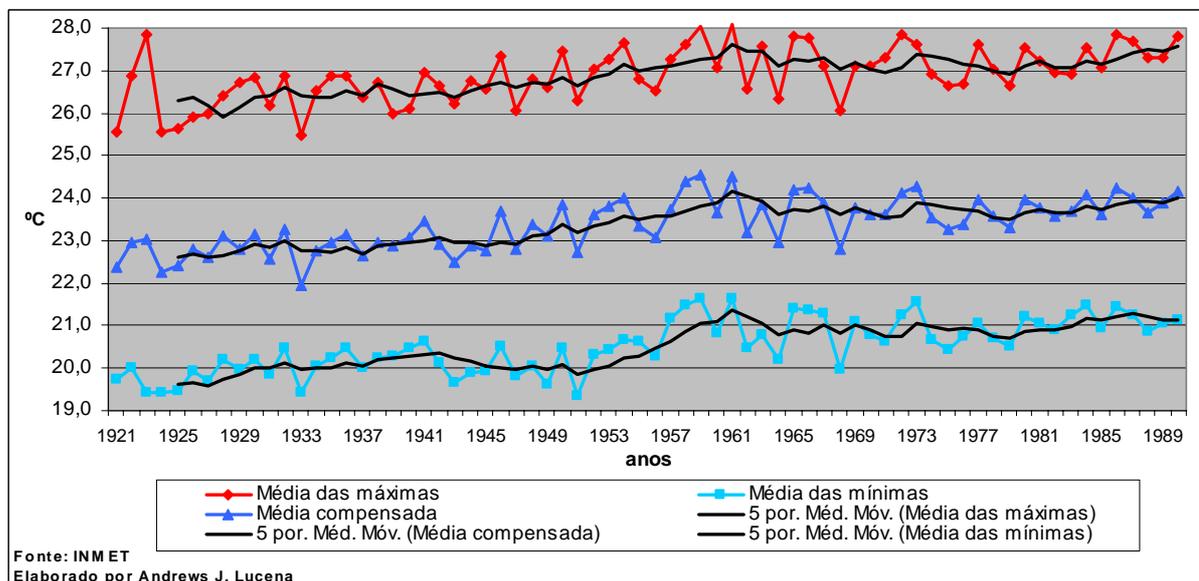


5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. A EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DO AR NA PRAÇA XV/RJ

O período 1921-1990 revelou as seguintes médias para as variáveis de temperatura: máxima (26,9°C); mínima (20,5°C) e média compensada (23,4°C). Nos anos 50 a curva da temperatura mostra evidências de uma tendência das médias anuais ultrapassarem o valor da média do período para cada variável térmica (gráfico 5.1).

Gráfico 5.1: Variação e tendência da temperatura média anual na Praça XV/RJ no período entre 1921-1990:

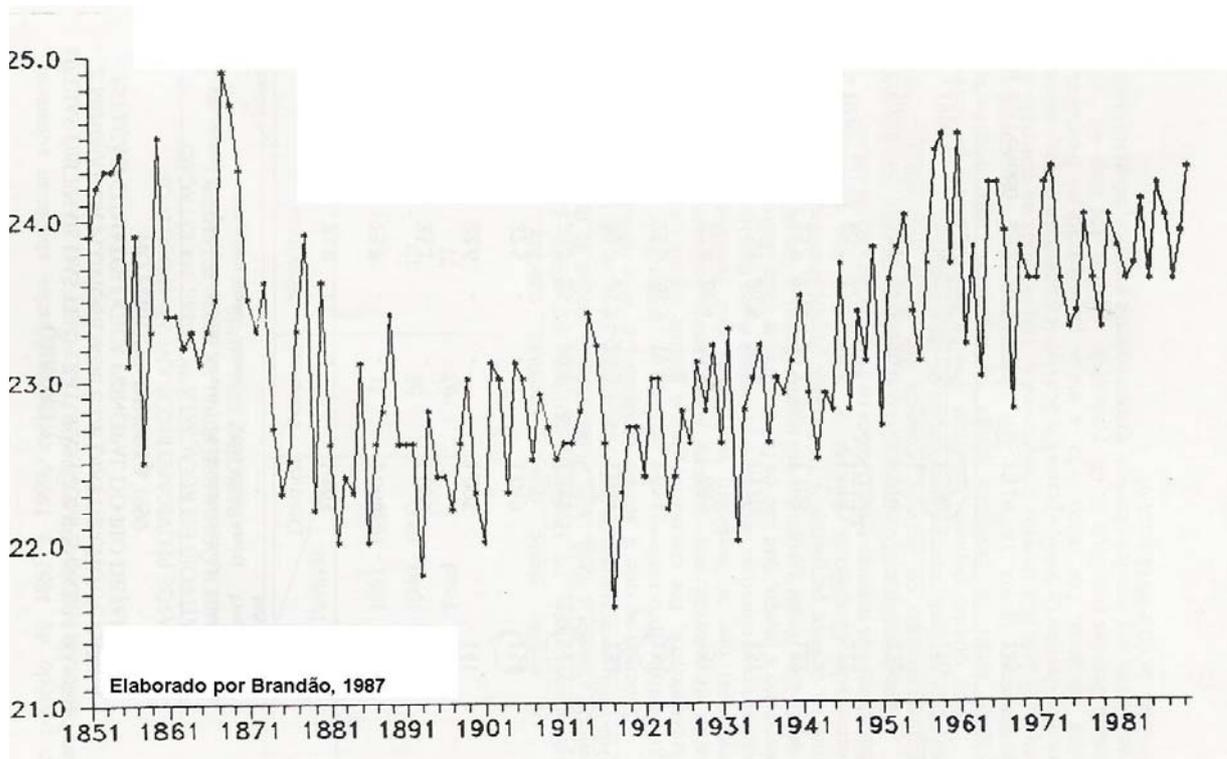


A linha de tendência da média móvel configura, a partir dos anos 50, uma ascendência mais significativa das médias térmicas estabelecendo esta tendência de aumento para os anos seguintes, quando as médias ultrapassaram 0,5°C da média do período, ou até mesmo, acima de 0,5°C (sendo este mais comum com a temperatura mínima).

Por se tratar da estação meteorológica principal da cidade, localizada no Centro, o aumento de temperatura pode estar comprometido ao uso do solo urbano, quando intensas alterações físicas foram imputadas à paisagem original que por sua vez modifica substancialmente o balanço térmico, disponibilizando mais calor na atmosfera urbana absorvido pelas “formas urbanas”.

Em um estudo mais aprofundado sobre a evolução da temperatura na estação da Praça XV, Brandão (1987; 1992; 2001) analisou o período de 1851-1990 e constatou a presença de dois ciclos quentes (cerca de 100 anos) intercalados por um mais frio (40 anos) (gráfico 5.2).

Gráfico 5.2: Evolução anual da temperatura média compensada na estação meteorológica da Praça XV/RJ no período entre 1851-1990



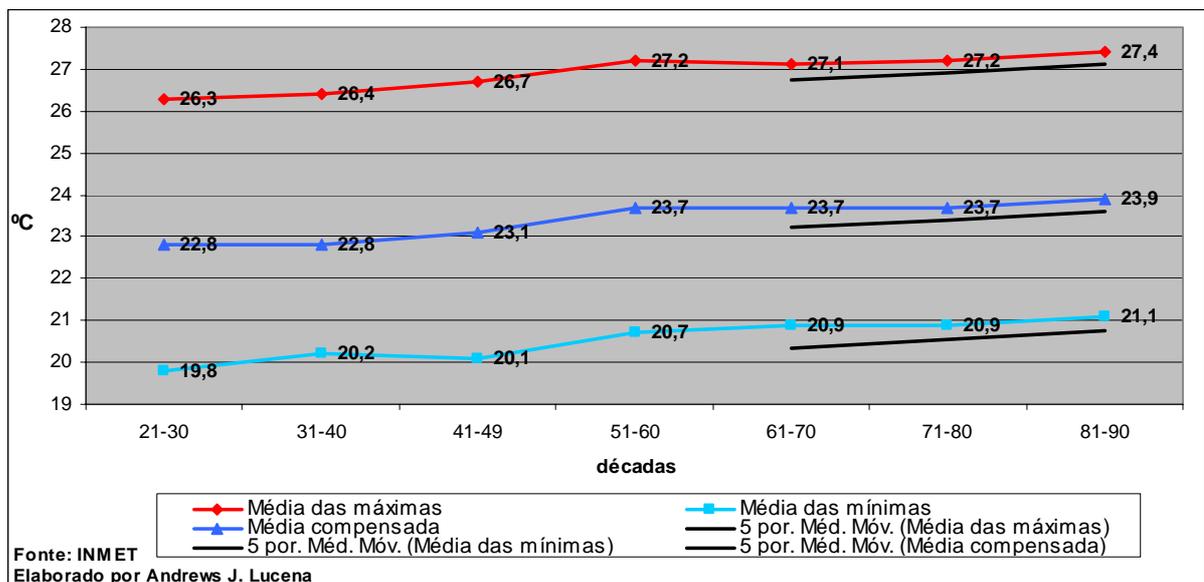
Como referência a temperatura média compensada, indicada na figura acima, o primeiro ciclo quente é identificado nos primeiros vinte anos (entre 1851-1870), com médias térmicas anuais bem acima da média dos 140 anos (23,2°C), com uma variação interanual bastante acentuada, alternando em desvios positivos e negativos intercalados. Na fase amena que se segue (entre 1871-1940), as médias estão bem abaixo da média dos 140 anos, oscilando entre 22,5°C e 22,8°C. O segundo ciclo quente tem seu início na década de 40 e se estende adiante. Um diferencial deste segundo ciclo quente é que as temperaturas mantiveram-se em patamares elevados acima dos 23,0°C com desvios positivos contínuos,

diferente do primeiro ciclo quente, quando as médias da temperatura, embora superiores a média dos 140 anos, oscilaram ora com desvios positivos, ora com desvios negativos.

A autora considera o comportamento da temperatura como sendo uma “tendência secular” do clima, regido por fenômenos naturais de grande escala, como o ciclo das manchas solares. Mas o aumento contínuo da temperatura no segundo ciclo mais quente, sem evidências reais de retorno a uma fase mais fria, não exclui a possibilidade de que a tendência de aumento está correlacionada ao grande momento de expansão urbana que se deflagrou mais rapidamente na década de 40, na cidade do Rio de Janeiro.

O aumento contínuo da temperatura a partir da década de 40 é mais evidente ainda quando se observa a evolução da temperatura através das médias decenais (Gráfico 5.3).

Gráfico 5.3: Variação e tendência da temperatura média decenal na Praça XV/RJ no período entre 1921-1990:



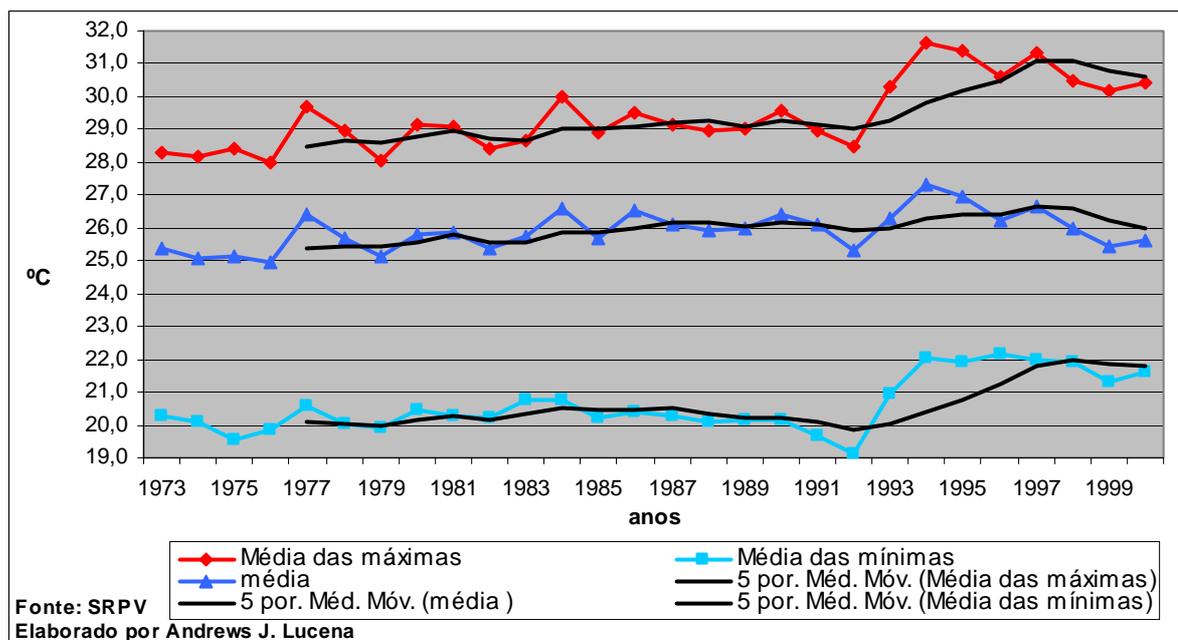
A linha de tendência da média móvel revela, a partir da década de 60, uma tendência absoluta de ascendência térmica, quando na década de 80 alcança as médias mais altas de todo o período (1921-1990), sendo a década mais quente de todo o século na cidade, de acordo com Brandão (2001).

5.2. A EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DO AR EM CAMPO DOS AFONSOS/RJ

Em Campo dos Afonsos o período para análise é bem mais restrito, limitando-se a pouco menos que 30 anos (1973-2000). A média das variáveis de temperatura foi: 29,4°C para a temperatura máxima, 20,6°C para a mínima e 25,9°C para a média do bulbo seco.

Nos primeiros 17 anos o comportamento da temperatura aparenta se manter constante, com pouca variação, e somente nos últimos 10 anos é que a temperatura ascende consideravelmente (Gráfico 5.4).

Gráfico 5.4: Variação e tendência da temperatura média anual em Campo dos Afonsos/RJ no período entre 1973-2000:



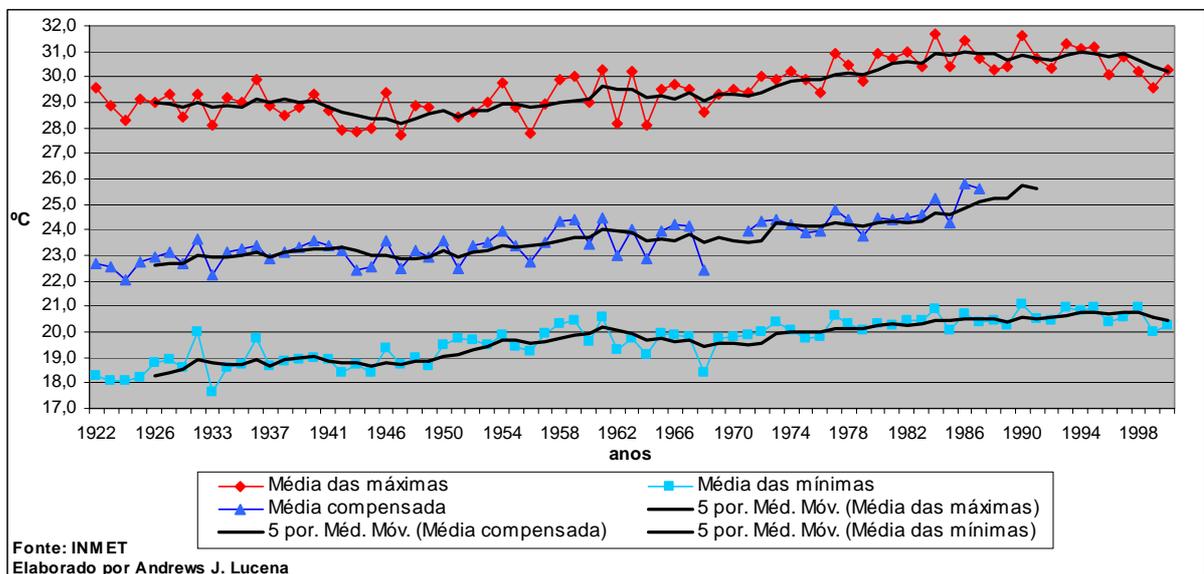
Em uma análise detalhada, o gráfico revela um leve aumento das médias térmicas até o início da década de 90, quando nesta, sim, ocorre uma abrupta variação de ascendência da curva térmica. Em alguns anos da década de 80 valores bem acima da média do período já são verificados, principalmente para a temperatura média, porém é nos anos 90 que as médias térmicas superam definitivamente a média do período.

5.3. A EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DO AR EM BANGU/RJ

Em Bangu o período 1922-2000 registra as seguintes médias: temperatura máxima (29,6°C), temperatura mínima (19,7°C) e temperatura média compensada (23,6°C).

Nestes aproximadamente 80 anos de registros térmicos, a evolução da temperatura descreve uma tênue subida da curva térmica, sendo mais evidente a partir dos anos 60 quando definitivamente as médias anuais ultrapassam a média do período (Gráfico 5.5).

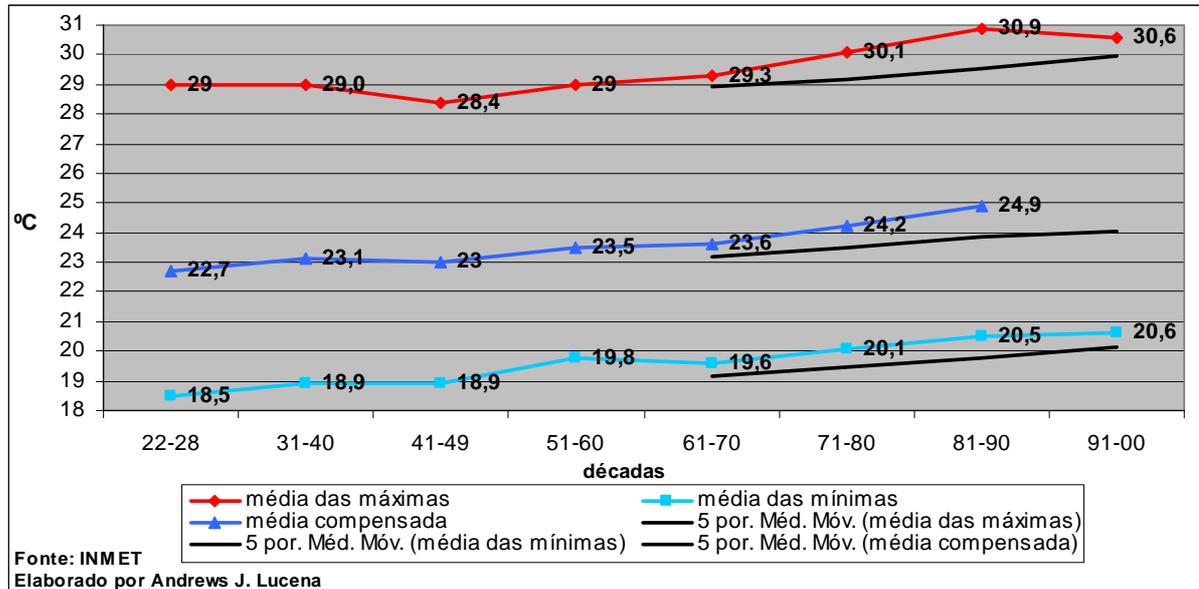
Gráfico 5.5: Variação e tendência da temperatura média anual em Bangu/RJ no período entre 1922-2000:



A linha de tendência da média móvel define muito bem a ascensão da temperatura a partir dos anos 60, principalmente para a temperatura máxima e média compensada. Um detalhe a se destacar é para a evolução da temperatura média compensada, que com registros até 1987, a tendência da média móvel revela um aumento contínuo da temperatura.

Tomando a evolução das médias decenais (Gráfico 5.6) as três últimas décadas são as mais quentes, quando as médias são superiores a média do período. Para a temperatura máxima e média compensada a década de 80 é a mais quente, com média superior a 1,0°C, enquanto para a temperatura mínima a década de 90 é a mais quente, também com médias acima de 1,0°C.

Gráfico 5.6: Variação e tendência da temperatura média decenal em Bangu/RJ no período entre 1922-2000:



Lucena (2002) havia chamado a atenção para o aumento da temperatura a partir da década de 60 em Bangu, quando associou esta ascensão da temperatura ao “boom” de crescimento ocorrido no bairro. Apesar de não ter utilizado os anos entre 1922 e 1928 e os anos entre 1978 e 1987 para a temperatura média compensada, o autor considera as décadas de 80 e 90 como as mais quentes do século, com aumento superior a 1,0°C.

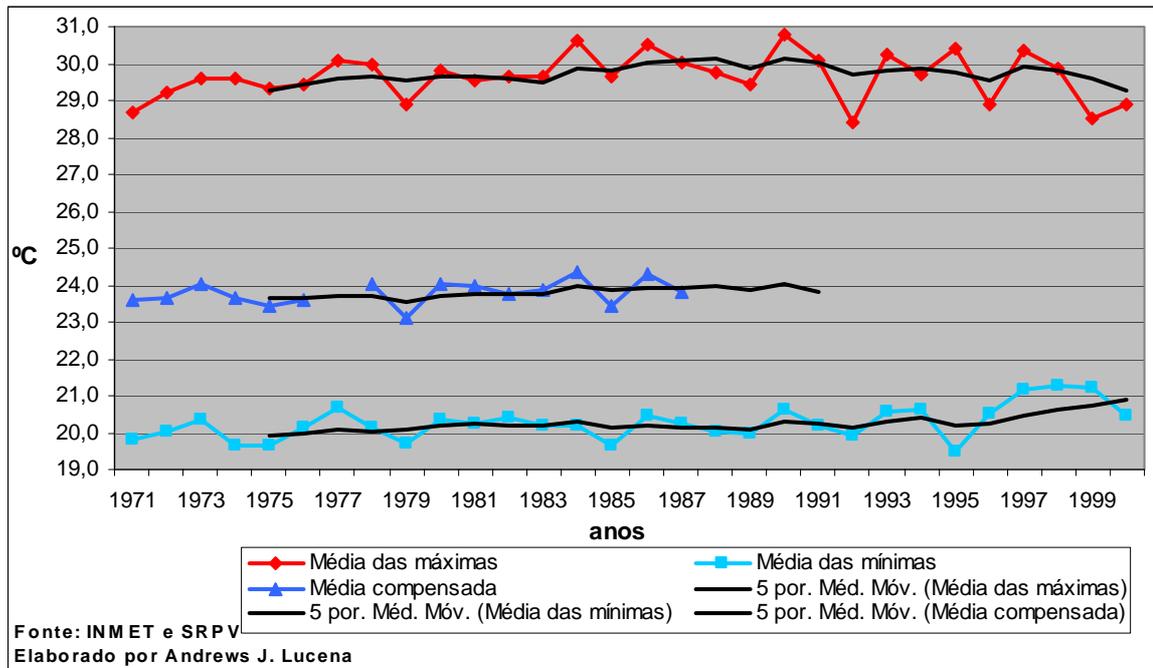
5.4. A EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DO AR EM SANTA CRUZ/RJ

Em 30 anos de dados (1971-2000) a temperatura apresentou pouca variação interanual, apenas na década de 90 se assiste a uma suave elevação das médias térmicas, em particular para a temperatura mínima (Gráfico 5.7).

A média do período para a temperatura máxima é de 29,7°C e somente nos anos 90 é que as temperaturas ultrapassam a média, contudo não define uma tendência de ascensão contínua, haja vista que os valores oscilam, ora abaixo e ora acima da média de 29,7°C. Para a temperatura mínima, a linha de tendência da média móvel já revela uma outra situação, quando nos anos da década de 90 tende a um aumento contínuo da temperatura, com elevação bem superior à média do período (20,3°C). Quanto à média compensada, o espaço temporal

de dados é bastante limitado (inferior a 15 anos), porém nestes poucos anos a temperatura se distribui de forma linear, com características semelhantes à curva da temperatura máxima.

Gráfico 5.7: Variação e tendência da temperatura média anual em Santa Cruz/RJ no período entre 1971-2000:

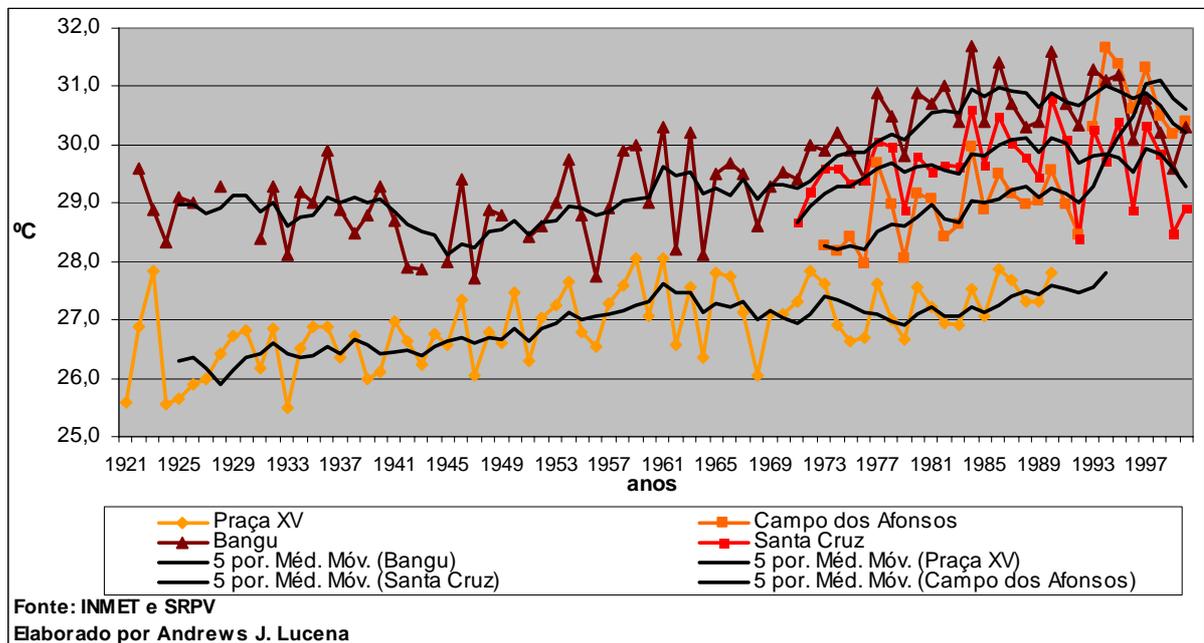


5.5. CORRELAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DO AR ENTRE A PRAÇA XV, CAMPO DOS AFONSOS, BANGU E SANTA CRUZ/RJ

5.5.1. A EVOLUÇÃO DAS MÉDIAS ANUAIS

No comportamento das temperaturas máximas anuais (Gráfico 5.8) a distribuição das curvas é sequencial indicando um aumento contínuo das médias térmicas. Na Praça XV é bastante evidente este aumento, tendo na linha de tendência da média móvel sua evolução em direção aos anos da década de 90 (quando não dispõe de dados), mas que nas outras estações tem-se uma ascendência significativa. Mesmo as estações de Campo dos Afonsos e Santa Cruz que se limitam às últimas três décadas do século XX a sucessão das curvas apresenta uma similaridade com as estações da Praça XV e Bangu.

