corredor Esportivo (Moneró) e o Aterro do Cocotá, dentre outras, parecem um “forno”. Durante o dia as praças ficam vazias, sem nenhuma utilidade, em virtude do desconforto térmico. As praças urbanas deveriam ser um local de amenidade, que, segundo Oke (1978), poderia ser denominado um oásis urbano. Geralmente são muito desconfortáveis, ficando

desertas e envoltas por ruas de tráfego intenso de veículos e quando não muito circundadas de grandes edificações. Isso nos leva a pensar que não há preocupação com o conforto térmico nos projetos das áreas livres.

Esse trabalho, dentro da perspectiva do estudo do clima urbano, permitiu compreender o funcionamento das três unidades topoclimáticas urbanas (individualmente e em conjunto), na medida em que vem a contribuir na produção de conhecimentos de caráter geográfico, que deve ser utilizado como ferramenta do planejamento, servindo de base às decisões práticas para melhorar as condições de desempenho biológico e social das pessoas nos ambientes urbanos.

De maneira geral, a proposta de classificação climática na Ilha do Governador vem auxiliar nas discussões de planejamento urbano, na medida em que revela a gênese da configuração climática derivada.

8. DIFICULDADES DE APLICAÇÃO DOS MODELOS CLIMÁTICOS NO MEIO URBANO

Diante das diversas abordagens de clima urbano e suas contribuições específicas ao planejamento, o modelo apresentado de carta topoclimática ainda é limitado, pois é eminentemente descritivo. Mas isto não nos impossibilita de refletir neste momento sobre esta temática tão importante para os estudos de clima urbano.

Diante das diversas abordagens de clima urbano e suas contribuições específicas ao planejamento, uma delas é a elaboração de mapas de unidades climáticas, muito utilizadas por arquitetos, é ainda pouco desenvolvida metodologicamente pelos geógrafos do clima.

Tanto assim que até hoje existem apenas os trabalhos desenvolvidos em São Paulo (TARIFA; ARMANI, 2001), Rio de Janeiro (BRANDÃO, 1996), Ilha do Governador–RJ (FIALHO, 2002), Zona Oeste do Rio de Janeiro (LUCENA, 2005), Bacia hidrográfica do Rio Aricanduva, em São Paulo (JARDIM, 2007) e Belo Horizonte (ASSIS, 2010).

Talvez a pouca discussão sobre a questão das escalas climáticas ou até mesmo a desvalorização da prática de elaboração de cartas sínteses, no âmbito da Geografia, seja o fator responsável pelo parco desenvolvimento dos procedimentos de elaboração de cartas climáticas, que se faz necessário muito hoje na questão do planejamento. E quando tal interesse ocorre, utiliza-se a proposta de Monteiro (op. cit.), muitas vezes sem uma reavaliação que promova um avanço na discussão da hierarquização climática, concebida inicialmente na década de 1970, a fim de melhor atender as atuais demandas do planejamento urbano.

Conforme Jesus (1995, p.153), é necessário pensar que a taxonomia climática não seja restrita somente ao recorte espacial, mas considerando a duração (tempo) de um evento climático ou sistema produtor de tempo.

Dentro desta linha, Jardim (2007, p. 286) afirma que para a delimitação das unidades climáticas não há como falar de espaço, sem considerar o tempo. A

definição de “unidades espaciais” de clima implica, necessariamente, definição de “unidades temporais” de clima.

Enquanto Mills (2006) acredita que o planejamento da cidade deve focar suas atenções na forma, função e organização dos sistemas urbanos, para isso, o mesmo autor compreende que o clima em mesoescala permite ao planejador observar não somente a dinâmica interna da cidade, mas também externa, uma vez que não acredita na capacidade de o recorte local responder por alterações de saída do sistema urbano.

Como se percebe, a busca por um aprimoramento ainda requer um grande esforço, porém, ao longo dos últimos 30 anos Jardim (2007), avança ao apresentar em seu trabalho mapas de unidades climáticas de acordo com os tipos de tempo, o que mostra a necessidade ainda de avançar, através do aprimoramento desta prática e não simplesmente constatar os diferentes gradientes de temperatura do ar, a fim de determinar a intensidade da ilha de calor, inserida no campo térmico de uma cidade. Os estudos de clima urbano necessitam buscar compreender as razões das dinâmicas dos elementos do clima sobre o espaço, assim como seus fatores controladores, e o mapa de unidades climáticas nos fornece esta visão espacial e temporal do comportamento, possibilitando qualificar o debate do planejamento urbano por meio de propostas de intervenção urbanística para melhorar a qualidade de vida do cidadão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, W. L. *Análise do campo térmico e higrício em Belo Horizonte*. 107f. Dissertação (Mestrado em Geografia)—Instituto de Geociências da UFMG, Belo Horizonte, 2001.
- ASSIS, W. L. *O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva tempo-espacial*. 295f. Tese (Doutorado em Geografia)—Instituto de Geociências da UFMG, Belo Horizonte, 2010.
- AZEREDO, D. F., BRANDÃO, A. M. de P. M. O bairro Méier-RJ: O campo térmico e a percepção ambiental dos moradores em episódio de verão e inverno. In: *Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, 4, 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, Climageo/UFRJ, 2000 (caderno de resumos) p. 38.
- BRANDÃO, A. M. P. M. *O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro*. 395p. Tese (Doutorado em Geografia) - FFLCH/USP, 1996.
- _____. *O Clima no Planejamento da cidade. Ciclo de Palestras ambientais*. Rio de Janeiro: CREA-RJ, 1999, 10p.
- BRANDÃO, A. M. P. M.; RUSSO, P. R.; FIALHO, E. S. Planejamento e clima urbano. *Revista da Pós-Graduação em Geografia da UFRJ*. Rio de Janeiro, v. 4, n. 4, p. 9-23, 1999.
- DAMASCENO, N. Insegurança na Tubiacanga—Canárias. *O Globo*. Caderno do bairro (Ilha do Governador). Rio de Janeiro, 19 de agosto de 2001, p. 3.
- ELIASSON, I. Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use. *Atmospheric Environment*. London, v. 30, n 3, p. 379-392, 1996.