Gráfico 5.8: Variação e tendência da temperatura máxima anual na Praça XV, Campo dos Afonsos, Bangu e Santa Cruz/RJ no período entre 1921-2000:



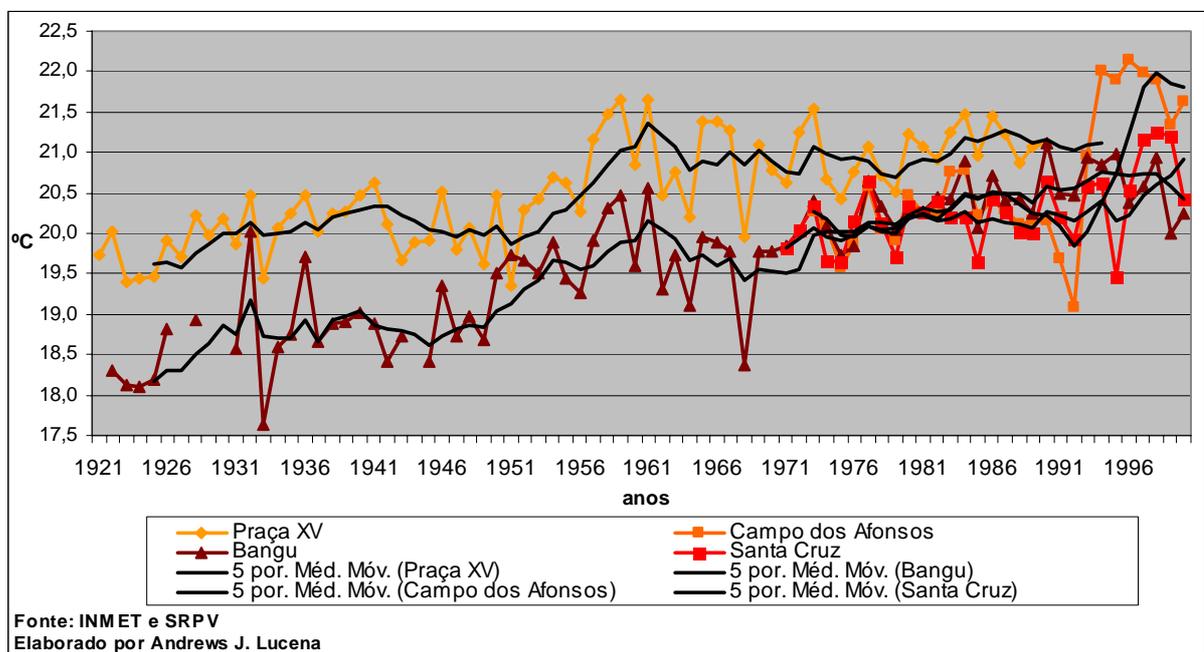
Um dado interessante, demonstrado no gráfico, é a comprovação da Zona Oeste como área com as temperaturas máximas mais elevadas. Das quatro estações, a Praça XV é a que apresenta temperaturas mais baixas, enquanto Bangu, seguido por Santa Cruz e Campo dos Afonsos dispõem de valores mais altos. Bangu conformada em um vale e Santa Cruz situada no extremo oeste, possuem condições físicas naturais de abrigarem as temperaturas máximas mais elevadas da cidade. Em Campo dos Afonsos, bairro situado no centro geográfico do município com características físicas bem distintas de Bangu e Santa Cruz, abriga temperaturas máximas não tão elevadas, porém os anos 90 se destacam com temperaturas acima de Bangu e Santa Cruz, razão que pode ser explicada pelo uso do solo (como a crescente valorização imobiliária nos últimos 20 anos).

Para o caso específico de Campo dos Afonsos, onde a curva de ascensão térmica é bastante acentuada e ocorre tão bruscamente de uma década (80) para a outra (90), não se deve descartar a possibilidade de equívocos técnicos na manipulação dos instrumentos

meteorológicos, como por exemplo, o erro na leitura dos termômetros ou até mesmo defeito nos termômetros. Porém, não nos cabe aqui discutir esta possibilidade.

Para a temperatura mínima (Gráfico 5.9) a evolução das médias anuais indica um comportamento bastante semelhante ao observado para a temperatura máxima, mas com uma tendência ao aumento um pouco mais acentuada.

Gráfico 5.9: Variação e tendência da temperatura mínima anual na Praça XV, Campo dos Afonsos, Bangu e Santa Cruz/RJ no período entre 1921-2000:



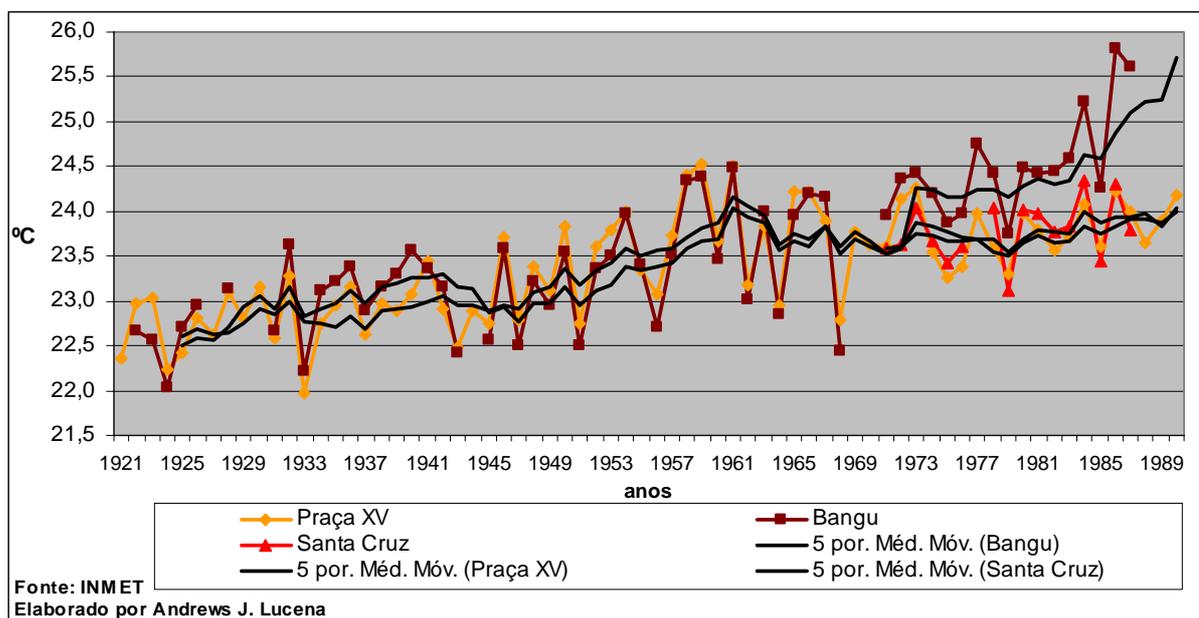
A distribuição das curvas da Praça XV e Bangu é bem idêntica o que leva a inferir a possibilidade da ocorrência de um ciclo natural na cidade do Rio de Janeiro, conforme já defendido por Brandão (op. Cit.), porém com médias mais elevadas a partir dos anos 50-60 que persistiu e se acentuou até os anos 90, podendo estar associado ao processo de urbanização da cidade. Essa possibilidade é comprovada com a tendência das temperaturas em Campo dos Afonsos e Santa Cruz, que revelam uma progressão tão semelhante ou superior daquelas reveladas na Praça XV e em Bangu.

Um retrato inverso daquele observado com o gráfico das temperaturas máximas, é que as temperaturas mínimas são mais elevadas na Praça XV. Campo dos Afonsos, Bangu e Santa

Cruz se “revezam” com as temperaturas mínimas mais baixas, o que salienta, mais uma vez, os fatores do sítio na determinação da temperatura na Zona Oeste, em que as condições naturais (efeito fonh; brisa marítima; ventos de vale e de montanha; grandes áreas abertas) favorecem o aquecimento diurno e o resfriamento noturno mais intenso (gerando temperaturas máximas bastante elevadas e temperaturas mínimas mais baixas). Em Campo dos Afonsos, conforme já mencionado, a ascensão abrupta da curva térmica nos anos 90 pode ser efeito do uso do solo ou equívocos técnicos.

Para a temperatura média compensada (Gráfico 5.10) Praça XV e Bangu apresentam comportamento semelhante nos primeiros quarenta anos, oscilando muito pouco entre 0,1°C e 0,5°C as temperaturas mais altas, dividindo-se em dois momentos: até meados dos anos 40 as médias são superiores em Bangu e de meados dos anos 40 até o final dos anos 60 a Praça XV detém as temperaturas mais elevadas. Do início dos anos 70, Bangu supera consideravelmente a curva térmica da Praça XV em uma elevação mais ascendente, com diferenças térmicas superior a 0,5°C e até mesmo acima de 1,0°C.

Gráfico 5.10: Variação e tendência da temperatura média compensada anual na Praça XV, Bangu e Santa Cruz/RJ no período entre 1921-1990:



Em Santa Cruz, em apenas 16 anos de registros, sua curva térmica representa um ritmo similar a Praça XV, enquanto que a estação de Campo dos Afonsos não está incluída a análise da temperatura média compensada.

5.5.2. A EVOLUÇÃO DAS MÉDIAS DECENAIIS

Tomando a análise de evolução por meio das médias por décadas, na representação gráfica fica ainda mais claro o aspecto da tendência ao aquecimento verificado nas quatro estações meteorológicas, principalmente na Praça XV e Bangu por possuírem uma série temporal bem mais longa. A década de 40 é, sem dúvida, o “ponto de partida” que configura o deslanche de aumento das médias.

A temperatura máxima (gráfico 5.11), em Bangu, nas duas primeiras décadas são bem mais quente que na década de 40, quando nesta a curva da temperatura ascende subitamente até a década de 80. Na década seguinte há uma leve inflexão para baixo interrompendo a seqüência de ascendência, porém com média bem superior as décadas anteriores. Na Praça XV, desde a década de 20, a temperatura segue um ritmo seqüencial de ascendência até a década de 80, mas o aumento de suas médias é bem mais inferior que o identificado em Bangu.

Em Campo dos Afonsos é ainda mais evidente o aumento contínuo e ascendente da temperatura, como já se demonstrava nos gráficos das médias anuais. Em Santa Cruz se observa um comportamento bem semelhante à Bangu, quando na década de 90 ocorre uma inflexão de 0,5°C para baixo.

Na variável das temperaturas mínimas (gráfico 5.12) a tendência de aumento das temperaturas não é muito diferente da temperatura máxima. Um elemento diferencial é o aumento mais contínuo em direção as últimas décadas, não havendo qualquer interrupção no que se refere a uma inflexão negativa das médias decenais. Apenas em Bangu, ocorre um leve

declínio da média da década de 50 para a década de 60 (de 0,2°C), mas que desta década até 90 a temperatura retorna ao ritmo de aumento. A década de 90 é a mais quente de todo o período (com exceção da Praça XV, com dados até a década de 80).

Gráfico 5.11: Variação da temperatura máxima decenal na Praça XV, Campo dos Afonsos, Bangu e Santa Cruz/RJ no período entre 1921-2000:

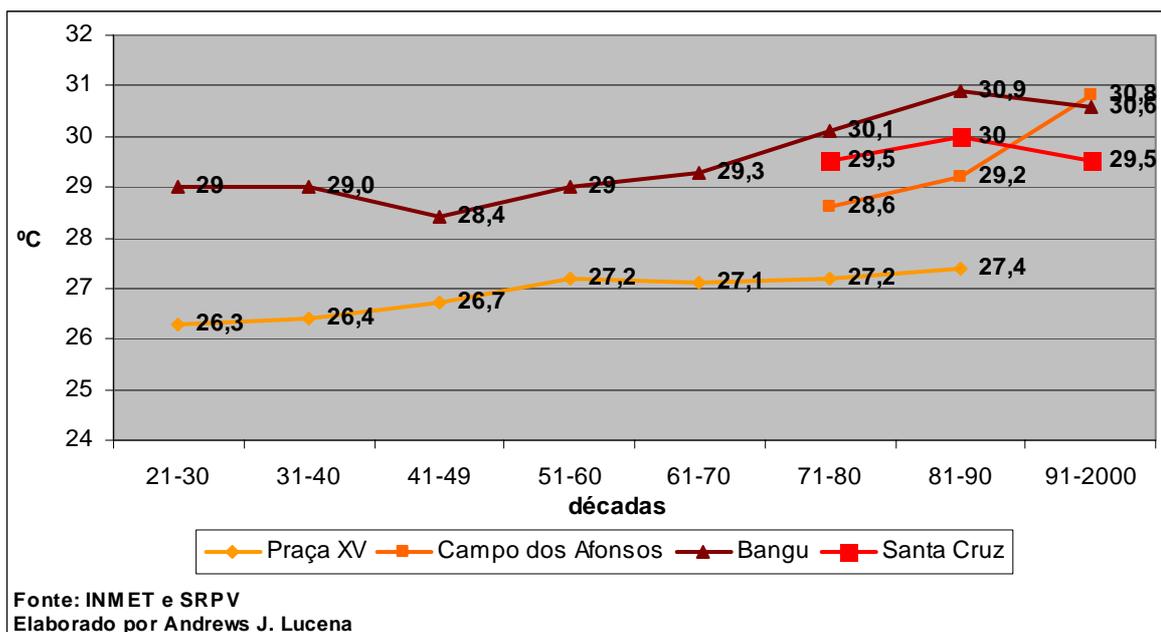
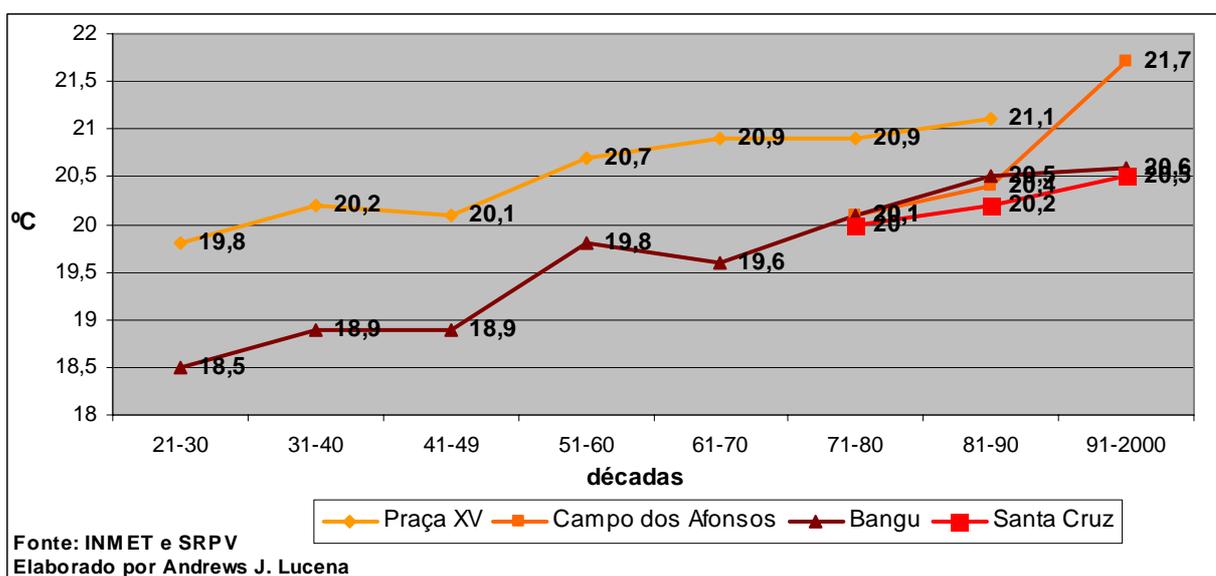


Gráfico 5.12: Variação da temperatura mínima decenal na Praça XV, Campo dos Afonsos, Bangu e Santa Cruz/RJ no período entre 1921-2000:



Os anos da década de 1990 foram os mais quentes do período de registro desde 1860, segundo o último relatório do IPCC¹. Os indicadores climáticos dos últimos 400 anos (anéis de árvores, mostras de gelo de geleiras, série históricas) mostram que os anos da década de 1990 foram os mais quentes do milênio (1998 o mais quente de todo o milênio) e que o século XX foi o mais quente (CPTEC). Este quadro pode refletir uma tendência mundial, que varia por região, e pode estar atrelada a mudanças de ordem natural do clima global, conforme mencionou Brandão (op. Cit.) ao tratar a década de 80 como a mais quente do século XX na cidade do Rio de Janeiro.

Muito embora, o IPCC² associa a celeridade e a intensidade do aumento da temperatura à emissão de gases estufa (vapor d'água, monóxido e dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e outros) que “tende a reduzir a eficiência com que a Terra se resfria” (CPTEC), sem dúvida, as cidades são fonte de emissão dos gases estufa, como ainda comprometem a entrada e saída de energia de ondas curtas e longas, tendo em vista que as temperaturas noturnas e as temperaturas mínimas tendem a ser mais elevada que o comum.

As quatro estações meteorológicas da cidade do Rio de Janeiro, analisadas até aqui, situam-se na área central e comercial dos respectivos bairros, onde o uso do solo e as atividades humanas transformadoras modificaram, em um curto espaço de tempo, a paisagem original (testificando como exemplo a baixada de Bangu – figuras 5.1 e 5.2) acelerando, em tese, a velocidade e a intensidade do aumento da temperatura.

¹ Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática, criado em 1988 por duas agências das Nações Unidas: o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e a OMM (Organização Meteorológica Mundial).

² Segundo o IPCC a concentração de CO₂ passou de 280ppm, no período pré-industrial (1000-1750), para 368 ppm no ano 2000; a concentração de CH₄ passou de 700 ppb, no período pré-industrial, para 1750 ppb no ano 2000; a concentração de N₂O passou de 270 ppb, no período pré-industrial, para 316 ppb no ano 2000. Registra ainda o aumento de 0,6°C na temperatura média global da superfície terrestre no decorrer do século 20 e que a maior parte do aquecimento observado nos últimos 50 anos é atribuível à atividade humana (Paciornik, 2003).

Figura 5.1: Vista aérea da baixada de Bangu em 1907



Fonte: Centro Cultural da Região de Bangu

Figura 5.2: Vista aérea da baixada de Bangu em 2005

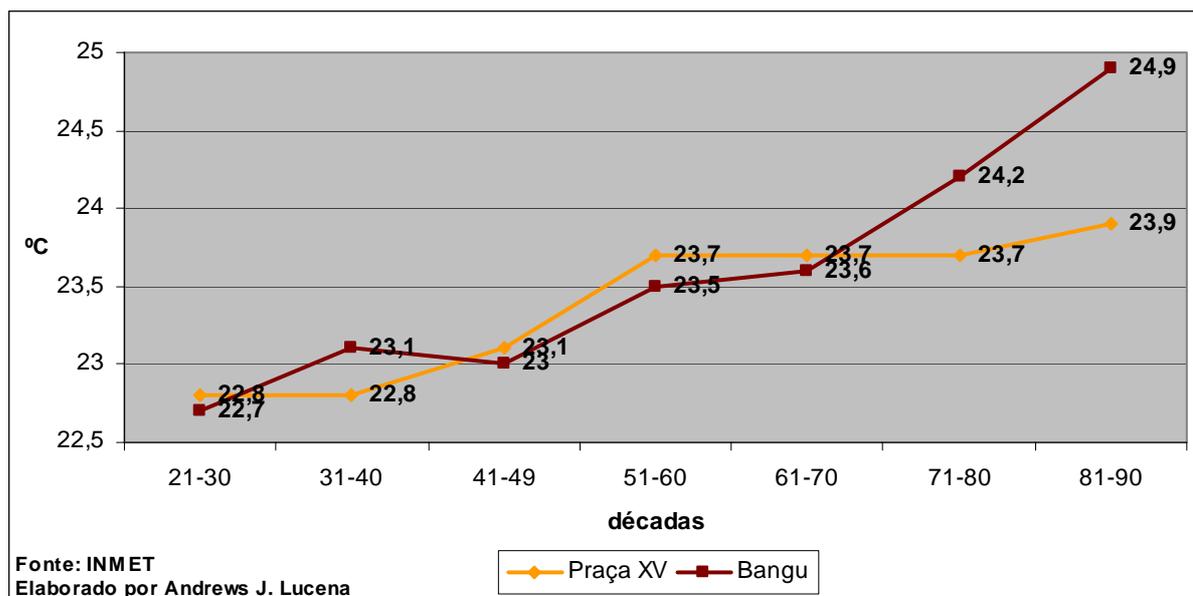


Foto tirada por Andrews J. Lucena, tomada da Serra de Bangu.

Finalmente, a média decenal da temperatura média compensada (gráfico 5.13) vem comprovar a evolução do aumento da temperatura em direção as décadas mais recentes. Restrita às estações da Praça XV e Bangu, as médias dão evidência de ascensão a partir da década de 40, quando as curvas visualizam um aumento mais rápido e intenso, principalmente

em Bangu. A década de 80 é a mais quente e em Bangu sua média ultrapassa em 1,0°C a média de todo o período de 1922-1987 (23,6°C).

Gráfico 5.13: Variação da temperatura média compensada decenal na Praça XV e Bangu /RJ no período entre 1921-1980:



5.6. OS EXPERIMENTOS DE CAMPO

5.6.1. O EPISÓDIO DE VERÃO (26/01/2004)

5.6.1.1. A ATUAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO MÊS DE JANEIRO NA REGIÃO SUDESTE E AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Na primeira quinzena de janeiro, a atuação dos sistemas frontais, das ZCAS³ e o desenvolvimento de áreas de instabilidade favoreceram chuvas em grande parte da região Sudeste.

No mês de janeiro três sistemas frontais atuaram na região. Os dois primeiros foram mais intensos, responsáveis na caracterização dos episódios de ZCAS que se configuraram sobre a Região Sudeste e sul do Nordeste. Entre os dias 09 e 10 o primeiro sistema configurou-se na altura do litoral norte de São Paulo e do Rio de Janeiro, e dos dias 11 a 20, o sistema permaneceu semi-estacionário entre o litoral da Região Sudeste e o litoral da Bahia, causando muitas chuvas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. No dia 22, a segunda frente fria atingiu o litoral sul do Rio Grande do Sul, e logo se deslocou para o oceano. A terceira frente fria se encontrava na região Sul, no dia 26, que interagiu com uma frente fria vinda da Argentina e se deslocou pelo litoral do Brasil até Porto Alegre, desviando-se para o oceano sem interferir na climatologia da região Sudeste.

Três episódios de ZCAS foram observados no mês de janeiro. O primeiro ocorreu entre os dias 02 e 06 de janeiro e os outros dois ocorreram entre os dias 10 a 20 e 25 a 29. O primeiro episódio cobriu grande parte da região Sudeste e gerou chuvas de pequena magnitude e o segundo apesar de apresentar maior duração não influenciou em muito a precipitação na região Sudeste. Finalmente, no terceiro episódio, sua banda de nebulosidade

³ Zona de Convergência do Atlântico Sul. Pelas imagens de satélite este sistema é identificado como uma banda de nebulosidade de orientação NW/SE, estendendo-se desde o sul da região amazônica até a região central da América do Sul, ou ainda em padrões de distribuição de onda longa (Rocha e Gandu, 1996).

apresentou uma configuração bastante meridional e proporcionou significativo aumento das chuvas no sudeste do Brasil, em particular no estado de São Paulo.

No dia 26 de janeiro uma isóbara que variou entre 1014 e 1016 mb estabeleceu um sistema de baixa pressão sobre a costa fluminense (Figuras 5.3 e 5.4) sendo a responsável pelo alto índice de nebulosidade observado neste dia na cidade do Rio de Janeiro. A nebulosidade está associada as ZCAS, bem ilustrada pela banda de nebulosidade que aparece nas imagens de satélite (Figuras 5.5, 5.6 e 5.7). Ventos de nordeste, de muito fraca intensidade, e alto teor de umidade, proveniente do Atlântico Sul, também foram constantes durante o dia.

Figura 5.3. Carta sinótica de superfície da América do Sul (12:00 GMT – 26/01/04)

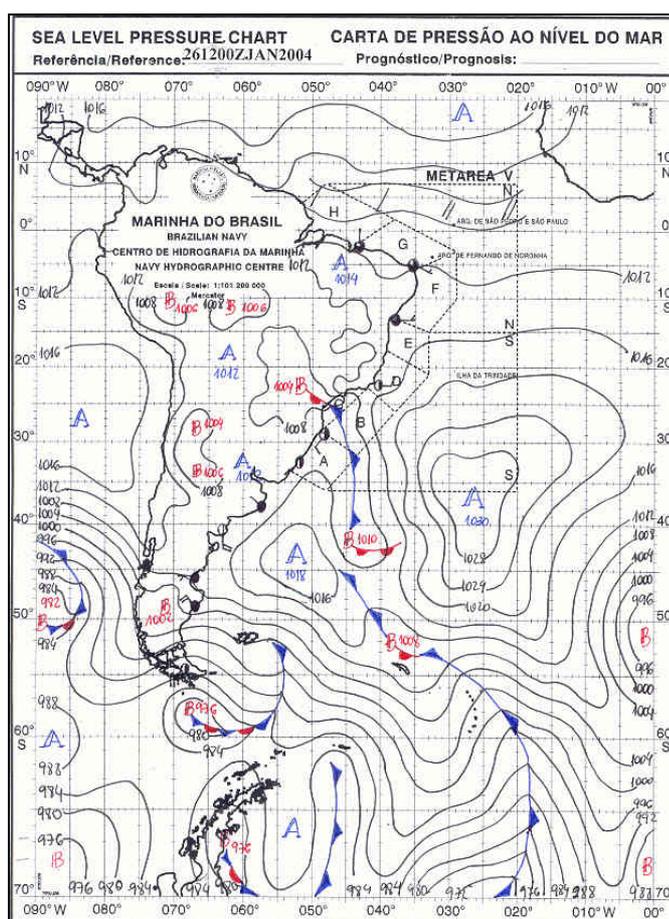


Figura 5.4. Carta sinótica de superfície da América do Sul (00:00 GMT - 27/01/04)

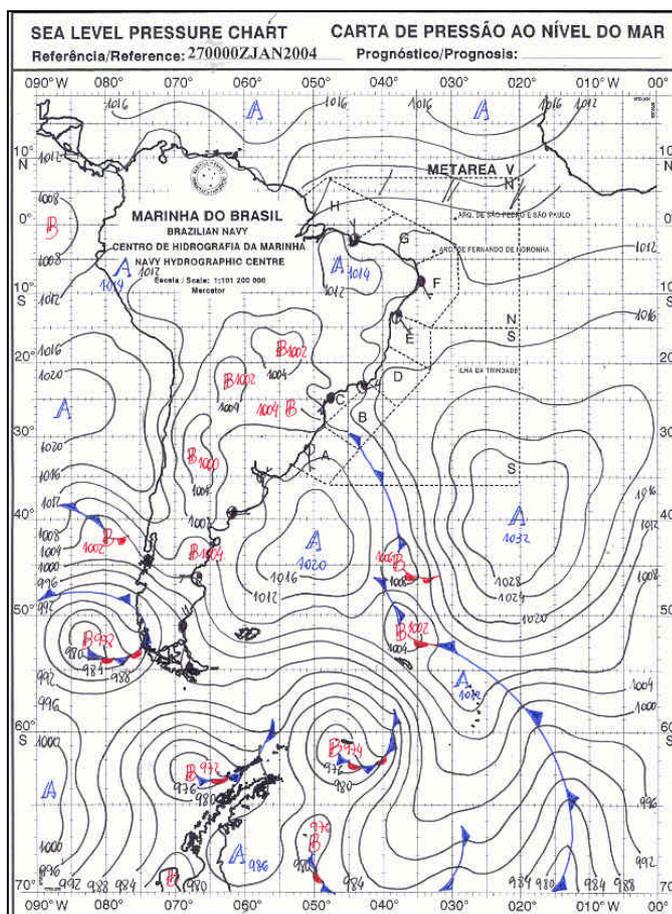


Figura 5.5. Imagem de satélite da América do Sul vapor d'água (09:39 GMT - 26/01/04)

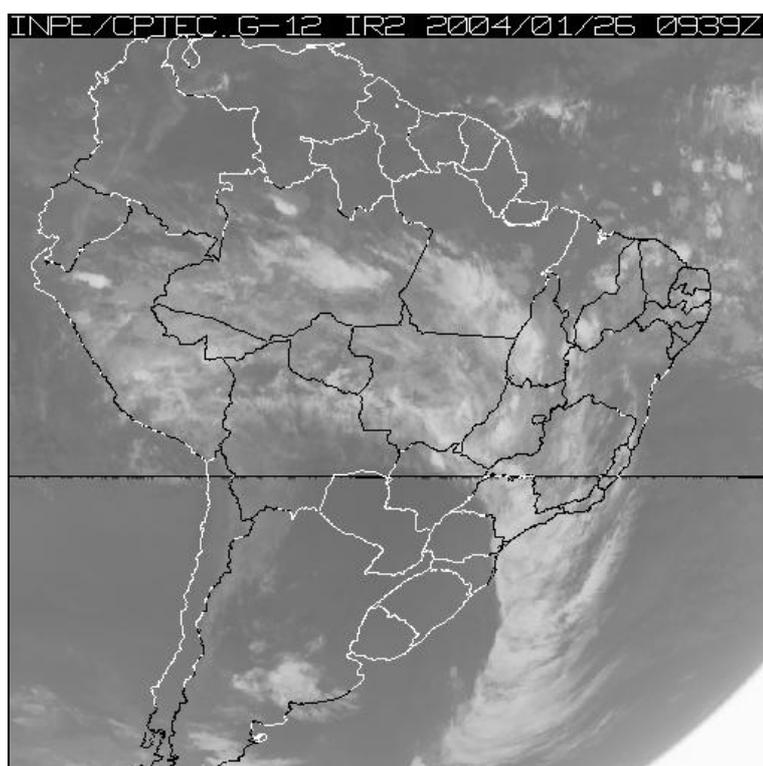


Figura 5.6. Imagem de satélite da América do Sul vapor d'água (15:09 GMT – 26/01/04)

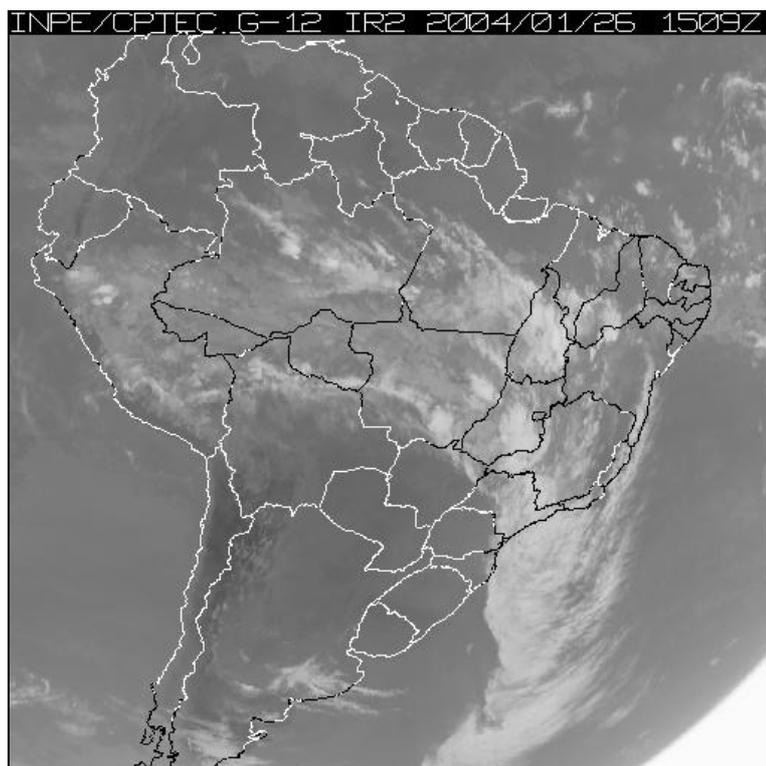
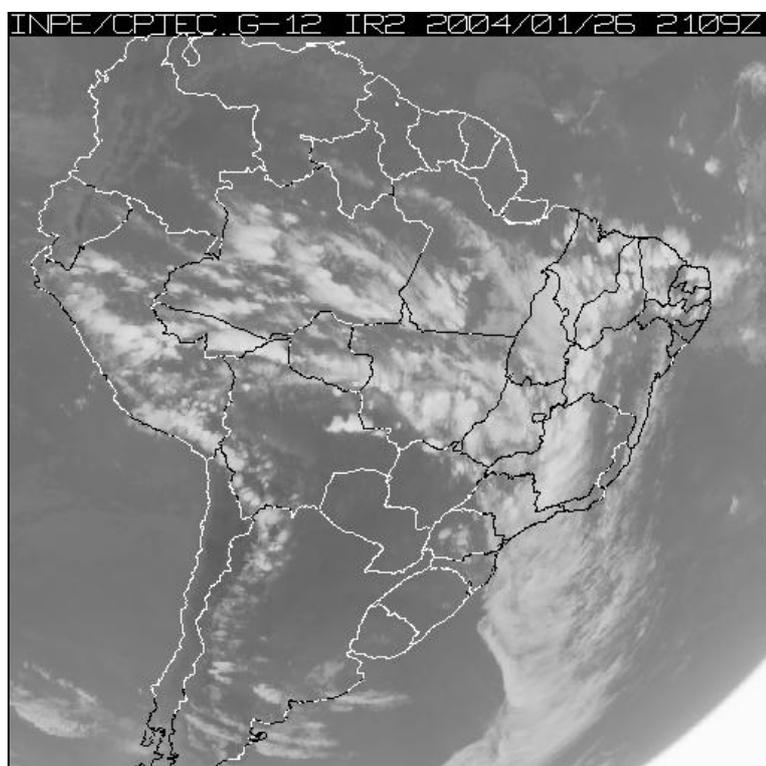
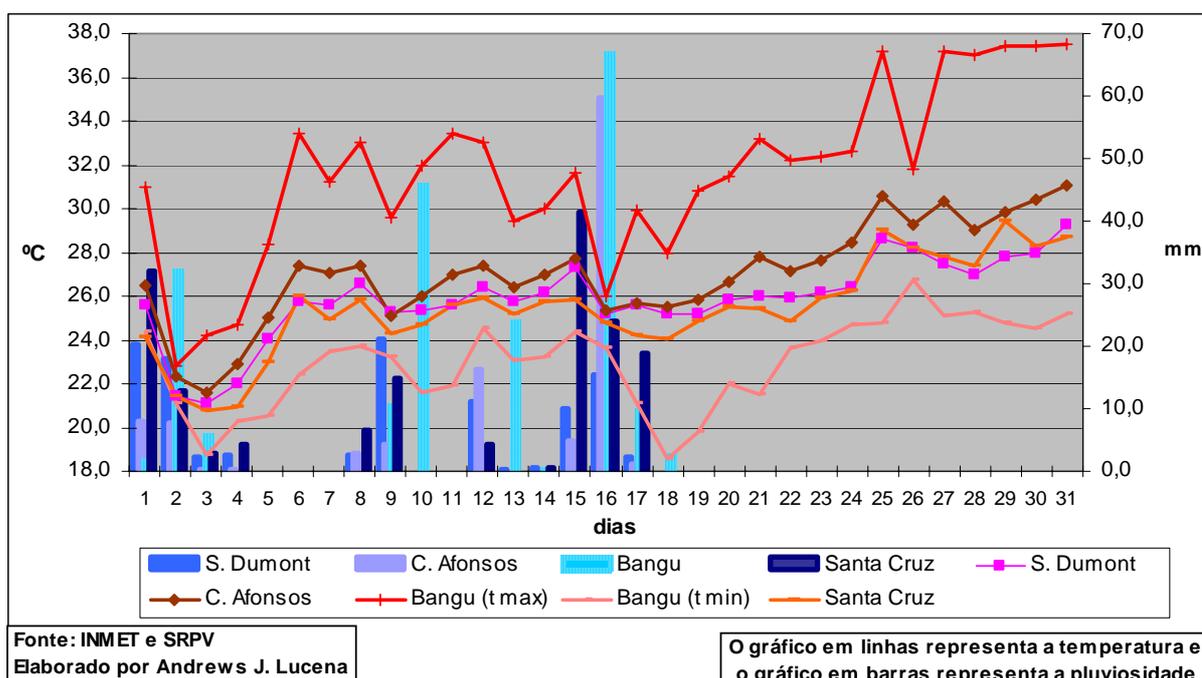


Figura 5.7. Imagem de satélite da América do Sul vapor d'água (21:09 GMT – 26/01/04)



Na cidade do Rio de Janeiro a estação meteorológica do Aeroporto Santos Dumont e as três estações da Zona Oeste (Campo dos Afonsos, Bangu e Santa Cruz) revelam que nos dias com o maior registro de chuva ocasionou com as temperaturas mais baixas do mês e, vice-versa (Gráfico 5.14).

Gráfico 5.14: Distribuição diária da temperatura⁴ e da pluviosidade nas estações meteorológicas de Santos Dumont, Campo dos Afonsos, Bangu e Santa Cruz no mês de janeiro de 2004:



Os dias chuvosos estão concentrados nos primeiros 18 dias, e desta data até o final do mês se prolongam os dias secos do mês de janeiro. Nos primeiros cinco dias do mês, a chuva está associada às células de convecção originadas do intenso aquecimento basal diurno, ocasionando em chuvas convectivas, comumente conhecidas como “chuvas de verão”. Entre os dias 8 e 17 as chuvas foram não só de origem convectiva, muito comum do verão, mas também estiveram associadas à entrada de sistemas frontais que geraram as “chuvas frontais”. Os maiores índices pluviométricos foram observados nas duas principais estações da Zona

⁴ A estação de Bangu até o mês de janeiro era, então, coordenada pelo INMET e só disponibiliza dados de máxima e mínima da temperatura. As demais estações são controladas pelo Ministério da Aeronáutica e disponibiliza os dados médios diários da temperatura do bulbo seco.

Oeste (Bangu e Santa Cruz, respectivamente), seguido por Campo dos Afonsos e Santos Dumont.

As temperaturas mais altas estão presentes nos últimos 10 dias do mês de janeiro. Em Bangu, a temperatura máxima ultrapassa os 37°C nos dias 25, 27, 29, 30 e 31. Nas outras três estações, Campo dos Afonsos possui as médias mais altas, seguidas por Santos Dumont e Santa Cruz, respectivamente. Em Campo dos Afonsos, nos dias 25, 27, 30 e 31 a média ultrapassa os 30,0°C e em Santa Cruz que se situa em grande parte do mês sempre abaixo das médias de Santos Dumont, nos últimos dias de janeiro conseguiu ultrapassar as médias da estação de Santos Dumont.

O dia 26 de janeiro não registra a temperatura mais elevada do mês, mas se insere entre os 10 dias mais quentes do mês. Provavelmente a temperatura esteve mascarada pela alta nebulosidade que se estendeu por todo o dia. A temperatura média diária neste dia em Santos Dumont foi 28,2°C, em Campo dos Afonsos 29,2°C e em Santa Cruz 28,2°C. Em Bangu a temperatura máxima alcançou os 31,8°C e a mínima 26,7°C.

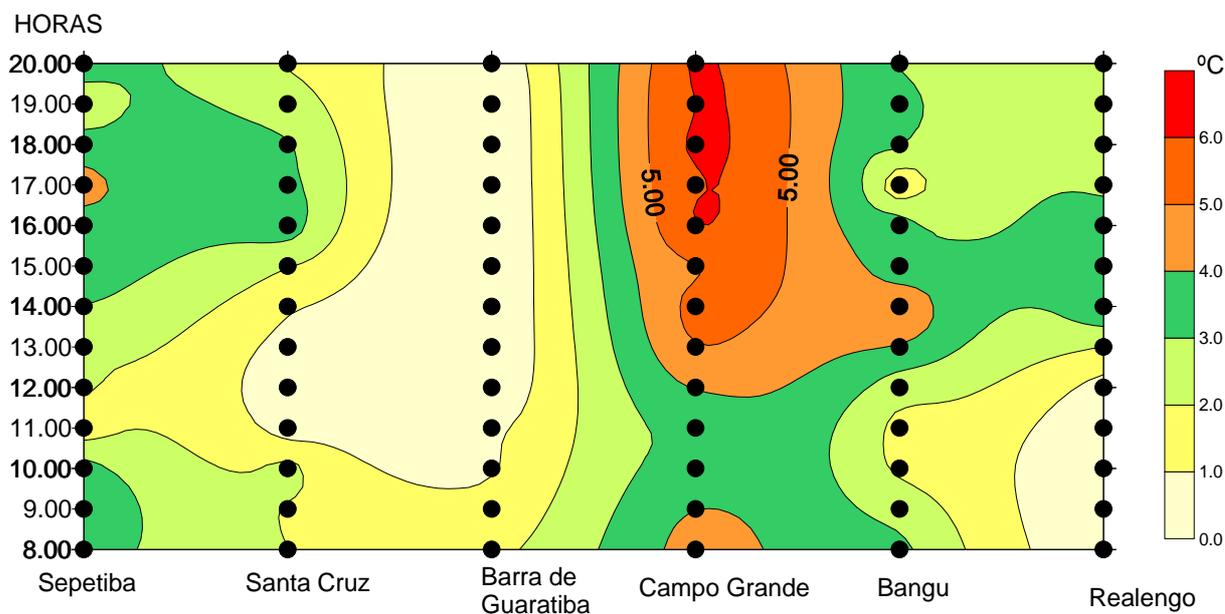
5.6.1.2. A ANÁLISE DOS PONTOS FIXOS

A intensidade da ilha de calor variou durante o dia pelas quatro magnitudes: fraca, moderada, forte e muito forte. Até o meio dia a intensidade máxima (“core”) não ultrapassou a magnitude “moderada” enquanto à tarde e à noite oscilou entre “forte” e “muito forte”. O core da ilha de calor praticamente não apresentou mobilidade espacial, mantendo-se estacionária, quase que diariamente, em Campo Grande (Figura 5.8).

Na figura 5.8 se observa uma mancha mais escura espacializada em Campo Grande. Em poucos momentos Bangu (às 13h e 14h) e Sepetiba (às 17h.) se aproximam de Campo Grande, mas com intensidade que varia de moderada a forte. Quanto à ilha de frescor ela se individualizou em Barra de Guaratiba, dividindo-se em alguns horários com Santa Cruz (às

11, 12 e 13h.) e Realengo (às 10, 11 e 12h), este último que nos primeiros dois horários da manhã concentrou a ilha de frescor matutina.

Figura 5.8. Variação horária e intensidade da ilha de calor no transecto Realengo-Sepetiba no dia 26/01/2004



O eixo Realengo, Bangu e Campo Grande além de “encaixado” no vale da baixada de Bangu possuem os maiores índices de urbanização, tanto no que se refere à densidade demográfica quanto à utilização do uso do solo. Estes fatores conjugados são determinantes para a elevação e persistência de temperaturas mais altas, contribuindo para o incremento na intensidade da ilha de calor. Surpreende é a “hegemonia” de Campo Grande sendo, de longe, o bairro mais quente, haja vista que Campo Grande não sustenta um histórico com temperaturas tão altas.

Em Realengo sua ilha de calor não foi tão intensa, como poderia se esperar. Esta “expectativa” se justifica pelo fato de que a temperatura coletada na estação meteorológica do bairro, ao longo de seus registros, em muitos momentos ultrapassava a temperatura coletada na estação meteorológica de Bangu, já que Realengo também se insere no domínio da baixada de Bangu.

Barra de Guaratiba, localizado na baixada de Guaratiba e Santa Cruz e Sepetiba localizados na baixada de Santa Cruz, por suas situações geográficas e pelos índices de urbanização mais baixos que da baixada de Bangu, configuraram intensidades da ilha de calor bem inferiores, sendo em Barra de Guaratiba o lócus permanente da ilha de frescor diurna e noturna. Em Sepetiba a ilha de calor diferencia-se bastante (em intensidade) de Santa Cruz e Barra de Guaratiba, estando em grande parte do dia com intensidades superiores a Realengo.

Estas variações além de inferir “novos conceitos” acerca da espacialização da temperatura na Zona Oeste (como, por exemplo, de que o bolsão de calor não é exclusivo de Bangu, mas também de Campo Grande – que parece até bem mais superior), ressalta a interferência de fatores atuantes no dia do evento que podem ter afetado na configuração da ilha de calor. O quadro 5.1 sumariza os parâmetros do dia do experimento.

Quadro 5.1: Quadro-síntese das médias diárias no transeto Realengo-Sepetiba no dia 26/01/04

Dados/Bairros	Realengo	Bangu	Campo Grande	B. de Guaratiba	Santa Cruz	Sepetiba
Temperatura (em °C)	29,8	31	33	28,3	29,9	31,1
UR%	58	67	60	76	73	87
Direção do vento	S/L	N/O	L	S/SE	N/L	N/L
Intensidade do vento	1	2	2	1	3	2
Nebulosidade	8	6	8	8	8	8
Fluxo de veículos	13	17	23	4	8	4
Taxa de Aquecimento (em °C)	1,1	0,9	0,8	0,7	0,4	0,4
Taxa de Resfriamento (em °C)	0,8	0,9	0,4	0,7	0,4	0,3

Fonte: Dados do campo (26/01/04). Elaborado por Andrews J. Lucena.

A média da temperatura foi bastante elevada em Campo Grande, seguida por Sepetiba e Bangu. Santa Cruz e Realengo aparecem em seguida e por fim Barra de Guaratiba. Não há uma diferença muito grande entre os bairros da baixada de Bangu (Realengo e Bangu) com os da baixada de Santa Cruz (Santa Cruz e Sepetiba), sob o ponto de vista da temperatura, uma hipótese sempre suscitada a respeito dessas duas áreas da Zona Oeste em abrigarem temperaturas bem opostas (as mais altas na baixada de Bangu e as mais baixas na baixada de Santa Cruz).

Quanto à umidade relativa as médias hígricas são mais altas em Barra de Guaratiba, Santa Cruz e Sepetiba, por influência do ar úmido da baía de Sepetiba e do mar em Guaratiba.

A nebulosidade e o vento tiveram pouca variação entre os bairros, predominando céu encoberto e vento fraco. A direção do vento predominante não esteve definida, mas as médias indicam vento de leste, o que ressalta a atuação do vento mais continental, isto é, mais seco.

O maior fluxo de atividades é identificado no eixo Realengo, Bangu e Campo Grande, indicado pelo maior fluxo de veículos nestes bairros. Estes bairros (principalmente Bangu e Campo Grande) são subcentros importantes na Zona Oeste, sustentando uma gama diversa de serviços. Barra de Guaratiba, Santa Cruz e Sepetiba comportam um fluxo de veículos mais reduzido revelando um fluxo de atividades menos intenso. O bairro de Santa Cruz se distingue um pouco mais dos outros dois bairros, por se tratar de um “pólo” comercial bastante importante para a baixada de Santa Cruz.

A utilização das taxas de aquecimento e resfriamento serve para indicar como as propriedades do solo e as características do entorno do ambiente influenciam na entrada e na saída da energia. Os dados do quadro 5.1 apontam um descompasso, apenas para Realengo e Campo Grande, quando a taxa de resfriamento é inferior à taxa de aquecimento, revelando que a capacidade de reter calor é maior que a de liberar. Nos outros bairros, basicamente, toda a energia que atingiu o solo foi suficiente para se dissipar na mesma proporção.

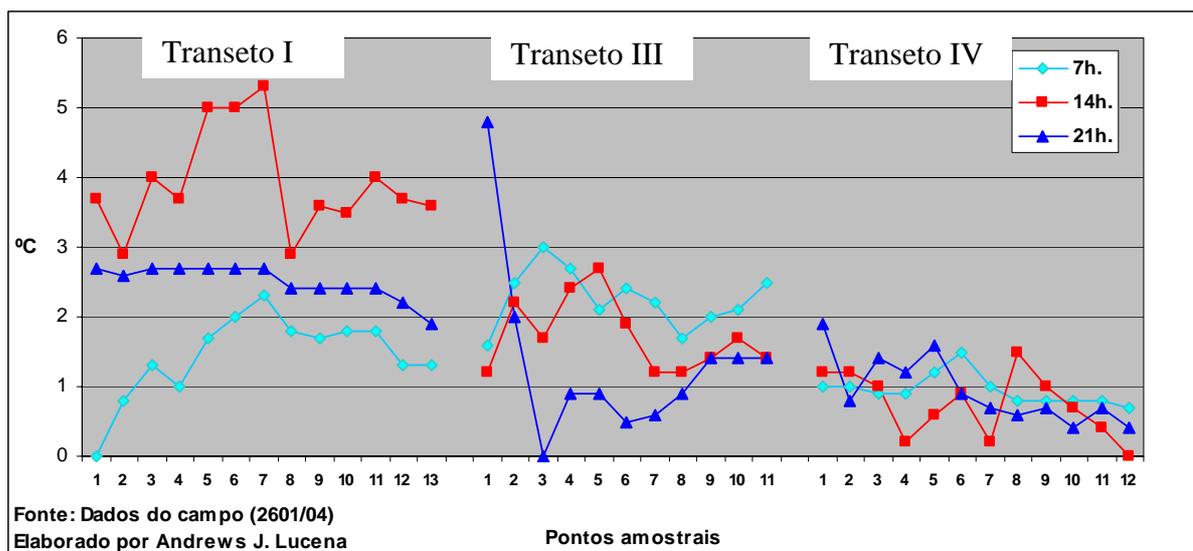
5.6.1.3. A ANÁLISE DOS TRANSETOS MÓVEIS

Quatro transetos (dois na baixada de Bangu e dois na Baixada de Santa Cruz) foram realizados com o fim de verificar as diferenças espaciais da temperatura nestes dois sítios da Zona Oeste. Por razões de ordem técnica, o transeto II (Bangu-Realengo) foi descartado, em função dos problemas no termohigrômetro digital.

O gráfico 5.15 representa a distribuição espacial da ilha de calor entre os 36 pontos dos três transetos. A coordenada das abscissas considera os transetos da seguinte forma: 1-13 (Transeto I Bangu-Av. Brasil), 1-11 (Transeto III Santa Cruz-Sepetiba) e 1-12 (Transeto IV

Santa Cruz-Av. Brasil). A coordenada das ordenadas considera a variação da ilha de calor. Em síntese, o gráfico demonstra que nos três horários os valores mais elevados da ilha de calor se espacializou no transeto I.

Gráfico 5.15: Variação horária (7h, 14h e 21h.) da ilha de calor entre os transetos I, III e IV no dia 26/01/04



Às 7h, a intensidade da ilha de calor variou de fraca a moderada, atingindo o core de 3°C na Estrada de Sepetiba (ponto 3 do transeto III), em oposição, a ilha de frescor se manifestou na Rua Marmiari – Fazenda do Viegas (ponto 1 do transeto I). Neste horário os núcleos mais intensos da ilha de calor oscilaram entre o transeto I e III, estando um pouco mais concentrado no transeto III.

No transeto I os núcleos mais amenos, inclusive a ilha de frescor, se concentraram nos primeiros cinco pontos, que correspondem à área residencial de Bangu situado bem próximo a encosta do maciço da Pedra Branca, e na Estrada da Cancela Preta e Av. Brasil (ponto 12 e 13), situados às proximidades do Maciço do Mendanha.

No transeto III os núcleos mais quentes da ilha térmica se desenvolveram nas vias de maior circulação, como na Estrada de Sepetiba, na Estrada do Piaí e na Praça 6 (pontos de 1 a 4 e 11). No setor praiano e mais interiorizado, área residencial do bairro, se concentrou o núcleo mais ameno da ilha de calor.

No transeto IV os núcleos mais elevados da ilha de calor se concentraram nas principais vias de circulação, como a Rua Felipe Cardoso e Senador Camará (pontos 1-6), mas com intensidades, em média, abaixo de 1°C o que revela que os núcleos foram bem amenos, quando comparados aos outros dois transetos.

Às 14h. o transeto I concentra todos os núcleos mais quentes da ilha de calor, que variou de fraca, moderada a forte intensidade. O core da ilha térmica (5,3°C) ocorreu na Av. Santa Cruz (em frente a Estação ferroviária de Bangu). Neste horário as variações da intensidade da ilha de calor não são muito díspares, pois todos os pontos recebem quantidade de energia semelhante⁵, assumindo temperaturas bem elevadas. Soma-se a este fato a contribuição dos ventos seco e quente oriundo do efeito foehn. Ainda assim, os pontos distribuídos pela área comercial (5 a 11) concentram os núcleos mais quentes da ilha térmica.

Segue-se o transeto III com os núcleos mais quentes da ilha térmica, variando sua intensidade de fraca a moderada. Os pontos mais quentes do transeto foram os localizados no início do percurso (entre os pontos 1-6). Os quatro primeiros pontos correspondem às vias de grande circulação, o ponto 5 (Rua da Floresta) representa uma rua da área residencial, sendo aí inclusive o ponto mais quente do horário (2,7°C) e o ponto 6 está localizado na praia de Sepetiba, que também secciona um ambiente da área residencial.

O transeto IV concentra núcleos bem amenos da ilha de calor, de fraca intensidade, pouco ultrapassando 1,0°C. O ponto 8 (Rua Senador Camará, em frente ao Hospital Pedro II) registra a média mais alta do horário (1,5°C). É neste transeto que se localiza a ilha de frescor diurna, individualizada no último ponto (12) - Av. Brasil, que neste trecho final da via expressa tem o seu grau de ocupação e de densidade construída mais reduzida.

As 21h. o transeto I abriga os núcleos mais quentes, de intensidade variando de fraca a moderada, mas que em geral não ultrapassou 3°C. Entre os pontos a variação é muito ínfima,

⁵ Neste horário o sol está bem próximo do seu zênite, isto é, do ponto mais elevado na esfera celeste quando a radiação atinge uma área maior. No caso específico do transeto, a área alcançada é relativamente pequena o que sugere que todos os pontos do transeto recebam uma parcela "igual" de radiação líquida.

não havendo muita diferença entre os pontos da área comercial com a área residencial (0,3°C). No transeto III os núcleos são ainda mais amenos, cuja intensidade da ilha de calor variou na categoria “fraca”, isto é, até 2°C. Contudo a intensidade máxima da ilha de calor noturna, situou-se no ponto 1 (4,8°C) e a ilha de frescor se situou ainda neste transeto, um pouco mais à frente no ponto 3. Os pontos 1, 2 e 3 estão alocados na Estrada de Sepetiba, o que sugere que as diferenças de uso do solo ao longo da via foram decisivas ao processo de resfriamento noturno, que pode ser comprovado com a análise das taxas de aquecimento e resfriamento que se dará adiante.

O transeto IV seguiu um comportamento semelhante ao do transeto III, com núcleos intercalados até 2°C, ou seja, de fraca intensidade. Os valores mais quentes (acima de 1°C) estiveram situados nos primeiros cinco pontos (distribuídos ao longo da rua Felipe Cardoso – principal rua do bairro) e os valores mais amenos (abaixo de 1°C) oscilaram entre as vias secundárias que cortam o setor residencial e a Av. Brasil.

Na comparação entre os dois sítios da Zona Oeste (baixada de Bangu e baixada de Santa Cruz) é evidente a diferença entre estes dois sítios, observado pelas taxas de aquecimento e resfriamento dos transetos móveis, conforme ilustrado no quadro 5.2.

No transeto I, as taxas de aquecimento são mais elevadas (de 0,1 a 0,4°C) que as de resfriamento. Nos demais transetos, ocorre o inverso, as taxas de resfriamento são superiores, salvo o ponto 1 do transeto III e os pontos 1, 3 e 4 do transeto IV. Isto revela que os fatores do uso do solo, conjugados aos físico-naturais, determinam núcleos mais quentes na baixada de Bangu, enquanto a baixada de Santa Cruz abriga condições de maior amenidade.

As taxas de aquecimento e resfriamento são processos importantes na configuração da ilha de calor e frescor, como é exemplificado nos pontos 1-3 do transeto III, localizados na Estrada de Sepetiba. O ponto 1 que abrigou a ilha de calor noturna, tem sua taxa de aquecimento superior a de resfriamento; no ponto 3 (local da ilha de frescor noturna) a

situação é inversa. Provavelmente, a variação ao longo da via revela a diversificação microclimática do interior urbano, atribuída à especialização do uso do solo.