- KLEINPAUL, B. Cocotá, enfim, terá terminal de barcas. *O Globo*. Caderno do bairro (Ilha do Governador). Rio de Janeiro, 1 de outubro de 2000, p. 3.
- FIALHO, E. S. *Análise Temporoespacial do Campo Térmico na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno*. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza–Instituto de Geociências da UFRJ. 2002. 164f.
- GOMEZ, A. L. et al. *El clima de las ciudades Españolas*. Madrid: Cátedra, 1993, 267p.
- JARDIM, C. H. *Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas*. 338f. Dissertação (Doutorado em Geografia)– Instituto de Geociências da Unicamp, Campinas, 2007.
- JARDIM, C. H.; FERREIRA, M. A correlação dos fatos geográficos em climatologia a partir da noção de sítio e “situação”. In: *Encontro de Geógrafos da América Latina*, 2005. São Paulo, *Anais...*, São Paulo: USP, 2005, cd–rom.
- JESUS, E. F. R. *Espaço, tempo e escala em climatologia*. 203f. Tese (Doutorado em Geografia)–Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/Universidade de São Paulo. 1995. São Paulo. 203f.
- JONHSON, D. B. Urban modification of diurnal temperatures cycles in Birmingham, UK. *Journal of Climatology*. London, v. 5, p. 221-225, 1985.
- LUCENA, A. J. de; BRANDÃO, A. M. de P. M. O campo térmico em Bangu (RJ) em situações sazonais de verão e outono In: *Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, 4, 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, Climageo/UFRJ, 2000 (caderno de resumos) p. 29.
- LUCENA, A. J. *O campo térmico na zona oeste do Rio de Janeiro: Uma contribuição ao estudo do clima urbano*. 143f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Centro de Tecnologia e Ciências–Instituto de Geociências–Programa de Pós–graduação em Geografia da UERJ, Rio de Janeiro, 2005.
- MALHEIROS, T. dos S., BRANDÃO, A. M. de P. M. O bairro de Copacabana (RJ): O campo térmico e a percepção ambiental em uma situação de verão e inverno. In: *Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, 4, 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, Climageo/UFRJ, 2000 (caderno de resumos) p. 88.
- MENDONÇA, F. de A. O Clima e o planejamento urbano: A particularidade das cidades de porte médio e pequeno. *Boletim Climatológico*. Presidente Prudente, v.1, n. 2, p. 21-30, 1996.
- MILLS, G. Progress toward sustainable settlements: a role for urban climatology. *Theoretical and applied climatology*. Viena, v. 84, n. 1–3, p. 69–76, 2006.
- MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e clima urbano. *Série Teses e Monografias*. São Paulo, n. 25, 1976, 181p.
- _____. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um “Clima urbano”. *Geosul*. Florianópolis, v. 5 n.9, p. 80-114, 1990.
- _____. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. *Geosul*. Florianópolis, v.5, n.9, p. 7-19, 1990a.
- OKE, T. R. *Boundary layer climates*. London/New York: Methuen, 1978, 372p.
- RIPLEY, E. A., ARCHIBOLD, O. W., BRETELL, D. L. Temporal and spatial tempe-

- rature patterns in Saskatoon. *Weather*. London, v. 5, n. 12, p. 398-405, 1996.
- SPRIN, A. W. *O Jardim de Granito: A natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Edusp, 1996, 345p.
- SANTOS, M. *Metamorfoses do espaço habitado*. São Paulo: Hucitec, 1981, 124p.
- TARIFA, J. R.. ARMANI, G. Os climas urbanos. in: TARIFA, J. R.. AZEVEDO, T. R. de (orgs.). *Os climas na cidade de São Paulo: Teoria e prática*. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo, p. 47-70, 2001, 199p.
- TAVARES, A. C., VIADANA, A. G., PROCHNOW, C. A. da C., YAMADA, E., UTMARA, I. Interações entre ilhas de calor em cidades médias tropicais, tipos de tempo no inverno e saúde dos cidadãos. *Geografia*. Rio Claro, v. 20, n. 2, p. 73-99, 1995.