Quadro 5.2: Taxas de aquecimento e resfriamento ao longo dos transetos móveis no dia 26/01/04

T I: Bangu-Av. Brasil.	TA °C	TR °C	Diferença (TA - TR)
1. Rua Marmiari - Fazenda do Viegas	1,2	0,8	0,4
2. Praça Francisco Dias - Ponto final do 393	1,0	0,7	0,3
3. R. Rio da Prata - Mercado Guanabara	1,1	0,9	0,2
4. R. Boiobi/Rua da Feira	1,1	0,7	0,4
5. Praça Raimundo Paz - Casino Bangu	1,2	1,0	0,2
6. R. Silva Cardoso/R. Prof ^o Clemente Ferreira	1,1	1,0	0,1
7. Av. Santa Cruz - Estação ferroviária de Bangu	1,1	1,0	0,1
8. R. Coronel Tamarindo - ponto de ônibus	0,8	0,7	0,1
9. R. Sul América	1,0	0,8	0,2
10. Av. Ministro Ari Franco/R. Sainá	0,9	0,8	0,1
11. Est. da Água Branca - I. B. Água Branca	1,0	0,9	0,1
12. Estr. da Cancela Perta	1,0	0,9	0,1
13. Av. Brasil	1,0	0,9	0,1
T III: Santa Cruz-Sepetiba	TA °C	TR °C	Diferença (TA - TR)
1. Estr. de Sepetiba/Estr. Cruz das Almas	0,6	0,2	0,4
2. Estr. de Sepetiba-Largo do Arão	0,6	0,7	-0,1
3. Estr. de Sepetiba-Conj. Nova Sepetiba	0,5	0,9	-0,4
4. Estr. do Piaí/R. Pedro Leitão	0,8	0,9	-0,1
5. Rua da Floresta	0,8	0,9	-0,1
6. Praia de Sepetiba	0,6	0,9	-0,3
7. Rua do Iate	0,5	0,8	-0,3
8. R. Aristides Gouveia (Hotel Chave de Ouro)	0,6	0,7	-0,1
9. Praça 6 (ponto final do 870)	0,6	0,7	-0,1
10. Praia do Recôncavo	0,6	0,7	-0,1
11. Praia do Cardo	0,5	0,7	-0,2
T IV: Santa Cruz-Av. Brasil	TA °C	TR °C	Diferença (TA - TR)
1. R. Felipe Cardoso	0,7	0,6	0,1
2. R. Felipe Cardoso/Av. Eng. Gastão Rangel	0,7	0,7	0,0
3. R. Felipe Cardoso/Av. Antares	0,7	0,6	0,1
4. R. Felipe Cardoso/Av. General Olímpio	0,6	0,5	0,1
5. R. Felipe Cardoso/Av. Isabel	0,6	0,7	-0,1
6. R. Senador Camará	0,6	0,7	-0,1
7. Praça Ruão	0,6	0,6	0,0
8. R. Senador Camará (Hospital Pedro II)	0,6	0,7	-0,1
9. Est. Morro do Ar/R. Horto Florestal	0,7	0,7	0,0
10. Est. Morro do Ar - Canal Cação Vermelho	0,7	0,7	0,0
11. Est. Do Morro do Ar - R. Sales	0,6	0,6	0,0
12. Av. Brasil - Extra	0,6	0,6	0,0

Elaborado por Andrews J. Lucena.

5.6.2. O EPISÓDIO DE INVERNO (29/07/2004)

5.6.2.1. A ATUAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO MÊS DE JULHO NA REGIÃO SUDESTE E AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

O mês de julho, como é de se esperar, foi marcado por baixo índice pluviométrico, mas mesmo assim as chuvas ultrapassaram a média do período em todo o Sudeste (CPTEC, 2005). As chuvas estiveram associadas à ação das frentes frias, que em sua maioria apresentaram trajetória continental. A massa de ar frio, posicionada na retaguarda da frente fria, foi responsável pelas baixas temperaturas do inverno e pela ocorrência de geadas na região Sul e nas regiões serranas do Sudeste e Centro-Oeste.

Seis foram os sistemas frontais que influíram no país. O primeiro ingressou no sul do país no dia 01, com pouca atuação, deslocando-se para o oceano no dia seguinte. No dia 03, o segundo sistema frontal atuou no interior e litoral do Rio Grande do Sul. Este sistema ficou semi-estacionário no litoral paulista por dois dias e depois se deslocou até Vitória/ES, dissipando-se para o oceano no dia 07. Neste mesmo dia um terceiro sistema frontal penetrou pelo Rio Grande do Sul, deslocou-se pelo litoral de São Paulo, onde enfraqueceu.

No dia 10, uma nova frente fria ingressou no sul do País. Pelo interior, esta frente atuou na Região Sul e em Campo Grande-MS e, pelo litoral, deslocou-se até Ilhéus-BA, onde enfraqueceu e foi para o oceano.

O quinto sistema frontal atuou entre os dias 14 e 15 no Rio Grande do Sul. Entre os dias 14 a 21 percorreu a faixa litorânea do Brasil e atingiu parte da região Nordeste, por onde atuou até o dia 27. No dia 29, o sexto e último sistema frontal atuou no interior das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e, pelo litoral, deslocou-se até o litoral do estado de São Paulo. Este último sistema frontal não atingiu o estado do Rio de Janeiro no dia 29 (Figuras 5.9, 5.10, 5.11, 5.2, 5.13, 5.14) tempo bom, com céu claro e leve calmaria.

Figura 5.9. Carta sinótica de superfície da América do Sul (00:00 GMT – 29/07/04)

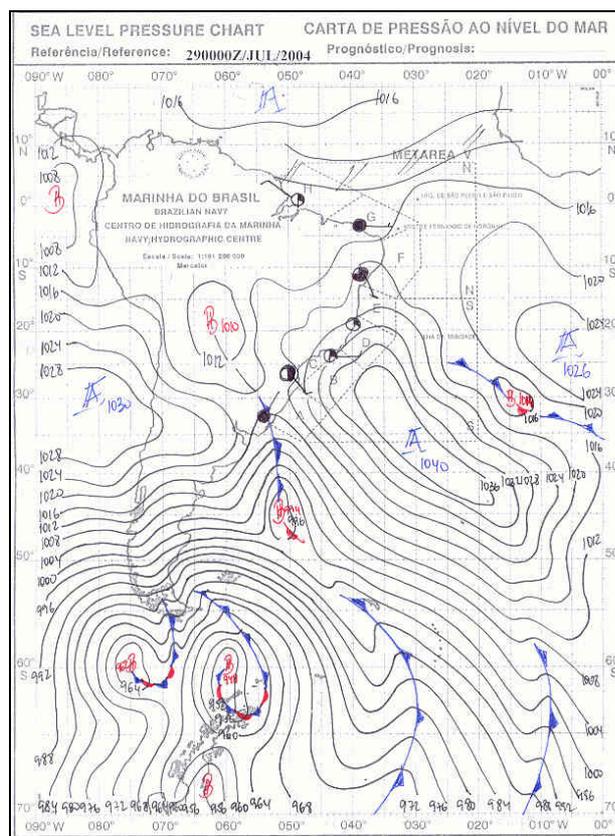


Figura 5.10. Carta sinótica de superfície da América do Sul (12:00 GMT – 29/07/04)

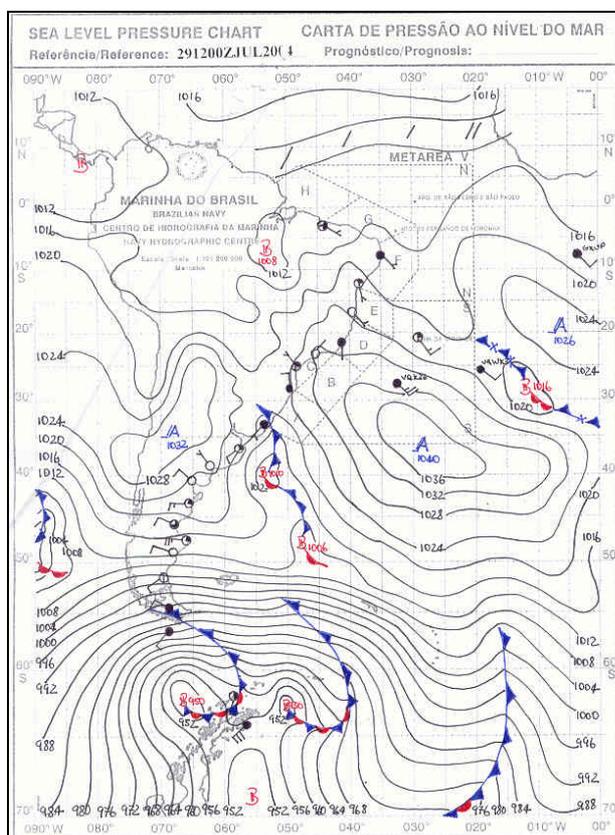


Figura 5.11 Carta sinótica de superfície da América do Sul (00:00 GMT – 30/07/04)

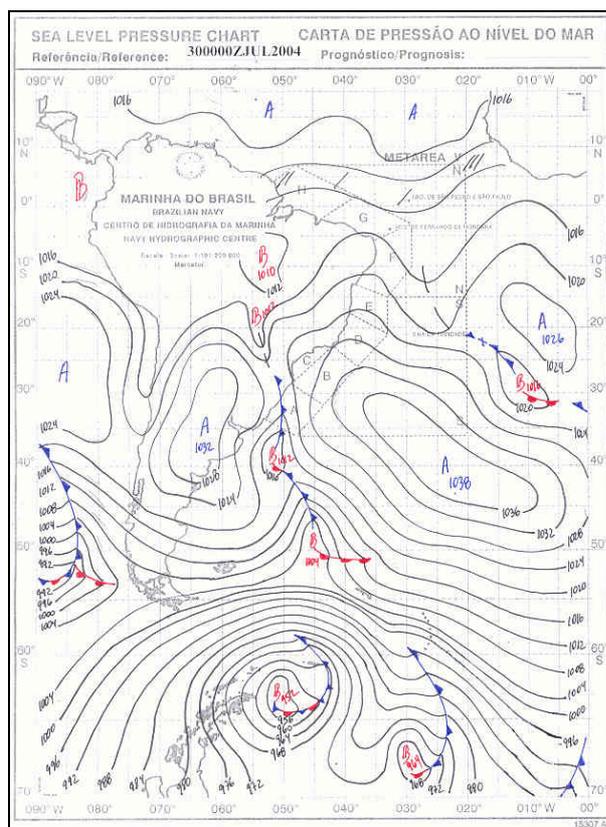


Figura 5.12. Imagem de satélite da América do Sul – vapor d'água (08:09 GMT – 29/07/04)

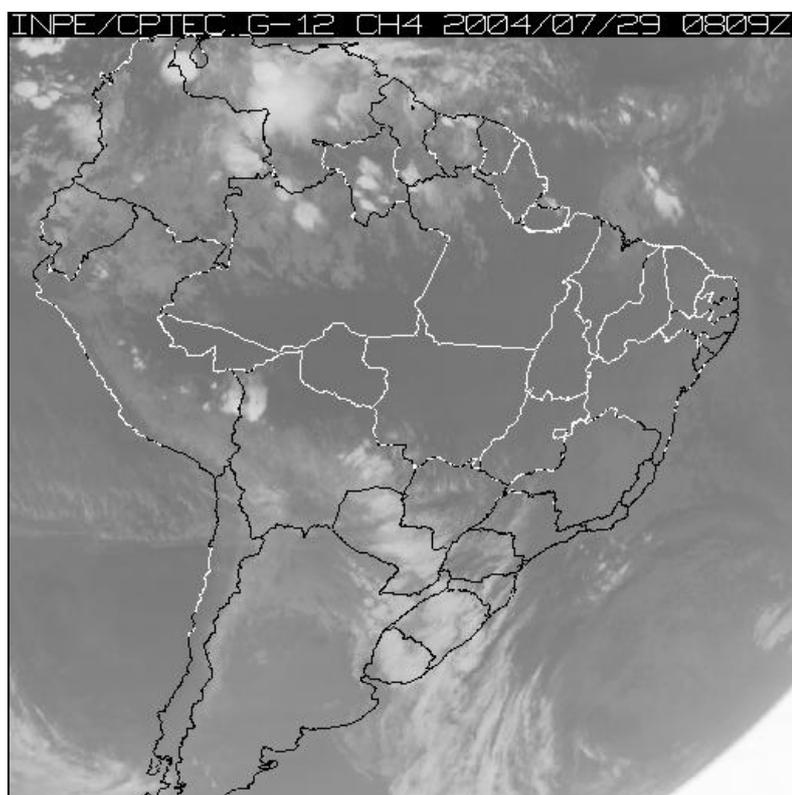


Figura 5.13. Imagem de satélite da América do Sul – vapor d'água (16:09 GMT – 29/07/04)

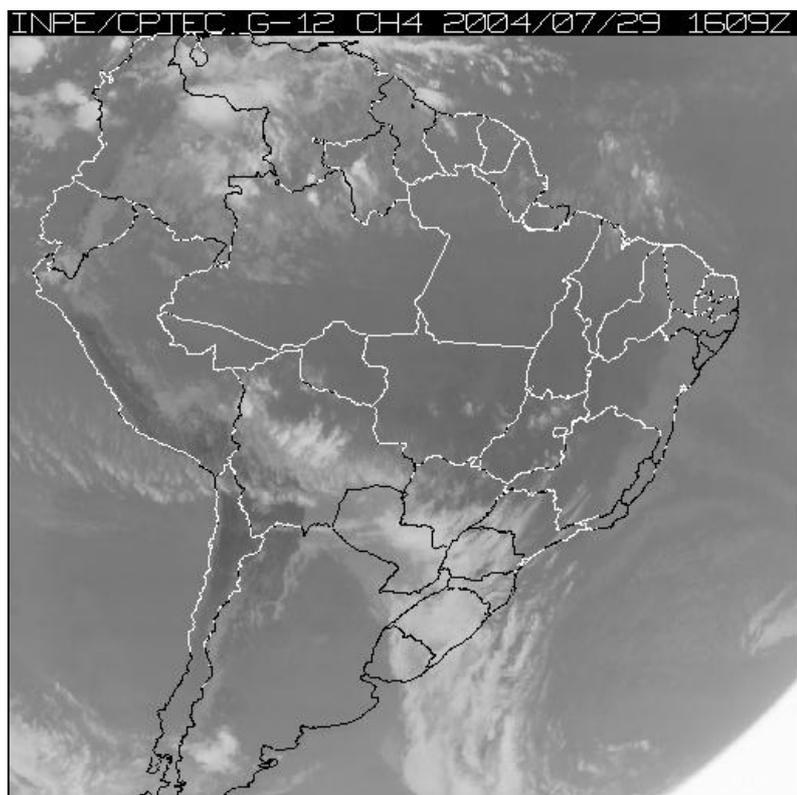
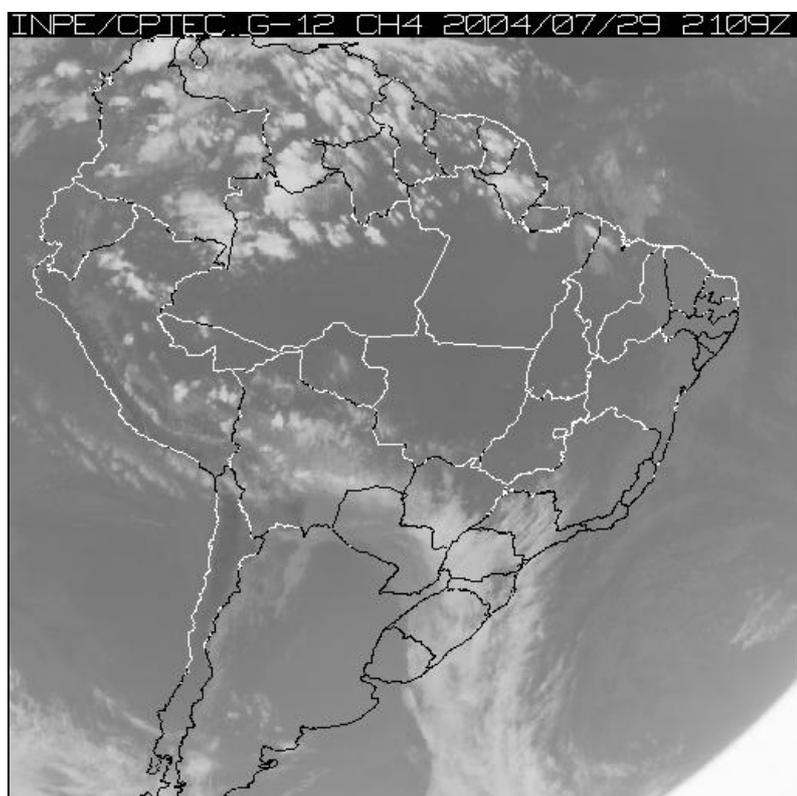


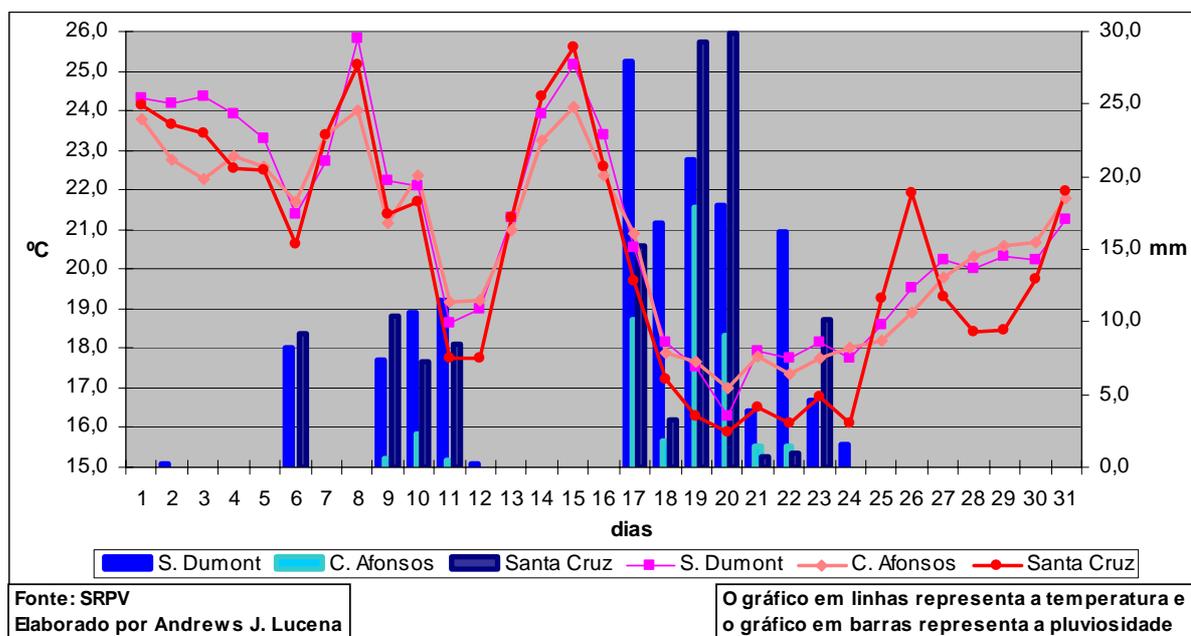
Figura 5.14. Imagem de satélite da América do Sul – vapor d'água (21:09 GMT – 29/07/04)



Nas imagens de satélite verifica-se que há ausência de nuvens sobre o estado do Rio de Janeiro, favorecido pela extensão do anticiclone do Atlântico Sul, conforme visualizado nas cartas de pressão em superfície. O Anticiclone está situado entre duas frentes frias e em seu centro há uma isóbara de 1040mb. Sobre o estado do Rio de Janeiro a pressão média variou entre 1028 e 1024mb e a orientação do vento foi de nordeste com fraca intensidade.

Na cidade do Rio de Janeiro a temperatura média no mês de julho variou entre 15 e 26°C e o total pluviométrico diário não ultrapassou os 30mm (Gráfico 5.16). As temperaturas mais baixas (inferior a 19°C) estiveram associadas aos dias de ocorrência de chuva, provocada por incursões da frente polar atlântica na cidade. Este período mais chuvoso e com temperaturas mais baixas se situaram entre os dias 9 e 11 e, principalmente, entre os dias 17 e 23. O período mais seco e de temperaturas mais altas se situaram nos primeiros cinco dias, entre os dias 12 e 16 e, especialmente, entre os dias 25 e 31.

Gráfico 5.16: Distribuição diária da temperatura e da pluviosidade nas estações meteorológicas de Santos Dumont, Campo dos Afonsos e Santa Cruz no mês de julho de 2004



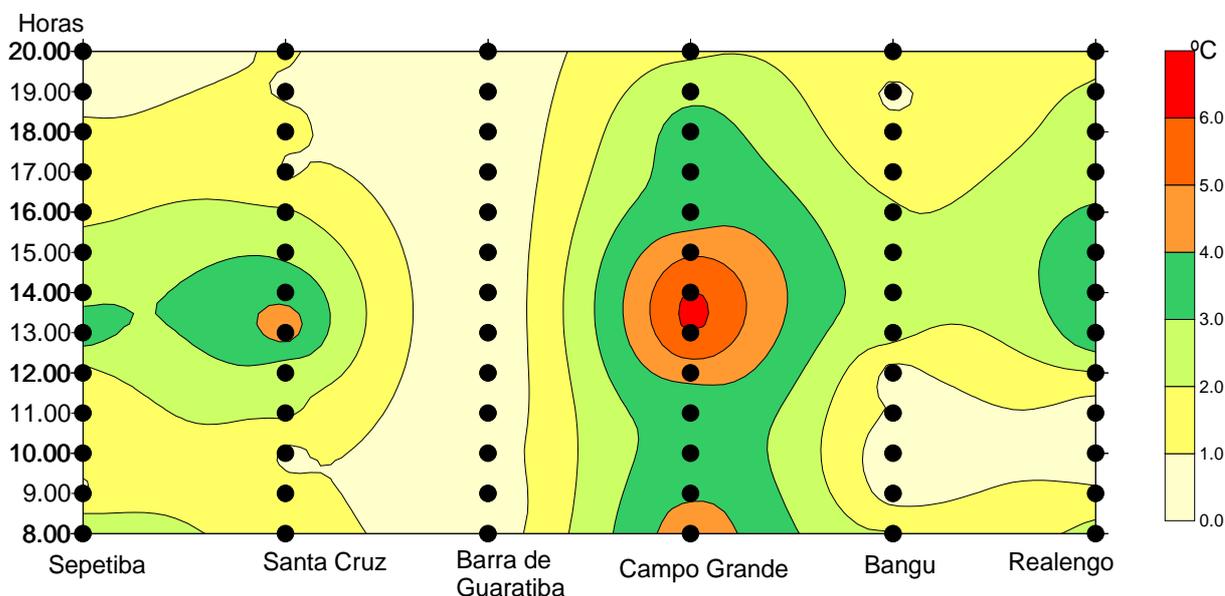
Entre as três estações a temperatura pouco variou. Apenas no início e no fim do mês é que ocorre uma oscilação maior entre as estações, ainda assim, a diferença não ultrapassa 2°C.

A temperatura média mais alta do mês foi registrada em Santos Dumont no dia 8 (25,8°C); seguida por Santa Cruz, no dia 15 (25,6°C), e Campo dos Afonsos, também no dia 15 (24,1°C). No dia 29 a temperatura variou em torno dos 20°C em Santos Dumont (20,3°C) e Campo dos Afonsos (20,6°C), enquanto em Santa Cruz a média diária foi um pouco mais baixa (18,4°C). Quanto à chuva, Santos Dumont e Santa Cruz apresentaram total mensal acima de 100mm (148,6 e 124,9mm, respectivamente) e Campo dos Afonsos apenas 45,4mm.

5.6.2.2. A ANÁLISE DOS PONTOS FIXOS

O campo térmico apresenta semelhanças ao identificado no episódio de verão, tanto em relação à espacialização da ilha de calor como também a sua intensidade. Os núcleos mais quentes estão localizados em Campo Grande, com intensidade que varia de fraca a muito forte, e a ilha de frescor é exclusividade de Barra de Guaratiba (Figura 5.15).

Figura 5.15. Variação horária e intensidade da ilha de calor no transecto Realengo-Sepetiba no dia 29/07/2004



Campo Grande concentra o core da ilha de calor matutina, diurna e noturna, mas é no período entre as 12 e 15h. (salvo às 8h. da manhã) que a intensidade oscila entre a magnitude forte e muito forte. Bangu e Realengo tem seus cores mais intensos no período diurno, mas

sem dúvida Realengo sobressai com os núcleos mais quentes. Enquanto em Bangu o core máximo da ilha térmica é de 2,7°C (intensidade moderada) às 14h e ainda abriga uma ilha de frescor às 10h, Realengo dispõe de núcleos, também de magnitude moderada, mas acima dos 3°C entre as 13 e 16h. e concentra a intensidade máxima da ilha de calor às 20h, no valor de 1,8°C, ao lado de Campo Grande.

No extremo oeste, Santa Cruz desenvolve os núcleos mais quentes. Se embora, em dois horários do período matutino (8 e 10h.), Sepetiba tem núcleos bem acima, em Santa Cruz no período diurno e noturno prevalece a ilha de calor com maior intensidade. Das 11 às 16h. a ilha de calor é de moderada intensidade, porém às 13h. o núcleo é de forte intensidade (4,7°C), tornando-se o segundo maior do horário (estando abaixo de Campo Grande).

Em Barra de Guaratiba, com exceção apenas das 10h. da manhã que seu núcleo foi de 0,7°C, em todos os demais horários foi identificada a ilha de frescor, revelando a situação de amenidade desta área da Zona Oeste.

Uma característica marcante dos dois episódios (verão e inverno) é a concentração dos núcleos mais quentes da ilha de calor no período de maior aquecimento (entre 11 e 15h.). No mapeamento do campo térmico na cidade do Rio de Janeiro, realizado por Brandão (1996), o core da ilha de calor (5°C) às 15h. se concentrou na Zona Oeste, em particular em Bangu. A autora leva em consideração as características do sítio (distância do mar, ausência de corpos líquidos, orientação e gradiente dos maciços) como o fator principal para a concentração da ilha térmica configurada em Bangu, enquanto às 21h. os ambientes de maior densidade construída, como Copacabana e Maracanã, sobrepujaram os atributos geocológicos, registrando-se nestes bairros a ilha de calor noturna.

Na Ilha do Governador/RJ Fialho (2002) também encontrou na análise dos pontos fixos, no verão e no inverno, os núcleos mais intensos da ilha térmica entre as 11 e 14h, mais especificamente às 11h, com um gradiente térmico de 4,9°C no verão e de 6,1°C no inverno.

Para a cidade de São Paulo, Lombardo (1985) munida de transetos fixos e móveis, detectou ilhas mais quentes (de até 10°C) à tarde (no inverno e no verão), que coincidiu as áreas com maior índice de poluição atmosférica e com as áreas de maior concentração de edifícios e indústrias, mostrando uma estreita relação entre ilha de calor e uso do solo.

Lee (1992) analisou a configuração da ilha de calor em Londres durante 1962-1989 e concluiu que a ilha de calor diurna tem sido menos intensa, enquanto à noite tem sido acrescida. Para a cidade de Porto Alegre, Danni (1987) constatou núcleos mais quentes da ilha térmica à noite, seguida do horário diurno e matutino, concentrados sobre as áreas mais edificadas e de uso industrial e em Campo Grande/MS Maitelli (1994) também constatou o core da ilha térmica à noite, com intensidade de 5°C. No bairro Méier/RJ, França (2002) detectou no horário noturno os núcleos mais intensos da ilha de calor e associou à retenção de calor da superfície urbana.

Estas diferenças horárias encontradas na manifestação das ilhas térmicas, comparadas entre as cidades, chamam atenção sobre um fato comentado por Sezerino e Monteiro (1990) quando mapearam o campo térmico da cidade de Florianópolis. De acordo com os autores embora seja o efeito “ilha de calor” um dos atributos dos climas urbanos, isto não significa que este efeito se manifeste de forma semelhante em todas as cidades, prevalecendo nelas diversos fatores, sejam os de ordem natural (sítio, topografia, orientação das vertentes) ou de ordem do uso do solo urbano.

Os resultados conferidos neste episódio de inverno na Zona Oeste confirmam algumas considerações já apontadas no episódio de verão. Duas delas são: a comprovação de Campo Grande como o principal bolsão de calor da Zona Oeste e Barra de Guaratiba como o lócus das temperaturas mais amenas. Certamente, estes resultados estão relacionados à localização geográfica destes dois bairros e pelo uso do solo urbano. Por um outro lado, os bairros adjacentes a Campo Grande, tanto os do lado leste (Realengo e Bangu) como oeste (Santa

Cruz e Sepetiba), não apresentam variação muita expressiva sob o aspecto térmico, onde o diferencial entre estes bairros é a densidade demográfica e de ocupação.

Um elemento climático que não provocou uma variação mais brusca na intensidade máxima da ilha de calor entre verão e inverno, foi o fator nebulosidade. Normalmente, espera-se em situações de céu claro (como o ocorrido no inverno) núcleos mais intensos, enquanto que nos dois episódios sazonais o core foi muito semelhante (em torno dos 6°C). Na Área Central da cidade do Rio de Janeiro, Brandão e Lucena (2000) ao compararem os episódios de primavera entre 1997 e 1998, concluíram que em 1998 a ilha de calor atingiu sua intensidade máxima (de 9,5°C “contra” 3,3°C em 1997), e esteve associada às condições de céu claro e ar calmo. Situação semelhante foi encontrada por Park (1986) para a cidade de Seoul, na Coreia, Lopez et. al. (1995) para Madrid na Espanha, por Alcoforado (1998) para Lisboa, em Portugal e por Ripley et al (1996) para a pequena cidade de Saskatoon (Canadá).

No quadro 5.2 se observa que a diferença de temperatura entre Campo Grande e Barra de Guaratiba são os mais extremos (4°C). Realengo, Bangu, Santa Cruz e Sepetiba encontram-se intercalados entre Campo Grande e Barra de Guaratiba, com a diferença de temperatura entre eles inferior a 1°C. Para a umidade, sua porcentagem é mais expressiva em Barra de Guaratiba, Santa Cruz e Sepetiba, sempre superior a 80%. Quanto ao vento, não há uma direção predominante, porém a direção de Norte foi a mais detectada, e a intensidade foi de fraca intensidade. A cobertura do céu apresentou poucas nuvens e pode ter sido um elemento importante para que a ilha de calor sobressaísse nos bairros de Santa Cruz e Sepetiba.

Quadro 5.2: Quadro-síntese das médias diárias no transeito Realengo-Sepetiba no dia 29/07/04

Dados/Bairros	Realengo	Bangu	Campo Grande	B. de Guaratiba	Santa Cruz	Sepetiba
Temperatura (em °C)	23,4	22,5	25,1	21,1	23,1	22,8
UR%	76	69	68	83	80	86
Direção do vento	SE/NE/L	N/NO	L/SE	NO/S/SO	O/NE	N/S
Intensidade do vento	2	2	1	1	3	2
Nebulosidade	3	3	3	1	2	2
Fluxo de veículos	15	16	20	1	16	2
Taxa de Aquecimento (em °C)	1	0,9	1,2	2,1	1,6	0,8
Taxa de Resfriamento (em °C)	1	0,6	1,2	0,6	0,8	0,8

Fonte: Dados do campo (29/07/04). Elaborado por Andrews J. Lucena.

Na média diária do fluxo de veículos os bairros da baixada de Bangu e o bairro de Santa Cruz concentram os maiores fluxos. Quanto às taxas de aquecimento e resfriamento, em Realengo, Campo Grande e Sepetiba suas taxas de resfriamento foram proporcionais às de aquecimento, enquanto Bangu e Santa Cruz obtiveram taxas de resfriamento inferiores a de aquecimento, o mesmo verificado em Barra de Guaratiba, porém neste quase quatro vezes mais baixa que a taxa de aquecimento

A variação acentuada nas taxas de aquecimento e resfriamento em Barra de Guaratiba, pode ser explicada pela presença do mar, que acumula mais energia térmica no inverno e a libera mais vagorosamente; como também pela alta umidade (83%), favorecendo a uma taxa de resfriamento mais reduzida, pois a umidade ameniza a perda de energia (o mesmo pode ter ocorrido em Santa Cruz, com 86% de umidade relativa do ar); a ação da brisa é uma terceira possibilidade, pois estimula a maior mistura do ar, dificultando a liberação de energia. Estes apontamentos são fundamentais, porque as condições do uso do solo urbano no bairro não são ainda determinantes para o acúmulo de calor e assim refletir na baixa taxa de resfriamento.

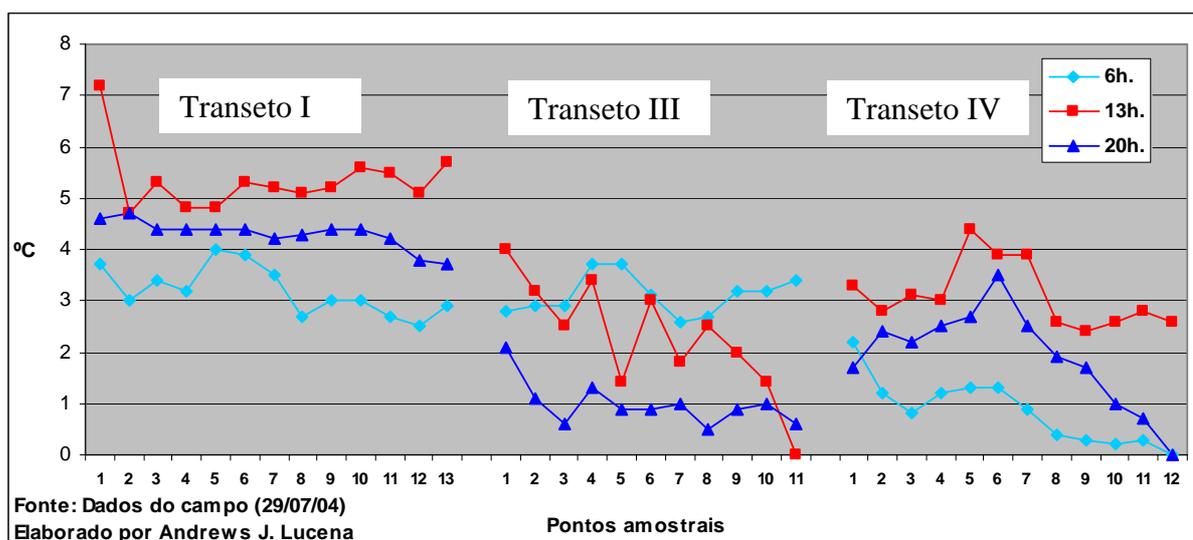
Na Ilha do Governador/RJ Fialho (op cit) detectou, no verão e no inverno, taxas de resfriamento mais baixas nos bairros situados na posição leste, sul e sudeste que recebem grande influência das brisas, atuando como atenuante térmico. Os bairros da posição nordeste e noroeste, mais resguardados da brisa, acumularam taxas de resfriamento bem mais elevadas.

Contudo, nas áreas de maior adensamento e serviços urbanos é comum a diminuição das taxas de resfriamento noturnas, em função do uso do solo. Para a cidade de Birmingham (Inglaterra), Johnson (1985) no estudo da ilha de calor urbana utilizou a metodologia de Oke e Maxwell (1974) das taxas de aquecimento e resfriamento. A intensidade da ilha de calor foi mais alta à tarde, mantendo-se constante à noite, que aliada às características do uso do solo urbano limitou em muito as taxas de resfriamento à noite, tudo em função da difusão da superfície térmica acumulando a retenção de calor no período noturno.

5.6.2.3. A ANÁLISE DOS TRANSETOS MÓVEIS

O transeto I é, de longe, o que agrega os núcleos da ilha de calor mais intenso nos três horários diários (Gráfico 5.17), embora às 6h. o transeto III apresenta alguns núcleos de mesma intensidade ou superior. Esta configuração é bastante semelhante à ocorrida no episódio de verão, diferenciando-se um pouco na intensidade da ilha térmica, que no inverno foi mais intenso. Um outro ponto a se destacar na comparação verão-inverno é em relação a espacialização da ilha de calor entre os transetos III e IV, que se configurou mais intensa no transeto IV no episódio de inverno.

Gráfico 5.17: Variação horária (6h, 13h e 20h.) da ilha de calor entre os transetos I, III e IV no dia 29/07/04



Às 6h. os núcleos mais quentes foram de intensidade moderada e se intercalaram entre o transeto I e III, mas o core da ilha de calor matutina (4°C) se espacializou no ponto 5 (Praça Raimundo Paz, em frente ao Casino Bangu) do transeto I. Os núcleos mais amenos da ilha de calor, com fraca intensidade, se espacializaram no transeto IV com valores em média abaixo de 1°C, sendo inclusive no ponto 12 (Av. Brasil) o núcleo da ilha de frescor.

No horário das 6h. já se reflete a interferência do fluxo de veículos no corredor central dos bairros, onde foram registrados os núcleos mais quentes da ilha de calor. Entre estes estão a Praça Raimundo Paz, rua Silva Cardoso, av. Santa Cruz, rua Sul América e av. Ministro Ari

Franco no transeto I; Estrada do Piaí no transeto III e rua Felipe Cardoso e Senador Camará no transeto IV.

Às 13h. os núcleos da ilha térmica se intensificam ainda mais no transeto I variando a intensidade de forte a muito forte, configurando-se no ponto 1 (Rua Marmiari, na Fazenda do Viegas) o núcleo mais intenso do horário (7,2°C). O ponto 1 por se tratar do principal corpo verde do transeto se justifica o maior consumo de calor, tendo em vista que a vegetação absorve grande parte da energia de ondas curtas e longas neste horário de maior aquecimento diurno. Pelos demais pontos, tanto da área comercial como residencial os núcleos de intensidade registraram valores bastante semelhantes.

Ainda no horário das 13h. há uma migração dos núcleos mais quentes da ilha de calor do transeto III para o IV. Esta configuração do campo térmico entre os dois transetos se destoa daquele configurado no episódio de verão, quando seguido do transeto I aparecia o transeto III com os núcleos mais quentes. O transeto III, ainda, abriga a ilha de frescor diurna, localizada na Praia do Cardo (ponto 11).

Às 20h. a configuração do campo térmico é semelhante a das 13h. A intensidade da ilha térmica foi bem mais inferior, variando entre 4 e 5°C no transeto I, 1 e 3°C no transeto IV e 0,5 e 1,5°C no transeto III. A ilha de frescor migrou do transeto III para o IV se situando, outra vez, na Av. Brasil (ponto 12).

A Av. Brasil, “ponto final” dos transetos I e IV, apresenta aspectos térmicos bem distintos, tanto no verão como no inverno: no transeto IV abrigou as “ilhas de frescor” em cinco dos seis horários; no transeto I apenas abrigou a ilha de frescor noturna. Os dois pontos da avenida são áreas abertas, de baixa densidade construída e com um fluxo de veículos elevado, mas em Santa Cruz a ocupação é ainda mais rarefeita, o espaço é mais aberto e o fluxo de veículos diminui ainda mais, pois é o fim da avenida Brasil na cidade. Estes

elementos podem explicar as diferenças contidas entre estes dois pontos da avenida Brasil, em Bangu e Santa Cruz.

A prática dos transetos móveis tem sido recorrente entre os pesquisadores do clima urbano. Lopez et al. (1995) estudaram o clima urbano de Madrid (Espanha) a partir de dois transetos móveis, um com 63 pontos (31 Km) e outro de 87 pontos (17,2Km) num total de 79 trajetos atravessando diversas localidades da cidade. Ripley et al (1996) estudaram a variação temporal e espacial da temperatura na pequena cidade de Saskatoon Canadá através de 13 transetos móveis e identificaram núcleos da ilha de calor que variaram entre 4 e 8°C.

Assis (2001) para a cidade de Belo Horizonte/MG traçou dois transetos, um percorrendo diversos bairros, com 16 pontos de coleta e o segundo exclusivo para a área central da cidade, distribuídos por 7 pontos. O resultado revelou que no 1º transeto o core da ilha térmica alcançou quase 5°C (no horário matutino), enquanto no 2º a intensidade máxima da ilha térmica foi de 3,2°C (final da tarde).

Fialho (op cit), em episódios de verão e inverno, para a Ilha do Governador/RJ traçou quatro transetos móveis às 6, 13 e 21h, num total de 63 pontos, onde foram encontradas temperaturas mais amenas nas localidades da vertente sul, voltadas para a brisa marítima, e temperaturas mais altas nas colinas centrais e nos fundos de vale, mais protegidos da ação dos ventos, onde também se encontram os centros de maior atividade comercial.

França (op cit) analisou o campo térmico do Méier/RJ traçando um transeto móvel em um episódio de verão e inverno, distribuído por 16 pontos pelo bairro e detectou intensidade máxima de 8,9°C no episódio de inverno/2001.

Oke e Maxwell (1974) mapearam o campo térmico nas cidades de Montreal e Vancouver, utilizando a técnica por transetos móveis. Apoiados no método de taxas de aquecimento e resfriamento “rural-urbano”, os autores identificaram o core máximo da ilha de calor à noite, tanto no verão como no inverno, na área mais central das cidades; enquanto

nas áreas periféricas a ilha de calor decresceu mais rapidamente ao final da tarde e início da noite devido às altas taxas de resfriamento.

As taxas de aquecimento e resfriamento foram fatores influentes na intensidade da ilha de calor neste episódio de inverno. Nos três transetos as taxas de resfriamento foram inferiores às taxas de aquecimento, verificado principalmente nos transetos I e IV, com diferenças que variaram entre 0,6 e 0,9°C (Quadro 5.4).

Quadro 5.4: Taxas de aquecimento e resfriamento ao longo dos transetos móveis no dia 29/07/04

T I: Bangu-Av. Brasil.	TA °C	TR °C	Diferença (TA - TR)
1. Rua Marmiari - Fazenda do Viegas	1,9	1,2	0,7
2. Praça Francisco Dias - Ponto final do 393	1,7	0,8	0,9
3. R. Rio da Prata - Mercado Guanabara	1,6	0,9	0,7
4. R. Boiobi/Rua da Feira	1,6	0,9	0,7
5. Praça Raimundo Paz - Casino Bangu	1,5	0,9	0,6
6. R. Silva Cardoso/R. Profº Clemente Ferreira	1,6	0,9	0,7
7. Av. Santa Cruz - Estação ferroviária de Bangu	1,7	0,9	0,8
8. R. Coronel Tamarindo - ponto de ônibus	1,8	0,9	0,9
9. R. Sul América	1,7	0,9	0,8
10. Av. Ministro Ari Franco/R. Sainá	1,8	1,0	0,8
11. Est. da Água Branca - I. B. Água Branca	1,8	1,0	0,8
12. Estr. da Cancela Perta	1,8	1,0	0,8
13. Av. Brasil	1,8	1,1	0,7
T III: Santa Cruz-Sepetiba	TA °C	TR °C	Diferença (TA - TR)
1. Estr. de Sepetiba/Estr. Cruz das Almas	1,6	1,1	0,5
2. Estr. de Sepetiba-Largo do Arão	1,5	1,1	0,4
3. Estr. de Sepetiba-Conj. Nova Sepetiba	1,4	1,1	0,3
4. Estr. do Piaí/R. Pedro Leitão	1,4	1,1	0,3
5. Rua da Floresta	1,2	1,0	0,2
6. Praia de Sepetiba	1,4	1,1	0,3
7. Rua do Iate	1,3	0,9	0,4
8. R. Aristides Gouveia (Hotel Chave de Ouro)	1,4	1,1	0,3
9. Praça 6 (ponto final do 870)	1,2	1,0	0,2
10. Praia do Recôncavo	1,2	0,9	0,3
11. Praia do Cardo	0,9	0,7	0,2
T IV: Santa Cruz-Av. Brasil	TA °C	TR °C	Diferença (TA - TR)
1. R. Felipe Cardoso	1,6	1,0	0,6
2. R. Felipe Cardoso/Av. Eng. Gastão Rangel	1,6	0,9	0,7
3. R. Felipe Cardoso/Av. Antares	1,7	0,9	0,8
4. R. Felipe Cardoso/Av. General Olímpio	1,7	0,9	0,8
5. R. Felipe Cardoso/Av. Isabel	1,9	1,0	0,9
6. R. Senador Camará	1,8	0,9	0,9
7. Praça Ruão	1,8	1,0	0,8
8. R. Senador Camará (Hospital Pedro II)	1,7	0,9	0,8
9. Est. Morro do Ar/R. Horto Florestal	1,7	0,9	0,8
10. Est. Morro do Ar - Canal Cação Vermelho	1,8	1,0	0,8
11. Est. Do Morro do Ar - R. Sales	1,8	1,1	0,7
12. Av. Brasil - Extra	1,8	1,2	0,6

Elaborado por Andrews J. Lucena.

As taxas de resfriamento refletiram na configuração da ilha de calor entre os três transetos. O transeto I apresentou os núcleos mais quentes da ilha de calor nos três horários, seguido pelo transeto IV, que apenas no horário das 6h espacializou núcleos mais amenos que o transeto III.

No verão, além das diferenças entre taxas de aquecimento e resfriamento estarem bem mais inferiores (entre 0,1 e 0,4°C) que a deste episódio de inverno (entre 0,6 e 0,9°C), em alguns pontos amostrais daquele episódio as taxas de aquecimento foram equivalentes ou estiveram abaixo das taxas de resfriamento, logo não comprometendo inteiramente na intensidade da ilha de calor.

No inverno, todas as taxas de resfriamento são inferiores às taxas de aquecimento, um fato relevante para o “fortalecimento” da ilha de calor. O inverno, em média, comparado ao verão, concentrou os núcleos mais quentes da ilha de calor nos três transetos. Também concentrou o core da ilha de calor às 6h (3,7°C) e às 13h (7,2°C), enquanto no verão, nos mesmos horários, a intensidade foi de 2,7°C e 5,3°C, respectivamente. As 20h., apesar de uma diferença mínima, o core se situou no episódio de verão (4,8°C); no inverno a intensidade foi de 4,7°C.

5.7. AS UNIDADES TOPOCLIMÁTICAS URBANAS DA ZONA OESTE/RJ

As unidades climáticas são uma proposta de gerar áreas semelhantes, tendo como base os elementos do clima urbano e do ambiente. A classificação não é uma tarefa simples, pois se trata muito mais de uma delimitação artificial (gerada pelo homem) do que “divisões naturais do clima”, sendo a classificação climática uma espacialização de complexa subjetividade.

Ayoade (1998) discute duas abordagens na classificação climática: a genética e a empírica. A primeira está baseada nos controles climáticos que correspondem aos padrões de circulação geral da atmosfera, de radiação líquida e os fluxos de umidade. A segunda abordagem, usualmente mais utilizada nas classificações climáticas, está baseada nos elementos climáticos (temperatura e pluviosidade) e em seus efeitos sobre outros fenômenos, normalmente a vegetação ou o homem.

Os controles climáticos, ao contrário dos elementos climáticos, são muito mais difíceis de serem medidos, portanto, a maioria das classificações está fundamentada na abordagem empírica. Dos atuais 169 esquemas de classificação climática, 148 utilizam a abordagem empírica e apenas 21 a abordagem genética. Dos modelos de classificação empírica o mais conhecido e utilizado é o de Koppen⁶, que define as regiões climáticas associadas aos grandes biomas da Terra (Ayoade, 1998).

Para a delimitação das unidades climáticas da Zona Oeste, a escala de classificação é bem menor e os elementos utilizados, tanto do clima como do ambiente, são bem mais específicos. Tendo como base teórico-metodológica a proposta de Brandão (1996), Tarifa e Armani (2001) e Fialho (2002) as unidades climáticas respeitaram a escala local do clima e suas diferenciações topo e microclimáticas.

⁶ “No modelo de Koppen existem cinco grupos climáticos principais, reconhecidos principalmente com base nas características da temperatura. Estes cinco grupos são subdivididos com base na distribuição sazonal da precipitação e nas características adicionais de temperatura, a fim de fornecerem um total de 24 tipos climáticos” (Ayoade, 1998: 231)

De acordo com Brandão (1996) a cidade do Rio de Janeiro se insere na escala do local, subdividindo-se em unidades mesoclimáticas. Suas unidades foram identificadas a partir da conjunção dos fatores naturais (orientação e localização dos maciços da cidade, influência da direção do vento como a brisa marítima) e antrópicos (a diversidade no uso do solo urbano).

Fialho (op cit) considerou a classificação sugerida por Brandão e ao compor as unidades climáticas da Ilha do Governador/RJ a classificou como uma unidade mesoclimática, a qual subdividiu em unidades topo climáticas, levando em conta aspectos de ordem natural e antrópica para a classificação.

Para o objetivo deste trabalho, a Zona Oeste é considerada como uma unidade mesoclimática da cidade e se subdivide em unidades topo climáticas como realizada por Fialho (op cit) para a Ilha do Governador/RJ.

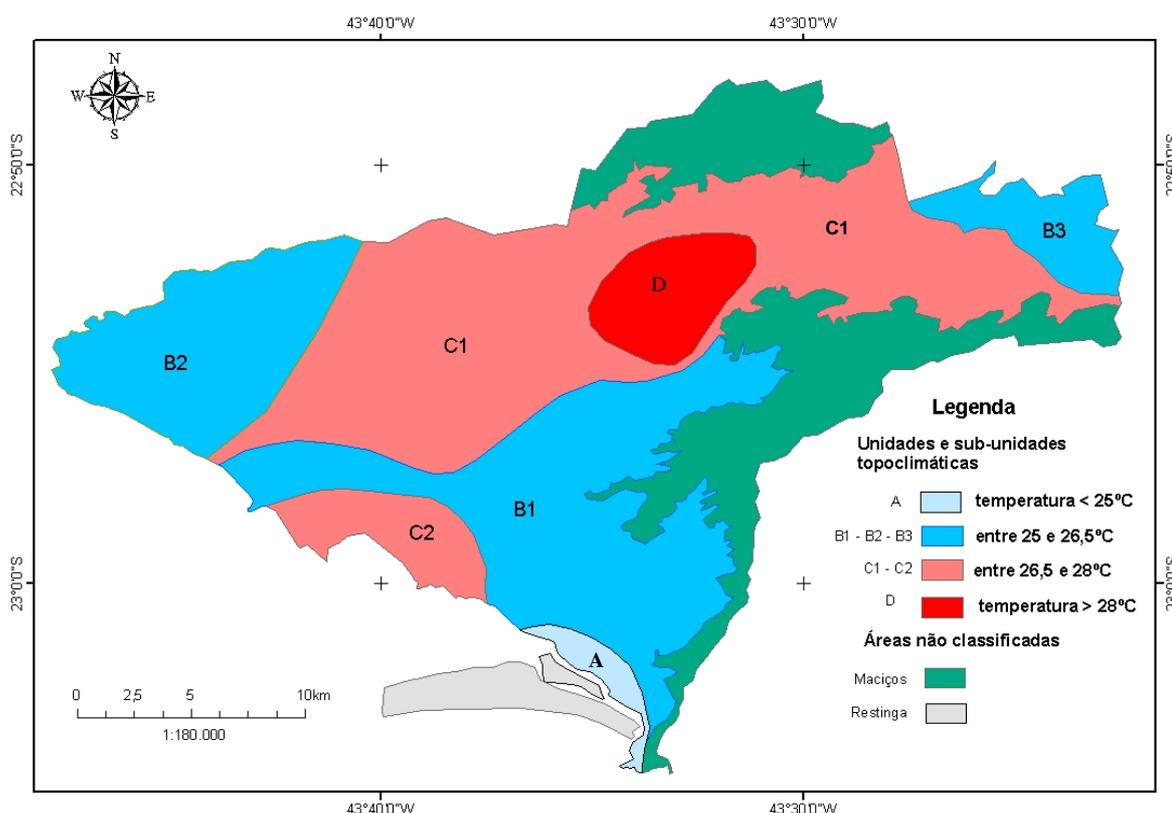
As unidades topo climáticas da Zona Oeste são definidas a partir dos dados médios dos experimentos de campo de medida fixa⁷ (temperatura e umidade relativa; direção e intensidade do vento; taxas de aquecimento e resfriamento) realizados nos episódios de verão e inverno, associado aos elementos do uso do solo (densidade demográfica e construída e tipologia do uso do solo) e a partir das observações dedutivas realizadas em campo, isto é, o conhecimento e o envolvimento que o autor tem da (com a) área de estudo.

Estas unidades são de cunho especificamente “urbano” pois levam em conta os elementos climáticos tomados em campo relacionado-os à conjuntura espacial do uso do solo urbano, sem considerar medidas nos maciços e na restinga da Marambaia. Ainda assim, no mapeamento, estes ambientes foram considerados (e para os maciços foi respeitado suas cotas altimétricas) e logo se tornando em “zonas especiais”, não classificadas.

⁷ As medidas fixas embora englobam um menor número de pontos espacializa uma área bem maior na Zona Oeste, sendo os experimentos fixos a média topo climática. Quanto às medidas móveis, apesar de incorporarem um número maior de pontos sua área de abrangência é menor, limitando-se à baixada de Bangu e Santa Cruz, haja vista que o objetivo das medidas móveis é o mapeamento microclimático entre estas duas áreas da Zona Oeste, conferindo suas diferenças de sítio e dinâmica urbana.

As unidades topoclimáticas urbanas da Zona Oeste estão representadas na figura 5.14 e são determinadas pela temperatura colhida em campo. As diferenciações entre as unidades e sub-unidades são dadas a partir da temperatura e dos demais elementos do clima, também colhidos em campo (umidade, vento e taxas de aquecimento e resfriamento) e do uso do solo (densidade demográfica e construída, tipologia do uso do solo e cobertura vegetal), que se individualizam em feições topoclimáticas (quadro 5.5).

Figura 5.14. Unidades topoclimáticas urbanas na Zona Oeste/RJ



Quadro 5.5. Feições topoclimáticas (de acordo com os elementos do clima e os padrões de uso do solo)

Unidades Topoclimáticas	Sub-unidades topoclimáticas
A	
c; Ta3; Tr2; S; 1d; 1c; Us1; Cp; M	
B	
	B1 (c; Ta3; Tr2; S; 1d; 1c; Us1; Cp)
	B2 (b; Ta2; Tr1; L; 1d; 1c; Us2; Ac; Cp)
	B3 (b; Ta2; Tr3; L; 3d; 3c; Us2)
C	
	C1 (b; Ta2; Tr3; L; 3d; 3c; Us2)
	C2 (c; Ta1; Tr1; L; 1d; 1c; Us2)
D	
a; Ta2; Tr3; L; 3d; 3c; Us2	

Legenda⁸:

Temperatura do ar: A - < 25°C B - entre 25 e 26,5°C C - entre 26,5 e 28°C D - > 28°C	Densidade demográfica: 1d - até 2000 hab/Km ² 2d - entre 2001 e 4000 hab/Km ² 3d - entre 4001 e 6000 hab/Km ²
Umidade relativa do ar a - 60-69% b - 70-79% c - 80-89%	Densidade construída: 1c - até 200 hab/Km ² 2c - entre 201 e 400 hab/Km ² 3c - entre 401 e 600 hab/Km ²
Taxas de aquecimento: Ta1 - 0,51-0,8°C Ta2 - 0,81-1,1°C Ta3 - 1,11 - 1,4°C	Uso do solo (tipologia) Us1 - predominante casa/sobrado com até 2 pavimentos Us2 - predominante casa/sobrado, seguido por favela Ac - área de cultivo
Taxas de resfriamento Tr1 - 0,6-0,69°C Tr2 - 0,7-0,79°C Tr3 - 0,8-0,9°C	Cobertura vegetal: Cp - campo M - mangue
Direção e velocidade do vento: S - direção predominante do quadrante Sul, com intensidade entre 0 e 2 (Escala Beaufort) N - direção predominante do quadrante Norte, com intensidade entre 0 e 2 (Escala Beaufort) L - direção predominante do quadrante Leste, com intensidade entre 0 e 2 (Escala Beaufort) L` - direção predominante do quadrante Leste, com intensidade entre 2 e 4 (Escala Beaufort)	
Fonte: Dados do campo (26/01 e 29/07/04); Anuário estatístico da cidade do Rio de Janeiro, 2000. Elaborado por Andrews J. Lucena	

Quatro são as unidades topoclimáticas identificadas pelas letras A, B, C e D, que variam 1,5°C entre elas. A unidade A compreende as temperaturas mais amenas, com valores abaixo de 25°C, as letras B e C são unidades intermediárias, com valores entre 25 e 26,5°C e 26,5 e 28°C, respectivamente e a unidade D assume as temperaturas mais elevadas, acima de 28°C. As unidades B e C se subdividem em sub-unidades (B1, B2 e B3; C1 e C2).

Os maciços e a restinga são zonas especiais (não classificadas), pois não foram realizados quaisquer tipos de medição. Os maciços contemplados são o da Pedra Branca e Gericinó-Mendanha, com cotas altimétricas acima de 100m. podendo chegar até 1000m e são áreas com vegetação de floresta intacta ou alterada. O ambiente de restinga⁹ contempla toda a restinga da Marambaia (sob domínio do Exército Brasileiro) e suas ilhas.

⁸ A densidade demográfica foi calculada tomando como referência a população absoluta da região administrativa dividida por sua área total. Para a densidade construída foi dividida o total da população absoluta da região administrativa por sua área construída residencial.

⁹ Esta área está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) da Orla da Baía de Sepetiba representada pela restinga da Marambaia e parte da Reserva Ecológica e Arqueológica de Guaratiba representada pelo complexo de ilhas da restinga (Ilha do Bom Jardim, Ilha das Baleias, Ilha do Capão, Ilhas Suruquaí, Ilha Nova e Ilha do Cavado), ambas identificadas no mapa como os dois setores desligados do continente.

A unidade A está situada na pequena faixa estreita oeste de Barra de Guaratiba que abriga as temperaturas mais baixas e a umidade relativa mais elevada. Sua taxa de aquecimento é a mais elevada e a de resfriamento se enquadra em situação intermediária, sendo bem inferior a sua taxa de aquecimento. O vento tem direção predominante do quadrante Sul, com intensidade variando até 2. Os aspectos concernentes à dinâmica urbana são bastante relevantes na diferenciação desta sub-unidade, pois possui a mais baixa densidade demográfica e construída e a tipologia do uso do solo é constituída exclusivamente de casa/sobrado, além ainda de comportar uma densa cobertura vegetal (de campo e mangue). Certamente os aspectos do sítio (brisa marítima) e do uso do solo são os fatores determinantes na delimitação da unidade A1.

A sub-unidade B1 abrange o limite administrativo das regiões administrativas de Santa Cruz e Sepetiba e se estende por toda a baixada de Guaratiba até as encostas do maciço da Pedra Branca, abrangendo os bairros da região administrativa de Guaratiba e Campo Grande. Esta sub-unidade apresenta características semelhantes à da unidade A quanto aos aspectos hídricos e de circulação do ar, às taxas de aquecimento e resfriamento e aos padrões demográficos e de uso do solo, no entanto, apresentam contraste térmico um pouco mais acentuado, sendo este o principal diferencial.

As sub-unidades B2 e B3 apresentam contraste sob os aspectos demográficos e de uso do solo urbano. Possuem porcentagem intermediária na umidade relativa (entre 70 e 79%), taxas de resfriamento, em média, proporcionais às suas taxas de aquecimento e predomina a direção de leste do vento, com intensidade variando entre 2 e 4.

A sub-unidade B2 está situada no extremo oeste da Zona Oeste, tomando a maior parte do bairro de Santa Cruz, onde predomina uma densidade demográfica abaixo de 2.000 hab/Km² e a densidade construída de até 200 hab/Km², prevalecendo os casarios baixos,

seguidos por proletariado (ou favelas). Esta área ainda abriga uma relativa e extensa área de campo e sustenta uma remanescente área de cultivo, sendo praticamente a única da cidade.

A sub-unidade B3 se localiza no extremo leste da Zona Oeste, cruzando semelhanças do uso da terra com as das regiões administrativas da área de Planejamento 3 (AP-3). Sua densidade demográfica se situa entre 4.001 e 6.000 hab/Km², com uma densidade construída entre 4001 e 6000 hab/Km², predominando a habitação em casas, seguido por favelas.

As sub-unidades C1 e C2 são as que apresentam as maiores diferenças dentro da mesma unidade topoclimática. A sub-unidade C1 se espalha por grande parte da baixada de Bangu e Santa Cruz e abarca os bairros de Realengo, Padre Miguel, Bangu, Santíssimo, Inhoaíba, Cosmos e parte dos bairros de Campo Grande e Santa Cruz. Nesta sub-unidade a umidade relativa varia entre 70 e 79%, a direção predominante do vento é de leste variando sua intensidade entre 2 e 4. Sua taxa de resfriamento corresponde, em média, a mesma taxa de aquecimento. A urbanização se consolidando aos poucos nestes bairros da sub-unidade C1 reflete nos maiores índices na densidade demográfica e construída (entre 4001 e 6000 hab/Km² e entre 401 e 600 hab/Km², respectivamente). O uso do solo predominante são os casarios baixos, seguidos por favelas. A cobertura vegetal está praticamente desconfigurada, devendo-se às invasões e assentamento de aglomerações subnormais nas margens de rios e encostas, restando alguns enclaves de vegetação nas áreas mais elevadas dos morros.

A sub-unidade C2 abrange todo o bairro de Sepetiba. A densidade demográfica e a densidade construída são da categoria 1d e 1c, respectivamente, e a tipologia do seu uso do solo predomina a casa/sobrado, seguido por aglomerações subnormais. Sepetiba apresenta características de um bairro puramente residencial, mesmo na sua porção inicial próximo a Santa Cruz que apresenta as principais vias de acesso ao bairro e onde o comércio é um pouco mais dinâmico. A presença da praia traz um “ar bucólico” ao bairro, porém toda a sua orla se encontra assoreada sem qualquer tratamento paisagístico ou ambiental, denegrindo todas as

praias da região (Sepetiba, Cardo e Recôncavo). Os resquícios de manguezais atolados em lama também denotam a ausência de tratamento de sua orla.

A umidade relativa do bairro é bem elevada (acima de 80%) e a direção predominante do vento é de leste, revelando uma ação bem maior do ar continental, do que do ar oceânico, de intensidade bastante fraca (entre 0 e 2). A taxa de aquecimento e resfriamento é da categoria Ta1 e Tr1, respectivamente, o que demonstra ser taxas bastante homogêneas, isto é, a taxa de resfriamento é quase igual à de aquecimento.

Finalmente, a última unidade é a D que contempla toda a área central de Campo Grande. Além das temperaturas mais altas entre todas as outras unidades, esta unidade apresenta a porcentagem de umidade mais baixa (entre 60 e 69%). A direção predominante do vento é do quadrante leste, com intensidade entre 0 e 2 e sua densidade demográfica e construída é da categoria 2d e 2c, respectivamente, representando um nível intermediário de ocupação. A tipologia do uso do solo é o padrão observado em grande parte das outras unidades (us2).

O bairro de Campo Grande encontra-se subdividido entre três (sub) unidades (B1, C1 e D), revelando os diversos usos do bairro. As áreas de ocupação mais rarefeita e com um certo predomínio de vegetação dando um “ar bucólico” (figura 5.15) se concentraram na sub-unidade B1, enquanto as áreas de ocupação um pouco mais densa, com uma maior diversidade nos serviços se especializaram na sub-unidade C1. A área mais dinâmica do bairro, com uma maior concentração de serviços, diversidade no uso do solo e ausência de vegetação teve seu núcleo na unidade D. Certamente, a distribuição dessas unidades tem íntima relação com o uso do solo urbano, mas não se pode excluir o papel do sítio nesta baixada que provavelmente foi um diferenciador na acentuação das médias térmicas.

Figura 5.15: “Bairro” Rio da Prata em Campo Grande

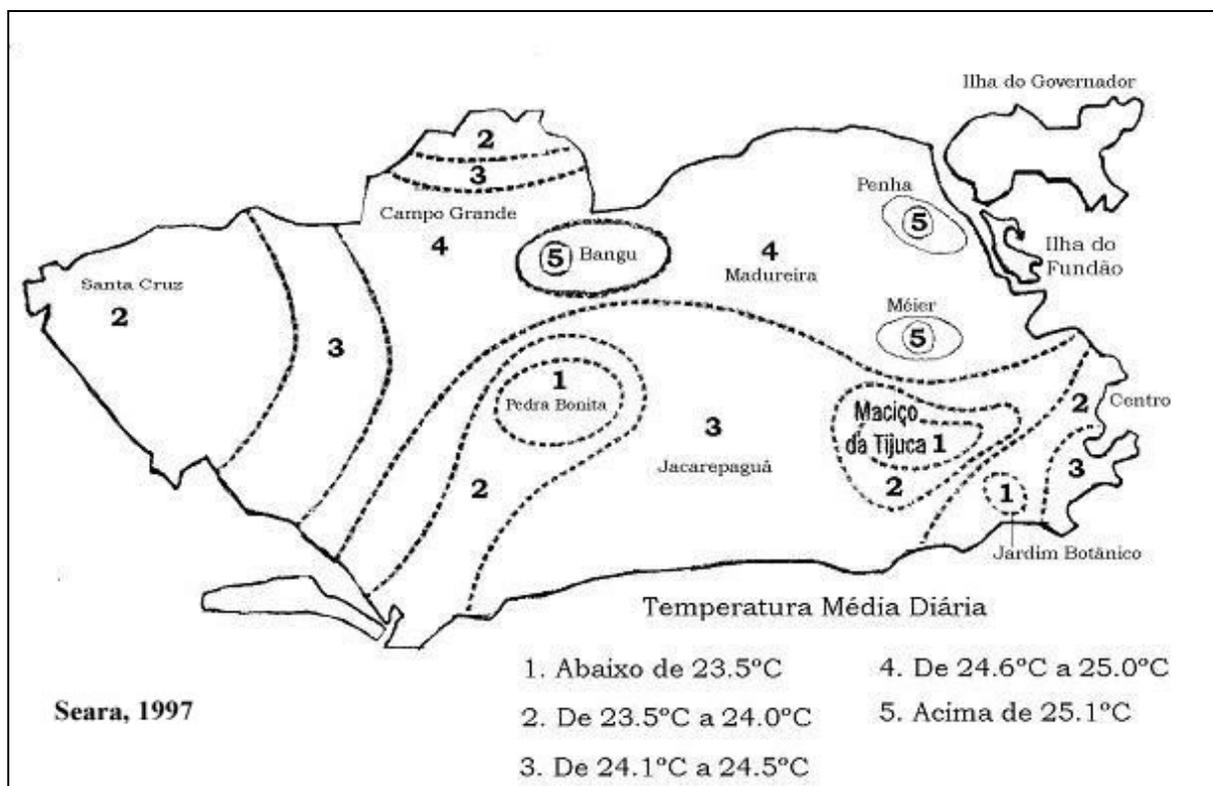


Foto tirada por Andrews J. Lucena, tomada da Estrada do Viegas em Senador Camará (mar/2005).

Toda a extensão das baixadas de Bangu e Santa Cruz se enquadram nas unidades das temperaturas mais altas. O valor bem mais elevado deste “corredor” está relacionado ao papel do seu sítio e associado aos padrões demográficos e do uso do solo. A unidade topoclimática D é um enclave mais quente situado entre as duas baixadas e denota o papel do bairro Campo Grande como um bolsão de calor da Zona Oeste, antes apenas notificado para Bangu. Provavelmente, isto se deve a ausência de uma estação meteorológica em Campo Grande, que se houvesse no bairro estaria dispondo de registros térmicos diários dentro de uma série histórica e, portanto, poderia apresentar as semelhanças e diferenças entre os dois bairros, inclusive revelando temperaturas máximas tão elevadas (ou até mais elevadas) quanto em Bangu.

Na classificação das unidades climáticas da cidade do Rio de Janeiro, definidas por Brandão (op cit), na baixada de Bangu se concentravam as temperaturas mais elevadas da cidade, liderado pelo bairro Bangu e seguido por Campo Grande. Em Santa Cruz e Sepetiba se concentravam as temperaturas mais amenas, seguidas pelos maciços (Figura 5.16).

Figura 5.16: Unidades climáticas urbanas da cidade do Rio de Janeiro

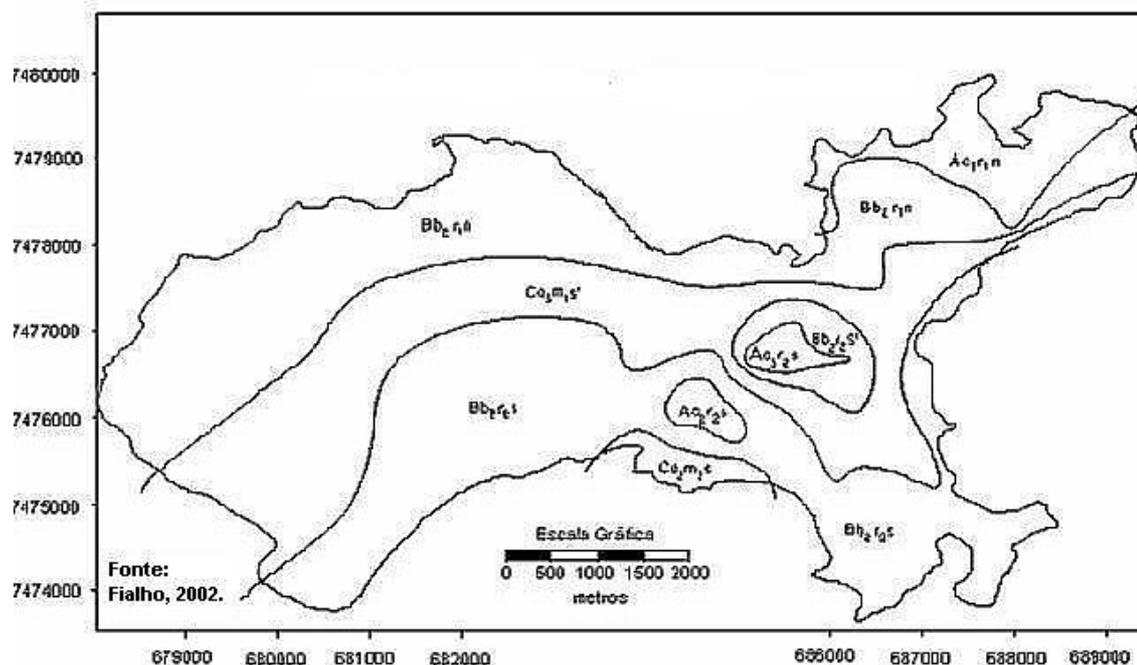


Na comparação das unidades climáticas da cidade do Rio de Janeiro (figura 5.16) com o das unidades topoclimáticas urbanas da Zona Oeste (Figura 5.14) alguns resultados de Brandão para a Zona Oeste são equivalentes aos deste trabalho atual, tal como a concentração das temperaturas mais altas em Bangu e as mais amenas em Santa Cruz. Contudo, com o maior número de medições e a análise mais detalhada sobre a Zona Oeste resultados mais significativos, além de “novas revelações”, são encontrados no mapeamento térmico na Zona Oeste, dentre os quais: a migração das temperaturas mais altas de Bangu para Campo Grande; Barra de Guaratiba “surge” como “o centro de amenidade” da Zona Oeste e a área central de Santa Cruz abriga temperaturas bem mais elevadas que o seu extremo oeste.

Para a Ilha do Governador/RJ, Fialho (op cit) identificou três unidades topoclimáticas representadas pelas letras A, B e C (Figura 5.17). A unidade A foi definida como a localidade com temperaturas mais amenas e se restringiu ao alto das colinas centrais (nos bairros de Jardim Guanabara e Jardim Carioca) e na extremidade nordeste da Ilha do Governador

(comportando grande parte do bairro da Freguesia). Esta unidade se assemelha à unidade topoclimática A da Zona Oeste, que se individualizou na faixa sudoeste.

Figura 5.17: Unidades topoclimáticas da Ilha do Governador/RJ



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/km2 2 - 5.001 - 10.000 hab/km2 3 - < 10.001 hab/km2	Uso do solo (predominante) r ₁ - residencial com 1 andar r ₂ - residencial entre 2e 3 andares. m ₁ - misto (comercial e residencial, entre 1 e 2 andares). m ₂ - misto (comercial e residencial, entre 2 e 3 andares).
Direção e velocidade do n - direção predominante s' - direção predominante s - direção predominante	Vento do quadrante norte, com intensidade entre 0 e 2 (Escala Beaufort). do quadrante sul, com intensidade entre 0 e 2 (Escala Beaufort). do quadrante sul, com intensidade entre 2 e 4 (Escala Beaufort).

A segunda unidade topoclimática da Ilha do Governador (com temperaturas entre 24 e 24,9°C) se configurou ao longo do litoral meridional e setentrional (influenciado pelas brisas marítimas) e na porção central, esta sendo mais resguardada da brisa do mar. A unidade B da Zona Oeste apresenta características similares a esta unidade.

A unidade topoclimática C da Ilha do Governador apresenta os valores térmicos mais elevados e se situa em sua porção central (corredor das vias de trânsito com o maior tráfego de veículos) e meridional (área de intenso fluxo de atividades comerciais e de serviços local com prédios residenciais de três pavimentos). Esta unidade C é a que apresenta características mais parecidas com as unidades topoclimáticas C e D da Zona Oeste, localizada na baixada de Bangu e na porção central e sudoeste da baixada de Santa Cruz .

A comparação com a classificação de Fialho (op cit) revela uma identificação com a natureza do método adotado, porém adaptado ao espaço e as particularidades da Zona Oeste. Para a Zona Oeste a quantidade e categorias de informações foram bem maiores, tanto para os elementos do clima (taxa de resfriamento, umidade e vento) quanto para os dados do ambiente construído (densidade construída, tipologia do uso do solo e cobertura vegetal). Além disso, o espaço territorial da Zona Oeste é amplamente maior e o uso do solo, em muitas áreas, é misto, ou seja, urbano, “rural” e mata.

As unidades topoclimáticas urbanas da Zona Oeste representam a interação espacial dos atributos do clima, do ambiente construído e do ambiente natural e definem uma classificação (urbana) do clima para a Zona Oeste, sendo esta classificação uma sugestão de operação para a gestão e o planejamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A primeira hipótese destacada na parte inicial deste trabalho foi comprovada, isto é, a ocupação urbana da Zona Oeste, vivenciada no século XX, estabeleceu uma estreita influência na evolução da temperatura, que cresceu em torno de 1°C, tendo nos últimos 30 anos as médias mais elevadas, período de acentuada ocupação e diversificação do uso do solo urbano. Mesmo nas estações com um período bem menor de dados (Campo dos Afonsos e Santa Cruz) a seqüência da evolução da temperatura foi semelhante a das estações de Bangu e da Praça XV, que comportam uma série de dados muito mais expressiva.

Tomar a estação meteorológica como uma referência inicial para os estudos em clima urbano é de suma importância, pois ao longo da série climatológica pode-se verificar e apontar tendências de como os aspectos da morfologia urbana podem ter contribuído nas alterações dos elementos do clima.

Para a Zona Oeste (como também para a cidade do Rio de Janeiro) muitas estações meteorológicas estão sem manutenção ou simplesmente desativadas, como a da Marambaia e Bangu o que mostra um descaso por parte das autoridades responsáveis para o estudo do clima das próximas décadas, já que a comunidade científica internacional anuncia que as maiores alterações no clima estão para acontecer no século atual (o aumento na temperatura, superior a 4°C até o ano de 2100 – Paciornik, 2003) e os efeitos da urbanização aparecem como os principais responsáveis.

A segunda hipótese deste trabalho foi comprovada, quando observada a disponibilidade da Zona Oeste em gerar ilhas de calor da mais alta magnitude (acima de 6°C). Estudos anteriores realizados por Brandão (1996), Brandão e Lucena (2000) e Lucena (2004) já apresentavam a Zona Oeste como uma área propícia à configuração de ilhas térmicas, especialmente em Bangu, mas neste trabalho outros bairros da Zona Oeste (Santa Cruz, Sepetiba e Campo Grande) se manifestaram como centros condicionadores da ilha de calor.

As ilhas de calor, produto do clima urbano, é uma realidade na Zona Oeste e precisam, pelo menos, serem amenizadas ou controladas (de maneira que se configurem em intensidades mais amenas). Portanto, esta área da cidade que desenvolve temperaturas bastante elevadas, em função das condições naturais do sítio, comporta a maior dimensão territorial da cidade, como também abriga a maior população absoluta e os maiores índices de crescimento, necessita de um tratamento que inspire cuidados na distribuição e alocação da população.

O método por transetos fixos e móveis adotado demonstrou resultados satisfatórios e importantes para o campo térmico da Zona Oeste. Este método se destaca como o principal procedimento para os trabalhos de campo em clima urbano e em se tratando da Zona Oeste a distribuição dos transetos abrangeu diferentes espaços de uso do solo onde foram desenvolvidas as medições.

Apesar da praticidade e validade na utilização do transeto fixo e móvel, o método apresenta limitações e precisa ser aperfeiçoado, principalmente no que se refere à qualidade dos instrumentos e a incorporação de outros, como a de um *anemômetro*. Para o transeto móvel é necessário adotar um termômetro com maior precisão, haja vista que os termohigrômetros são de extrema sensibilidade, o que requer uma manipulação destes aparelhos cada vez mais criteriosa. A apropriação de *estações automáticas* pode gerar resultados mais satisfatórios, pois dispõem de medidas contínuas em tempo real (vinte e quatro por dia), sem o auxílio de um “leitor”, o que garante um maior número de medidas horárias e diárias.

Considerando toda a extensão territorial da Zona Oeste e que o número de estações meteorológicas é cada vez mais reduzida, a espacialização de um número considerável de pontos fixos e móveis (64), delimitados neste trabalho, são inferiores ao ideal. A rede de monitoramento em campo deve ser expandida para as extensas baixadas de Guaratiba e Santa Cruz, aos “sub-bairros” de Campo Grande e da faixa leste (Deodoro, Vila Militar, Campo dos

Afonso, Jardim Sulacap e Magalhães Bastos) com a perspectiva de ratificar os resultados atuais ou buscar novas revelações e tendências sobre o campo térmico da Zona Oeste.

Sem dúvida, o número de experimentos episódicos também precisa ser ampliado para o acompanhamento mais sistemático dos tipos de tempo e sua relação na configuração da ilha de calor. Contudo, a escolha de “apenas” dois episódios sazonais para este trabalho não pode ser desconsiderada e tida como insuficientes, pois vale ressaltar a noção de *ritmo* para a definição de clima¹ e a idéia de espaço imputada a este trabalho. Deste modo, todo experimento revelou a configuração do campo térmico, e a variação na intensidade da ilha de calor esteve relacionada ao tipo de tempo atuante nos experimentos.

No verão e no inverno o core da ilha de calor se concentrou em Campo Grande com intensidades em torno dos 6°C. No episódio de verão o tempo predominante esteve sob ação das ZCAS o que favoreceu um alto índice de nebulosidade durante todo o dia, enquanto que no inverno o Anticiclone do Atlântico Sul foi predominante proporcionando estabilidade atmosférica, isto é, céu claro e ar calmo. É sugerida a repetição de novos experimentos, em maior quantidade e em situações sinóticas diversas, para investigar mais sistematicamente a ação dos tipos de tempo sobre o campo térmico.

Este é um trabalho pioneiro sobre o tema na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro e merece a atenção por parte do poder público, entidades ambientais e instituições privadas que almejam investir na área. A proposta de síntese climática a partir da definição de unidades topoclimáticas urbanas é uma pretensão de mapeamento do espaço urbano tendo o clima como suporte ambiental.

Consciente de que as unidades topoclimáticas não são unidades fechadas, a classificação em unidades é uma importante ferramenta para estabelecer diretrizes ao planejamento da Zona Oeste. Seguem abaixo algumas sugestões:

¹ “*a sucessão habitual dos tipos de tempo em um determinado lugar*” Monteiro (2003, p. 12).

- padronizar o limite de gabarito nas áreas mais quentes e incentivar a arborização nos logradouros;
- reflorestar as áreas ocupadas de encostas e próxima às margens de rios;
- criar programas de recuperação e educação ambiental de ambientes degradados, como da orla de Sepetiba;
- manter os enclaves preservados de floresta dos maciços.

Como pioneiro, o estudo do campo térmico na Zona Oeste oferece uma contribuição ao estudo do clima urbano e estimula dar continuidade deste estudo específico para a Zona Oeste. A utilização dos dados das estações meteorológicas e dos dados gerados em campo, aplicados ao zoneamento do conforto térmico humano na Zona Oeste é uma possibilidade para estudos futuros, o que se aproxima ainda mais do canal termodinâmico do Sistema Clima Urbano que se interessa pela relação entre o conforto térmico e o desempenho humano.

E, finalmente, este trabalho abre um leque para a investigação de novos e/ou interessantes temas diversos na Zona Oeste. Dentre os temas, citamos:

- a exploração de trilhas ecológicas dos maciços e das praias “selvagens” de Guaratiba para o turismo;
- a dinamização do Porto de Sepetiba como pólo econômico;
- a abertura de novos empreendimentos comerciais e industriais, como shopping centers, universidades e empresas, em geral, ao longo da Av. Brasil e dos principais centros comerciais;
- a discussão e conflitos em torno dos dilemas ambientais, como a construção do novo aterro sanitário da cidade no bairro de Paciência;
- a especulação imobiliária em Campo Grande e baixada de Guaratiba; entre outros temas.

São temas atuais e cruciais a ser explorado, visando o desenvolvimento da Zona Oeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Maurício de Almeida. **Evolução Urbana do Rio de Janeiro**, 3ª ed. Rio de Janeiro: IPLANRIO, 1997. 147p;
- ACKERMAN, B. Temporal march of the Chicago heat island. **Journal of Climate and applied meteorology**, USA, vol. 24, 1985. pp. 547-554;
- AGUIAR, Francisco E. O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. 1995. 183p. Dissertação (mestrado em Geografia). UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro. 1995;
- AHRENS, A. D. **Essentials of Meteorology: an invitation to the atmosphere**. New York: West Publishing Company. 1993. 437p
- ALCOFORADO, Maria J. **O clima da região de Lisboa: contrastes e ritmos térmicos**. Lisboa: Tipografia Guerra-viseu, 1993. 347p;
- ANUNCIACÃO, Vicentina S. da. **O clima urbano de Campo Grande-MS**. 2001. 187p. Dissertação (mestrado em Geografia). UNESP/Faculdade de Ciência e Tecnologia. Presidente Prudente-SP. 1999;
- ASSIS, W. **Análise do campo térmico e hídrico em Belo Horizonte**. 2001. 127p. Dissertação (mestrado em Geografia). IGEO/UFMG, Belo Horizonte. 2000;
- AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**, 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 332 p;
- BARBOSA, Adão L. B. **Análise comparativa da qualidade do ar no município do Rio de Janeiro entre 1984 e 1988**. 1997. 49p. Monografia (bacharelado em Geografia). IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro. 1997;
- BARBOSA, Débora Rodrigues. **O conforto ambiental na interface saúde – meio ambiente na área central da região administrativa de Bangu – município do Rio de Janeiro**. 2002. 159p. Dissertação (mestrado em Geografia). IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro. 2002;
- BEZERRA, Tâmara dos Santos. **Análise gerencial do espaço urbano sob ótica climática: um estudo de caso aplicado ao bairro Maracanã**. 1997. Monografia (bacharelado em Geografia). Departamento de Geografia/UERJ. Rio de Janeiro. 1997;
- BEZERRA, Tâmara dos Santos. **As inundações e a ação das políticas públicas na cidade do Rio de Janeiro: um estudo de caso aplicado ao bairro Maracanã**. 1999. Monografia (Curso de pós-graduação em Políticas territoriais do estado do Rio de Janeiro). Departamento de Geografia/UERJ. Rio de Janeiro. 1999;
- BICALHO, Ana Maria de Souza Mello. Agricultura e ambiente no município do Rio de Janeiro. In: ABREU, Maurício de Almeida (org.). **Natureza e sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, 1992. pp 285-316;

- BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. **Tendências e Oscilações Climáticas na Área metropolitana do Rio de Janeiro**. 1987. 320p, vol. 1. Dissertação (mestrado em Geografia). USP/FFLCH. São Paulo.1987;
- BRANDÃO, A. M. P. M. As Alterações Climáticas na Área Metropolitana do Rio de Janeiro: Uma provável influência do crescimento urbano. In: ABREU, Maurício de Almeida (org.). **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, 1992. pp 143-200.;
- BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro**.1996. 362f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, USP/FFLCH, São Paulo, 1996;
- BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (org). **Impactos Ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. pp. 47-109;
- BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo; LUCENA, Andrews José de (2000). O campo térmico na Área central da cidade do Rio de Janeiro em duas situações sazonais de primavera (1997 e 1998). In: IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. 2000, Rio de Janeiro. **CD-ROM**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000;
- BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo et al.. O clima da cidade do Rio de Janeiro: comparação entre os bairros Maracanã e Jardim Botânico. In: VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. 2004, Aracaju. **CD-ROM**. Aracaju: UFS, 2004;
- BRANDÃO, Túlio. Bangu não é prioridade máxima para o Inmet. **O Globo**, Rio de Janeiro, 15 out. 2004. Caderno RIO, p. 26;
- BRANDÃO, Túlio. Rio terá rede com 11 estações meteorológicas. **O Globo**, Rio de Janeiro, 11 dez. 2004. Caderno RIO, p. 23;
- CABRAL, Edson. **Análise das alterações climáticas da cidade de São Paulo (1887-1995) no contexto da expansão de sua mancha urbana**. 1997. 278p. Dissertação (Mestrado em Geografia). FFLCH/USP, São Paulo. 1997;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1890. **IBGE**. 1920;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1906. **IBGE**. 1920;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1920. **IBGE**. 1920;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1940. **IBGE**. 1940;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1950. **IBGE**. 1950;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1960. **IBGE**. 1960;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1970. **IBGE**. 1970;

- CENSO DEMOGRÁFICO de 1980. **IBGE**. 1980;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 1990. **IBGE**. 1990;
- CENSO DEMOGRÁFICO de 2000. **IBGE**. 1980. Disponível em www.ibge.org.br;
- CHANDLER, T. J. **The climate of London**. London: Hutchinson e Co. Publishers LTD, 1965. 287p;
- CONTI, José Bueno. Poluição e Urbanização: O Caso de São Paulo. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 19 de novembro. 1978. Suplemento Cultural. Pg. 107;
- CONTI, José Bueno. Crescimento Urbano e Mudanças Climáticas. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 9 de setembro. 1979. Suplemento Cultural. Pg. 149;
- COSTA, Vivian Castilho da. **Análise do potencial turístico das regiões administrativas (RAS) de Campo Grande e Guaratiba (RJ)**. 2002. 126p. Dissertação (mestrado em Geografia) – UFRJ/IGEO, Rio de Janeiro, 2002;
- COSTA, Nadja Maria Castilho da. **Geomorfologia estrutural dos maciços litorâneos do Rio de Janeiro**. 1986. 101p. Dissertação (mestrado em Geografia) – UFRJ/IGEO, Rio de Janeiro, 1986;
- CPTEC. O que você entende por mudanças climáticas? Disponível em www.cptec.inpe.br
- CUNHA, Andréa P. **A qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro no período de 1990-1995**. 1997. 53p. Monografia (bacharelado em Geografia). UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro. 1997;
- DANII, Inês Moresco. **Aspectos têmporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em Janeiro de 1982**. 1987. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, USP/FFLCH., São Paulo, 1987;
- DANNI OLIVEIRA, Inês Moresco. O Planejamento urbano e o clima sob a perspectiva das feições intra-urbanas. O exemplo de Curitiba. In: IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2000, Rio de Janeiro. **Conferência**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000;
- DANNI OLIVEIRA, Inês Moresco. Procedimentos de Aferição de Termômetros para Atividades de Campo em Climatologia Geográfica. **RAÍÇA**. Ed. UFPR. Curitiba, nº 6. pp. 75-80. 2002;.
- DNMET. Normais climatológicas 1961-1990. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília, 1992.
- FIALHO, Edson Soares. **As chuvas e a (Des) organização do espaço urbano carioca**. 1998. 60p. Monografia (bacharelado em Geografia). UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro. 1998;
- FIALHO, Edson Soares. **Análise Têmporo-Espacial do Campo Térmico na Ilha do Governador/RJ em episódios de verão e inverno**. 2002. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia). IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro.2002;

- FORSDYKE, A. G. **Previsão do tempo e clima**, 2ª ed. São Paulo: Edições Melhoramentos. Série Prisma. 1978. 159p;
- FRANÇA, Daniela de Azeredo. **Clima e percepção no bairro Méier/RJ**. 2003. 75p. Monografia (Bacharel em Geografia). UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro. 2003;
- FRANÇA, Daniela de Azeredo; BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O bairro Méier/RJ: o campo térmico e a percepção ambiental dos moradores em episódio de verão e inverno. In: IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 1, 2000, Rio de Janeiro, **Anais**, Rio de Janeiro, 2000. p.38;
- GALLEGO, Lucy P. **Tipos de tempo e poluição atmosférica no Rio de Janeiro (um ensaio em Climatologia urbana)**. 1972. 104f. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, USP/FFLCH, São Paulo, 1972;
- GARCÍA, Maria Carmen Moreno. **Climatologia Urbana**. Barcelona. Edicions de la Universitat de Barcelona. 1999. 71p;
- GEIGER, Pedro Pinchas. A metrópole e cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. 11p Disponível em www.armazemdedados.rj.gov.br;
- GOLDREICH, Y. Urban climate studies in Israel - a reviw. **Elsevier Science**. Great Britain, Atmospheric Enviromente, vol. 29, nº 4. 1995. pp. 467-478.;
- GOMEZ, A.L. El Clima de las ciudades. In: GOMEZ, A. L. (org.). **El Clima de las ciudades españolas**. Madrid/Espana: Ed. Cátedra, 1993. pp. 9-28;
- HASENACK, H.; BECK, U.L. Comparação entre dois métodos de medida móvel de temperatura em ambiente urbano. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro. Vol. 15, nº 29-30, pp. 405-407. 1985;
- HASENACK, H.; BECK, U.L. Comparação entre dois métodos de medida móvel de temperatura em ambiente urbano. **Geografia**. São Paulo. UNESP, nº11, pp. 137-141. 1986;
- HASENACK, H; SCHMIDT, J.; BECK, U.L. Distribuição noturna da temperatura em Porto Alegre. In: **V Encontro Nacional de Geógrafo**, 1982. Porto Alegre. Anais da Associação dos geógrafos Brasileiros, Porto Alegre, p.438. 1982;
- IBGE. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em www.ibge.org.br;
- INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO - IPLANRIO. **PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro (93/94). Rio de Janeiro. 1994;
- INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO - IPLANRIO. **PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. Projeto de Estruturação Urbana – PEU –. Rio de Janeiro. 2000. 160p;

- INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO PEREIRA PASSOS - IPP. **PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro (1998). Rio de Janeiro. 2000. 864p;
- INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO PEREIRA PASSOS - IPP. **PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. Rio de Janeiro, 2001. Mapa de uso do solo. Escala 1:50.000. Disponível em www.armazemdedados.rj.gov.br;
- JAREGUI, E. México city's urban heat islands revisited. **Archiv fur wissenschaftliche geographie**. México, ErdKunde Heft 3,3. Quartal. Bd. 47, 1993. pp. 185-195;
- JONHSON, D. B. Urban modification of diurnal temperature cycles in Birmingham, U. K. **Journal of Climatology**, vol. 5, 1985. pp. 221-225;
- KUTLER, Wilhelm. Urban climate and global climate change. In: LOZAN, José L., GRABI, Hartmut; HUPFER, Pefer (ed). **Climate of the 21st century: changes and risks**. Hamburg/Germany: Wissenschaftliche Auswertungem, 2001. pp. 344-349;
- LANDSBERG, H.E. The Climate of Towns. In: THOMAS, W.E. ec., **Man's Role in changing the face of earth**. USA: The Wenner Gren Foundation Antropological Research. The University of Chicago Press, 1956. pp. 584-606;
- LEE, DEREK O. Urban warming? - an analysis of recente trends in London's heat island. **Weather**. Vol. 47. n° 2. London. pp. 50-56. 1992;
- LOMBARDO, Magda Adelaide. **A Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p;
- LOPEZ, A. G., ALMENDROS, M. G.; GARCIA, F. Y. F. El clima urbano de Madrid: tipologias de la islã de calor. **Climatology and air pllution**. Mendonza/Argentina. 1995. pp. 19-36;
- LOZAN, José L., GRABI, Hartmut; HUPFER, Pefer (ed). **Climate of the 21st century: changes and risks**. Hamburg/Germany: Wissenschaftliche Auswertungem, 2001. 448p;
- LUCENA, Andrews José de. O Clima Urbano do Rio de Janeiro: Um Estudo de Caso em Bangu. In: XXIII Jornada de Iniciação Científica e XIII Jornada de Iniciação Artística e Cultural. 2001, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRJ. p.74;
- LUCENA, Andrews José de. **O clima de Bangu no contexto do Clima Urbano da cidade do Rio de Janeiro**. 2002. 91p. Monografia (bacharelado em Geografia). UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro. 2002;
- LUCENA, Andrews José de; BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O Campo Térmico em Bangu (RJ) em Situações Sazonais de Verão e Outono. In: IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. 2000, Rio de Janeiro. **CD-ROM**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000;
- MAITELLI, Gilda Tomasini **Um estudo tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT**. 1994. 204p. Dissertação (mestrado em Geografia). FFLCH/USP. São Paulo. 1994;

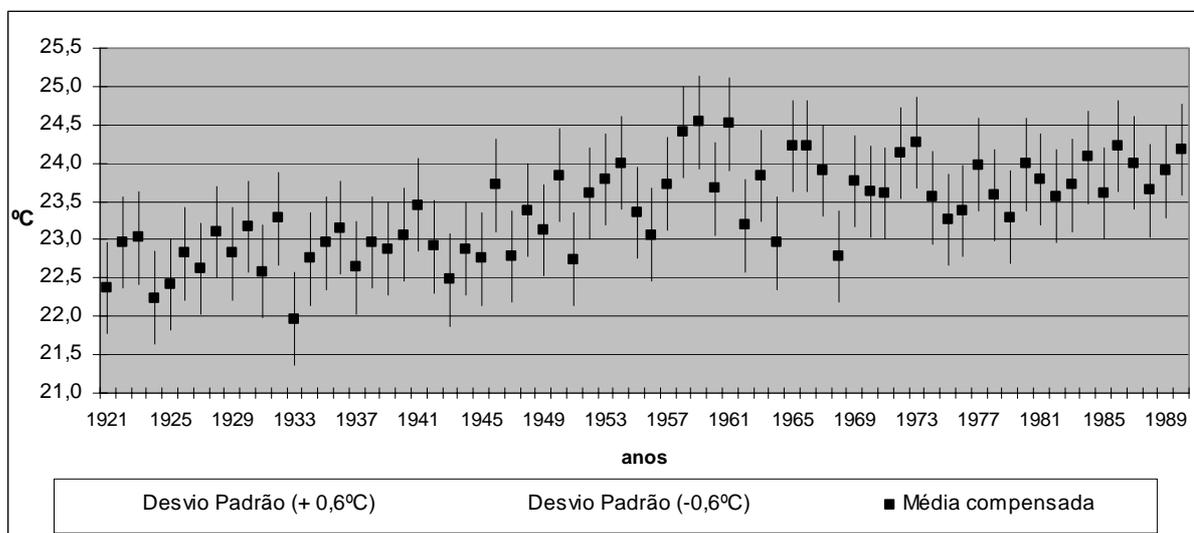
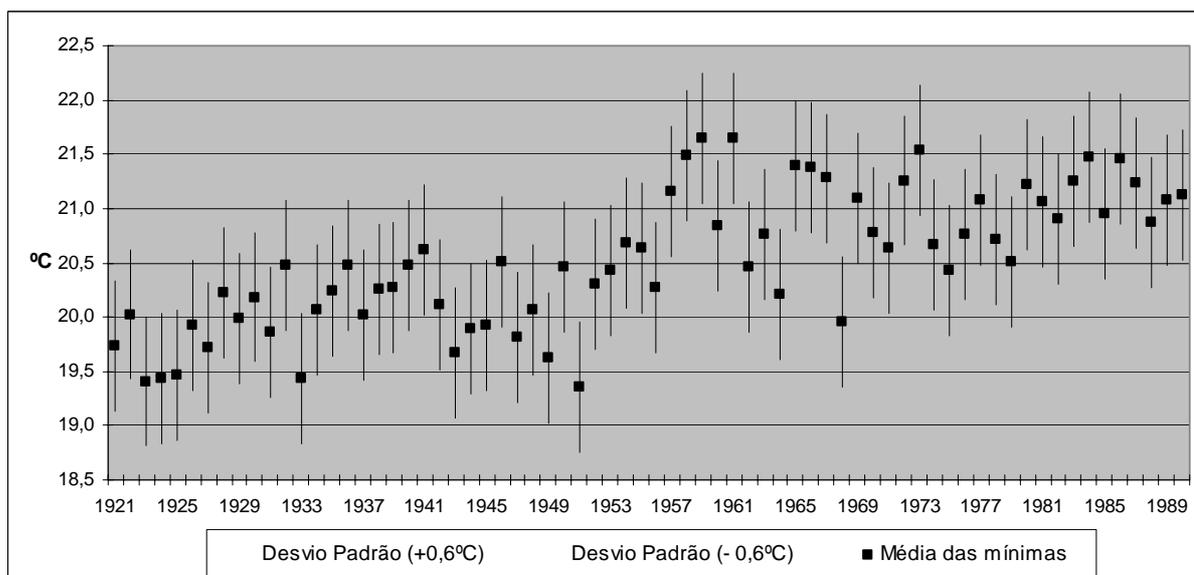
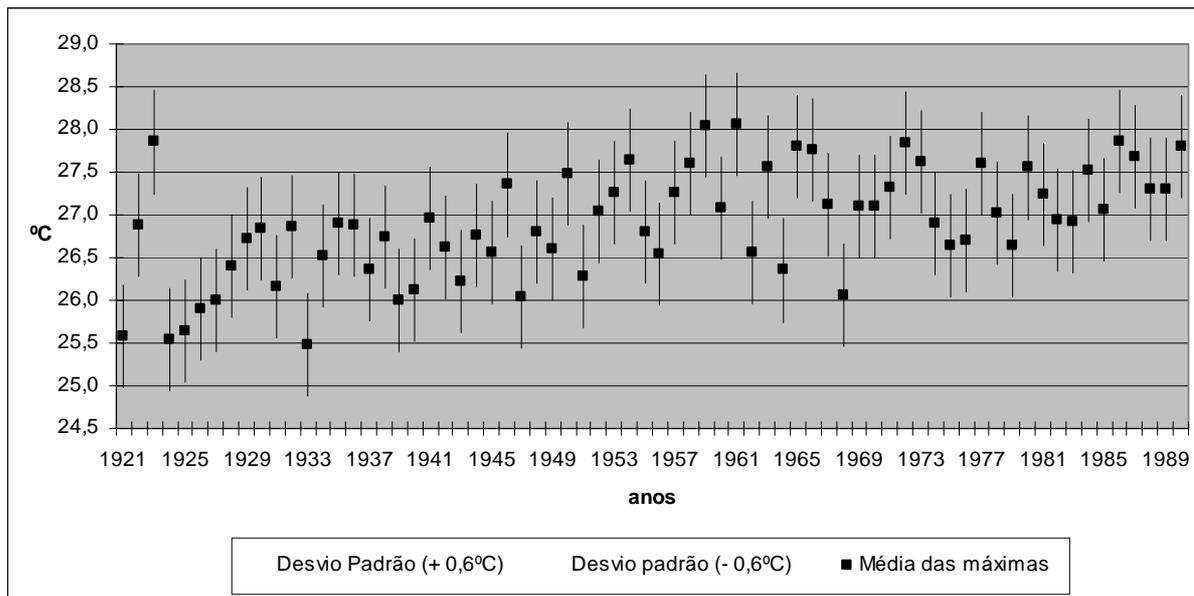
- MALHEIROS, Tatiana dos Santos. **A geografia do clima em Copacabana: o campo térmico e a percepção da população enquanto subsídios a programas de educação ambiental**. 2003. 74 p. Monografia (bacharelado em Geografia). UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro. 2003;
- MALHEIROS, Tatiana dos Santos; BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O bairro de Copacabana (RJ): o campo térmico e a percepção ambiental em uma situação de verão e inverno. In: IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 1, 2000, Rio de Janeiro, **Anais**, Rio de Janeiro, 2000. p.88;
- MENDONÇA, Francisco. **Geografia e Meio Ambiente**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 1994. 80p;
- MENDONÇA, Francisco de Assis. O Clima e o Planejamento Urbano de Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposição Metodológica para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR. 1994. 300p. Tese (Doutorado em Geografia). USP/FFLCH São Paulo. 1994;
- MENDONÇA, Francisco. O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teórico-metodológicos e estudo de caso. In: SANT'ANNA NETO, João Lima; ZAVATINI, João Afonso (org). **Variabilidade e Mudanças Climáticas. Implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000. pp. 167-192;
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de Atlas. 2ª ed. São Paulo: Instituto de Geografia (USP), 1973. 129p;
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Série Teses e Monografias, 25, 1976. 181 p.;
- MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. Adentrar a Cidade para Tomar-lhe a Temperatura. **REVISTA GEOSUL**, Florianópolis, nº 9, p 61-79, ano 5, 1º semestre.1990;
- MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. Por um Suporte Teórico e Prático para estimular Estudos Geográficos do Clima Urbano no Brasil. **REVISTA GEOSUL**, Florianópolis, nº 9, p 4-19, ano 5, 1º semestre.1990;
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Derivações antropogenéticas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. **RAÍÇA**. Curitiba, nº 5. pp. 197-226. 2001;
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e Clima Urbano. In: MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. pp. 9-67.;
- NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 1989. 421p;
- OKE, T. R. **Boundary Layer climate**. London: Methuem e Co-LTD, 1978. 372p;

- OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observation, **Journal of Climatology**, London, vol. 1. pp. 237-254. 1981;
- OKE, T. R. & MAXWELL, G. B. Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. **Journal of Climatology**. USA, Vol. 9. Pp. 192-200. 1974;
- PACIORNIK, N. Mudança Global do clima: repercussões globais, regionais e locais. **Terra Livre**, São Paulo, Ano 19 –vol. nº 20, pp. 127-135. jan/jul. 2003;
- PARK, H. S. Features of the heat islands in Seoul and its surrounding cities. **Elsevier Science**. Atmospheric Environment. Vol. 20, nº 10, 1986. pp. 1859-1866;
- PEÑA, O. Informacion climatológica para la planificación urbana. **Revista Geografia**, nº 91-92. México. Instituto Panamericano de Geografia e História, 1980. pp. 27-40;
- RIPLEY, E. A., ARCHIBOLD, O. W.; BRETTELL, D. L. Temporal and spatial temperature patterns in Saskatoon. **London Weather**. Vol. 51, nº 12, 1996. pp. 398-405.;
- ROCHA, Ana Maria Gusmão de Carvalho; GANDU, Adilson Wagner. A Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Climanálise**, 1996. Disponível em www.inpe.cptec.br
- RUSSO, Paulo Roberto. **A distribuição das concentrações de partículas em suspensão na atmosfera da porção centro-oriental do município do Rio de Janeiro: considerações preliminares sobre a correlação saúde pública e poluição atmosférica**. 2002. 158p. Dissertação (Mestrado em Geografia). IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro. 2002;
- SANTOS, Milton. **Metamorfose do Espaço Habitado**. São Paulo: Hucitec, 1981. 124p;
- SEARA, B. Um Rio cheio de ilhas de calor. O Globo, Rio de Janeiro, 25 dez. 1997. Caderno RIO p. 8;
- SEILER, Wolfgang; JURGEN, Hahn. The natural and antropogenic greenhouse effect – changing chemical composition of the atmosphere due to human activities. In: LOZAN, José L., GRABI, Hartmut; HUPFER, Pefer (ed). **Climate of the 21st century: changes and risks**. Hamburg/Germany: Wissenchaftliche Auswertungem, 2001. pp.116-122;
- SERRA, Adalberto. Clima da Guanabara. **Boletim Geográfico**, IBGE. nº 214, ano 29, pp.80-111. jan/fev. 1970;
- SERRA, Adalberto; RATABONNA, Leandro. O Clima do Rio de Janeiro. **Boletim Geográfico**, IBGE. nº 131, ano 24, pp.117-150. 1956;
- SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO – SMU. **PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. Rio de Janeiro, 1988. Mapa de Gabarito. Escala 1:10.000;
- SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO – SMU. **PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. Rio de Janeiro, 1988. Mapa de Zoneamento. Escala 1:10.000;
- SEZERINO, M. L.; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **REVISTA GEOSUL**, Florianópolis, nº 9, p 20-60, ano 5, 1º semestre. 1990;

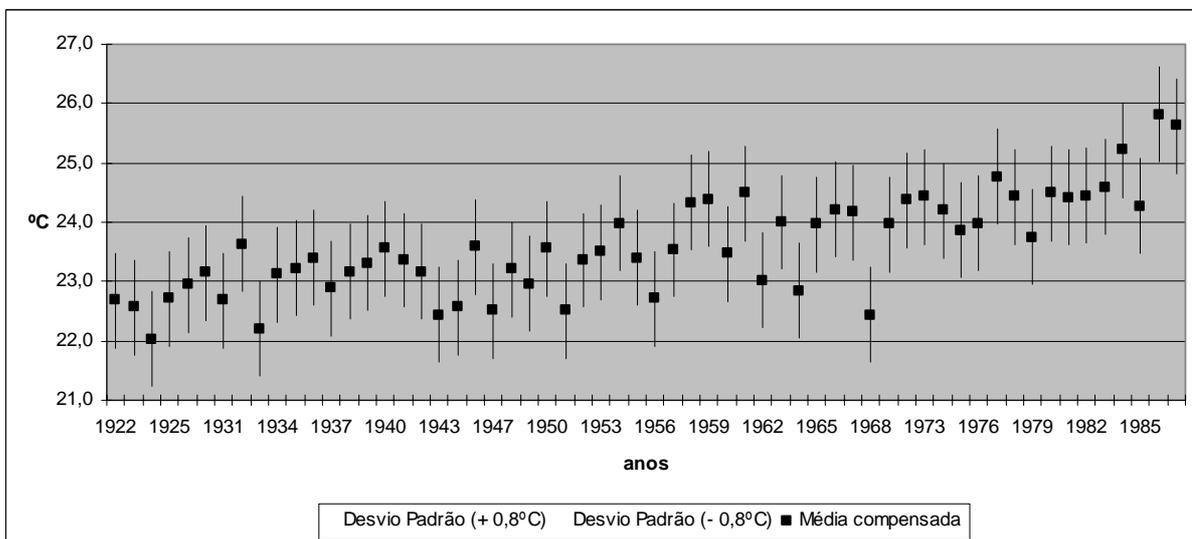
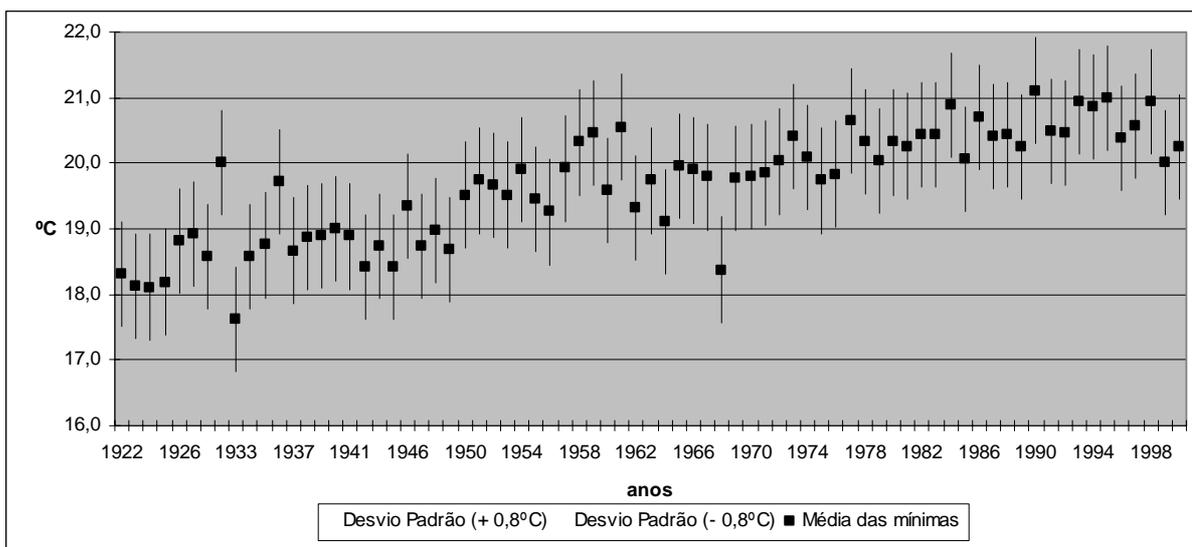
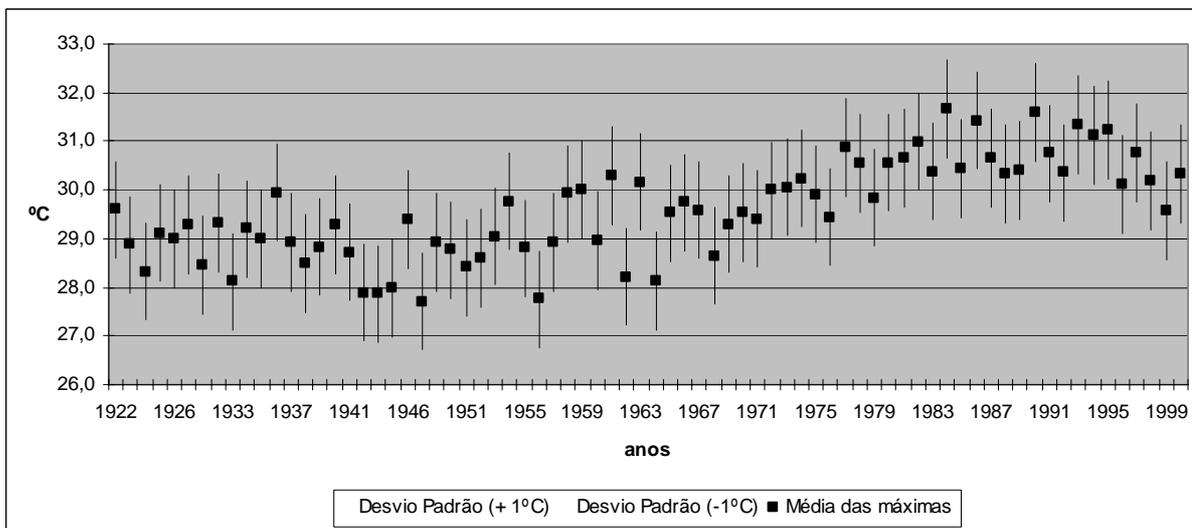
- SOUZA, Marcelo Lopes de. **O Desafio Metropolitano. Um estudo sobre a problemática sócio – espacial nas metrópoles brasileiras.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. 366 p.
- STEFFENS, A C. de et al. La isla de calor em Temuco, Chuile. **Papelez de Geografia**, 33, 2001. pp. 49-60;
- TARIFA, José Roberto; ARMANI, Gustavo. Os climas urbanos In: **Os climas na cidade de São Paulo. Teoria e prática.** TARIFA, José Roberto; REZENDE, Tarik Resende. São Paulo. GEOUSP. Coleção Novos Caminhos, 4. 2001. Pp. 47-70;
- WATSON, R.T. **Intergovernmental Panel on Climate Change at the Sixth Conference of Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change.** USA: IPCC, 2000.34p.
- XIA, Y. et al. Forest climatology: estimation of missing values for Bavária, Germany. Elsevier. London. Vol. 96, pp. 131-144. 1999;
- ZAVATINI, João Afonso. O tempo e o espaço nos estudos do ritmo do clima no Brasil. **Revista Geografia**, Rio Claro/SP., nº 3, vol. 27, 2002. pp.101-131;
- IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. CD-ROM. Rio de Janeiro: UFRJ. 2000;
- V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. CD-ROM. Curitiba: UFPR. 2002;
- V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. CD-ROM. Aracaju: UFS 2004;

ANEXOS

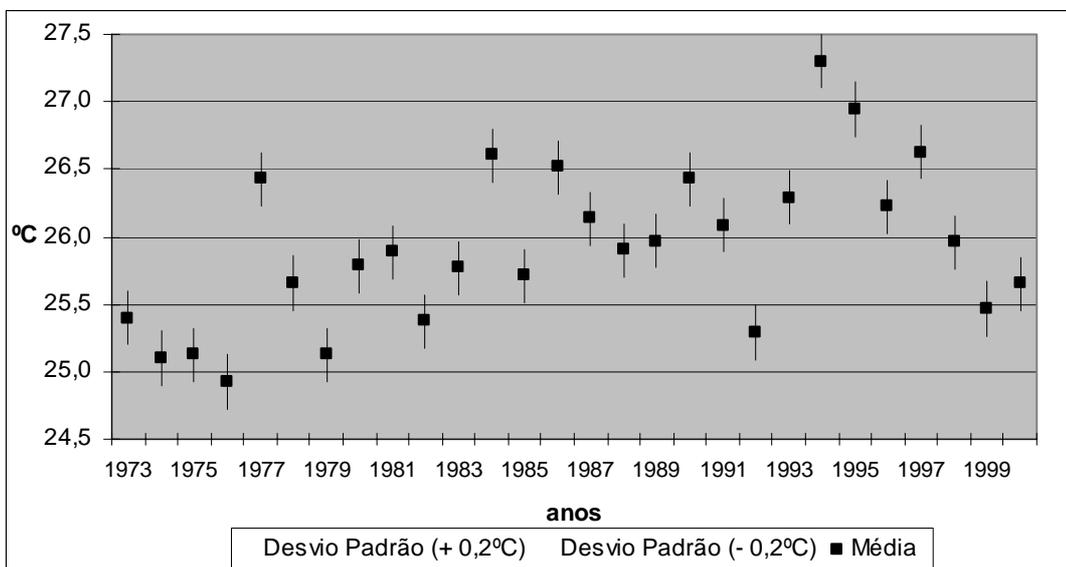
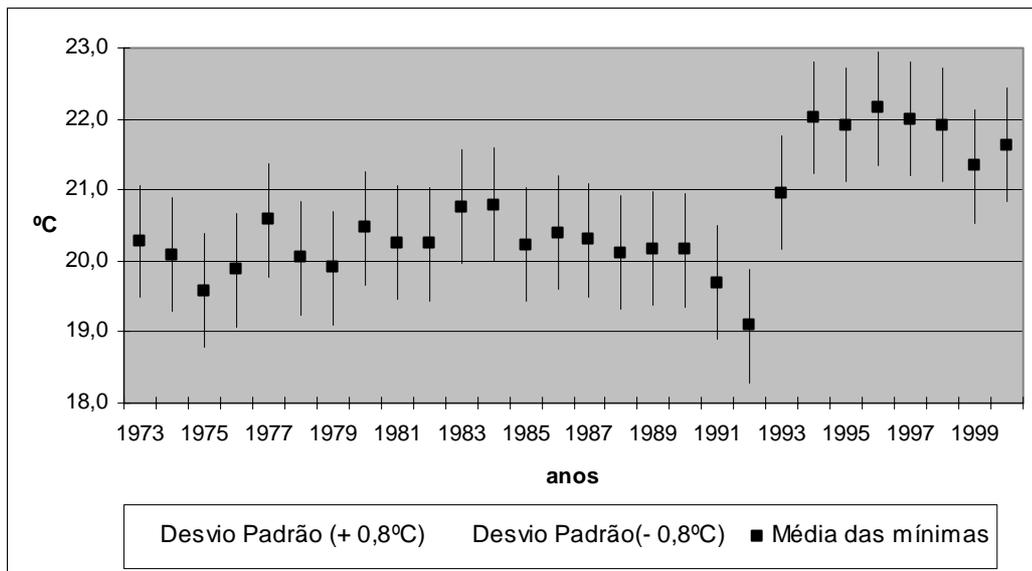
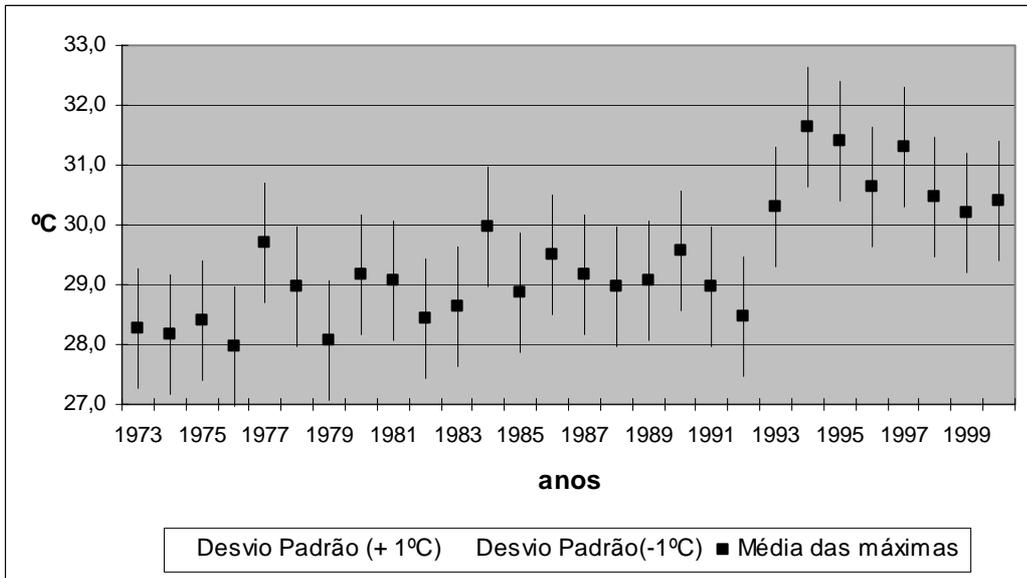
Anexo E - Gráficos com o desvio padrão para a temperatura máxima, mínima e média compensada na Praça XV



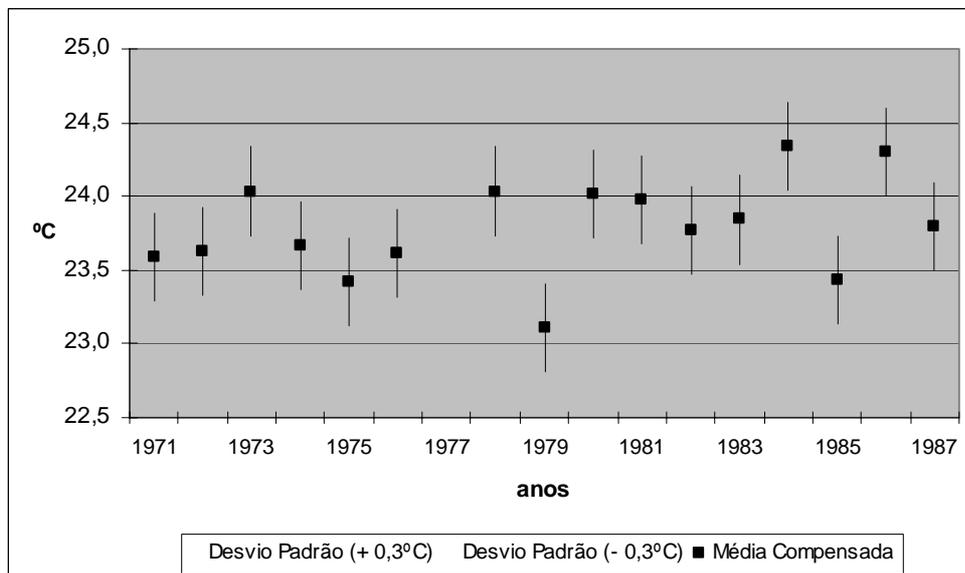
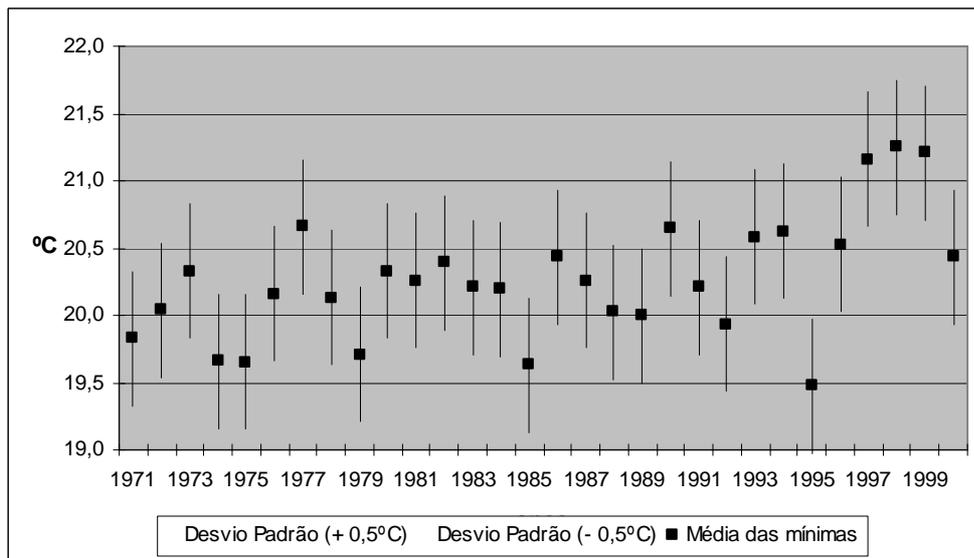
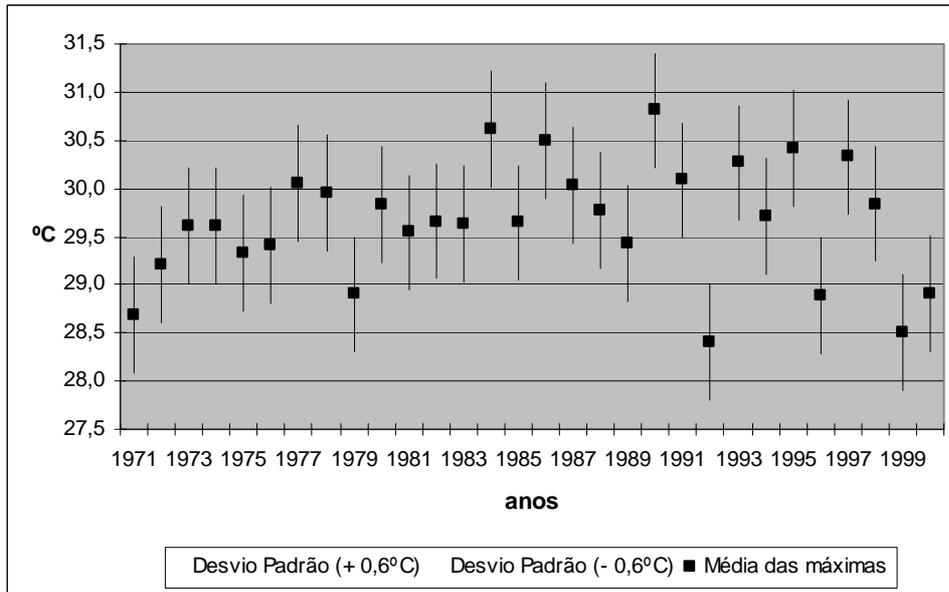
Anexo F - Gráficos com o desvio padrão para a temperatura máxima, mínima e média compensada em Bangu



Anexo G - Gráficos com o desvio padrão para a temperatura máxima, mínima e média do bulbo seco em Campo dos Afonsos



Anexo H - Gráficos com o desvio padrão para a temperatura máxima, mínima e média compensada em Santa Cruz



Anexo I:

Passo a passo das medições nos transeto fixos:

Uma dupla selecionada para cada bairro, totalizando seis, estavam munidas de um “Kit de Campo” o qual continha uma prancheta, planilha para o registro dos dados, lápis, borracha, um psicrômetro de funda, recipiente plástico para armazenar água e fita de cetim. Entre os três pontos (A, B e C), num total de 10 minutos a cada hora, cada dupla operava:

- o registro das medições de temperatura do bulbo seco e do bulbo úmido através do Psicrômetro de funda. O registro se dava após o umedecimento do bulbo seco e o giro do instrumento em torno de 15 a 20 giros¹. Em seguida eram tomadas as umidades relativas através da correlação entre os dois bulbos com o auxílio da tabela psicrométrica (anexo J);
- a direção e intensidade do vento. Obtida de forma bastante subjetiva utilizando-se da fita de cetim posta ao vento na direção norte² e a sua intensidade a partir do método de comparação dos objetos, segundo a escala de Beaufort (anexo L);
- a disposição espacial da nebulosidade. Esta foi catalogada por intermédio de observações da disposição das nuvens no campo visual do espaço local, medida em oitavos (8), que consiste na divisão visual do céu em oito partes e na posterior análise de quantas dessas partes apresenta nebulosidade. Logo, a porção do céu é indicada de 0 a 8/8, onde 0 indica que não há nebulosidade e 8/8 indica que o céu está todo coberto;
- o fluxo de veículos. Obtido através da contagem durante 1 minuto, feita simultaneamente com a coleta dos outros dados, tendo como campo visual o cruzamento entre as duas ruas mais próximas;
- o estado do tempo presente. Verificado e anotado através da observação do estado presente da atmosfera (céu claro ou nublado). Uma outra categoria utilizada foi se no instante³ da medição o momento era de “sombra” ou “insolação”.

O anexo M disponibiliza o modelo da planilha de registro dos dados em campo.

¹ O giro do aparelho é fundamental, pois obriga o bulbo úmido a liberar calor latente de evaporação, o que resfria o ambiente. Logo, a temperatura do bulbo úmido normalmente será mais baixa que a do bulbo seco.

² Na Zona Oeste, a orientação norte corresponde a direção ao maciço do Gericinó-Mendanha.

³ Para as medições tomamos o cuidado em orientar os equipantes para não realizarem os registros em baixo de árvores, marquise ou qualquer outra cobertura, apenas em área livre.

Anexo L

Escala de Beaufort¹

0	Calmaria. Fumaça eleva-se verticalmente
1	Direção do vento mostrada por inclinação da fumaça, mas não por cata-vento.
2	Brisa ligeira. Vento sentido no rosto. Folhas das árvores agitadas. Cata-vento comum movido pelo vento. Velocidade do vento entre 7 a 12Km/h.
3	Brisa suave. Folhas e pequenos galhos em movimento constante. O vento desfralda a bandeira levemente. Velocidade do vento entre 13 e 18Km/h
4	Vento moderado. Vento levanta poeira e papéis soltos. Pequenos galhos são movidos. Velocidade do vento entre 19 e 26Km/h
5	Vento fresco. Pequenas árvores com folhas começam sendo sacudidas. Pequenas ondas com cristais formados em agulhas no interior. Velocidade do vento entre 27 e 35Km/h
6	Vento forte. Grandes ramos de árvore em movimento. Assobio escutado nos fios de telégrafo. Guarda-chuvas abertos com dificuldade. Velocidade do vento entre 36 e 44Km/h
7	Tempestade moderada. Grandes árvores sacudidas. Inconveniência sentida quando se caminha contra o vento. Velocidade do vento entre 45 e 55Km/h
8	Tempestade. Ramos de árvores quebrados. Geralmente, impede o caminhar na rua. Velocidade do vento entre 56 e 66Km/h

Adaptado de Forsdyke, 1978.

¹ A escala de Beaufort tem sua intensidade até 12, mas adaptada só até 8 para este trabalho de campo.

Anexo N:

Passo a passo das medições nos transetos móveis:

Uma dupla escalada para cada transeto, totalizando 4 duplas, estava munida de um “Kit de Campo” o qual continha uma prancheta, planilha para o registro dos dados, lápis, borracha e o termohigrômetro acoplado ao tubo de PVC. Dentro do limite de 40 minutos por transeto, o automóvel percorria o seu trajeto de “ponto” em “ponto”, até chegar ao último ponto amostral, num tempo estimado de 1 a 5 minutos, dependendo do horário do transeto (6, 13 ou 20h.).

O motorista e o carona, revezando nas observações dos elementos, anotavam:

- a kilometragem. Através do uso do velocímetro o motorista marcava o momento da kilometragem em cada ponto amostral de medição;
- o registro das medições da temperatura “OUT” e “IN” e da umidade relativa do ar;
- a intensidade do vento. Obtida a partir do método de comparação dos objetos, segundo a escala de Beaufort (anexo L);
- a nebulosidade. Catalogada por intermédio de observações da disposição das nuvens no campo visual do espaço local, medida em oitavos, que consiste na divisão visual do céu em oito partes e na posterior análise de quantas dessas partes apresenta nebulosidade.

No anexo O está disponível o modelo da planilha de registro dos dados em campo.

Anexo O:

Modelo de planilha utilizado nos transetos móveis (Transeto Bangu Av. Brasil – às 6h.)

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO Trabalho de campo: 29/07/04 Transeto móvel: Bangu-Av. Brasil Horário: 06h. Termohigrômetro: S/N
--

Pontos Amostrais	Km	Hora	Temperatura (°C)		U.R. (%)	Nebulosi	Vento
			OUT	IN			
1. Rua Marmiari - Fazenda do Viegas							
2. Praça Francisco Dias - Ponto final do 393							
3. R. Rio da Prata - Mercado Guanabara							
4. R. Boiobi/Rua da Feira							
5. Praça Raimundo Paz - Casino Bangu							
6. R. Silva Cardoso/R. Profº Clemente Ferreira							
7. Av. Santa Cruz - Estação de Bangu							
8. R. Coronel Tamarindo - ponto de ônibus							
9. R. Sul América							
10. Av. Ministro Ari Franco/R. Sainá							
11. Est. da Água Branca - I. B. Água Branca							
12. Estr. da Cancela Perta							
13. Av. Brasil							

ANEXO P

Procedimento de aferição de instrumentos para trabalhos de campo em Climatologia (Danni-Oliveira, 2002)

O primeiro passo foi a etiquetagem ou numeração dos aparelhos e em seguida dispostos lado a lado (para facilitar a leitura dos mesmos), localizados em ambiente ventilado, abrigado da insolação, chuva e de qualquer outra fonte de calor. Foram efetuadas sete leituras simultâneas a cada 10 minutos, tendo iniciado a primeira leitura após os aparelhos estarem todos posicionados e terem ficado em repouso por volta de 10 minutos (Quadro 1).

Quadro 1: Média horária das leituras (24/01/04):

Horário das medidas	Termohigrômetros									
	T- s/n		T-1		T-5		T-8		Média horária	
Hora	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR
16:15h	33,1	48	33,3	47	36,4	44	33,9	46	34,2	46
16:25h	33	51	32,9	51	37,6	47	33,9	49	34,3	50
16:35h	33,1	51	33,4	51	37,6	46	34,1	48	34,5	49
16:45h	32,9	50	32,9	50	36	46	33,8	48	33,9	48
16:55h	32,9	50	32,8	50	37,6	46	33,6	48	34,2	48
17:05h	32,6	50	32,6	50	37,4	46	33,4	48	34	48
17:15h	32,6	51	32,6	52	35,4	48	33,1	50	33,4	50

T= Temperatura; UR= Umidade relativa

Realizadas as anotações das temperaturas foi calculada a média das leituras efetuadas em cada horário, considerado todos os aparelhos monitorados. Em seguida, foi calculado o desvio da média horária apresentada por cada aparelho, conforme a expressão abaixo:

$$DA = LA - M1, \text{ onde:}$$

DA é o desvio da temperatura registrada no aparelho A para o primeiro horário;

LA é a temperatura do aparelho A registrada no primeiro horário;

M1 é a média aritmética das temperaturas registradas em todos os termômetros no primeiro horário de observação.

Para a correção dos dados obtidos em campo, foi somado o desvio médio encontrado no respectivo aparelho às leituras do mesmo, caso o resultado deste desvio médio tenha sido negativo, assinala que o aparelho está com temperaturas abaixo da média tomada como referencia opera-se, então, a soma. Caso o desvio tenha sido positivo, opera-se o oposto, isto

é, subtrai-se o valor referente ao desvio médio em cada leitura efetuada em campo no respectivo aparelho (Quadro 2)

Quadro 2: Desvios das médias dos termohigrômetros (24/01/04):

Horário das medidas	Termohigrômetros							
	T- s/n		T-1		T-5		T-8	
Hora	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR
16:15h	1,1	-2	0,9	-1	-2,2	2	0,3	0
16:25h	1,3	-1	1,4	-1	-3,3	3	0,4	-1
16:35h	1,1	-2	0,8	-2	-3,1	3	0,4	-1
16:45h	1	-2	1	-2	-2,1	2	0,1	0
16:55h	1,3	-2	1,4	-2	-3,4	2	0,6	0
17:05h	1,4	-2	1,4	-2	-3,4	2	0,6	0
17:15h	0,8	-1	0,8	-2	-2	2	0,3	0
Média dos desvios	1,1	-2	1,1	-2	-2,8	2	0,4	0

Concluído os desvios das médias, foi subtraído ou somado do valor “bruto” gerado em campo, pela média dos desvios. Para ilustração foi tomando como exemplo o termohigrômetro T – s/n que operou no transeto I (Bangu Av. Brasil), conforme quadro abaixo:

Quadro 3: Correção dos dados brutos do T – s/n no Transeto I (Bangu-Av. Brasil) no episódio de verão às 7h. da manhã:

Pontos Amostrais	Km	Hora	Temp. (°C)		Umidade Relativa (%)	
			"OUT" bruto	"OUT" corrigido	bruto	corrigido
1. Rua Marmiari - Fazenda do Viegas	0	07:00	27,1	26	70	72
2. Praça Francisco Dias - Ponto final do 393	0,8	3	27,9	26,8	68	70
3. R. Rio da Prata - Mercado Guanabara	1,3	5	28,4	27,3	67	69
4. R. Boiobi/Rua da Feira	2,3	8	28,1	27	66	68
5. Praça Raimundo Paz - Casino Bangu	3,1	11	28,8	27,7	66	68
6. R. Silva Cardoso/R. Profº Clemente Ferreira	3,6	13	29,1	28	66	68
7. Av. Santa Cruz - Estação de Bangu	4	15	29,4	28,3	66	68
8. R. Coronel Tamarindo - ponto de ônibus	5,7	18	28,9	27,8	64	66
9. R. Sul América	6,1	20	28,8	27,7	64	66
10. Av. Ministro Ari Franco/R. Sainá	6,5	22	28,9	27,8	64	66
11. Est. da Água Branca - I. B. Água Branca	7,1	25	28,9	27,8	65	67
12. Estr. da Cancela Perta	8,5	29	28,4	27,3	64	66
13. Av. Brasil	9,1	31	28,4	27,3	64	66

ANEXO Q

Procedimento de aferição de instrumentos tomando como referência o termômetro padrão de uma Estação Meteorológica (Fialho, 2002)

O primeiro passo foi tomar como referência um outro termômetro que se encontre aferido, como o de uma estação meteorológica. A Estação meteorológica da UERJ (na cidade de São Gonçalo/RJ) foi tomada como padrão e assim iniciado o procedimento para a calibração dos instrumentos.

Leituras simultâneas, a cada 5 minutos em um espaço de tempo de 2 horas, foram realizadas com o termômetro da estação na semana de cada transeto (vide simulação no quadro 1). Foi estimado um espaço de 2 horas para se ter uma margem maior de variação das temperaturas.

Quadro 1: Pares de medidas dos dois termômetros

hora	15:05	15:10	15:15	15:20	15:30	15:35	15:40	15:45	15:50	15:55	16:00	16:05
termômetro da Estação	33	33	33,2	33	33	32,8	32,8	32,6	32,6	32,8	32,8	32,6
Termohigrômetro	33,9	34,1	34,1	33,5	32,1	32,1	32,6	31,9	32,1	32,3	32,4	32,1

Com as leituras foi elaborado um gráfico com a dispersão linear dos registros entre os dois termômetros (**Gráfico 1**) com o objetivo de corrigi-los, diminuindo a disparidade entre os termômetros. Conforme é observado no gráfico os pontos encontram-se dispostos linearmente, sugerindo uma relação linear entre as medidas.

Na equação da reta:

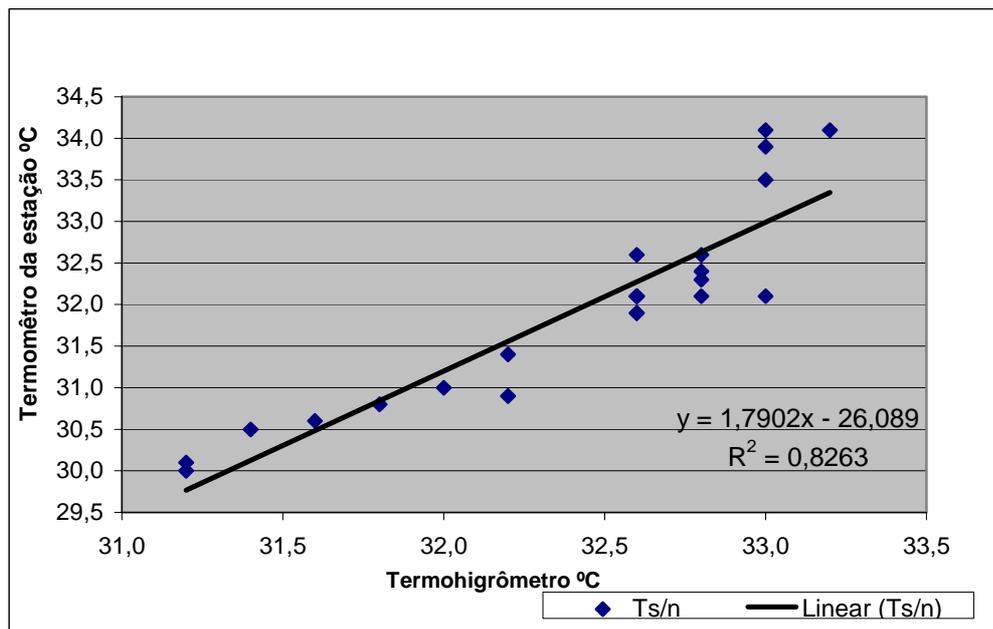
$$Y = 1,7902x - 26,089,$$

y representa a temperatura corrigida;

x é a temperatura registrada em campo;

R^2 é o grau de “confiabilidade” da equação entre os dois termômetros, em que quanto mais próximo ao valor 1, menor a discrepância entre os dados do termômetro da estação padrão e o termômetro utilizado em campo.

Gráfico 1: Dispersão linear entre o termômetro da estação meteorológica de São Gonçalo (RJ) e o termohigrômetro S/N



Portanto, se a temperatura registrada em campo foi de 33,9°C, quando aplicada à fórmula, temos:

$$Y = 1,7902 \times 33,9 - 26,089 = \underline{33,3^\circ\text{C}}, \text{ sendo este o valor corrigido.}$$

Apesar da precisão deste método, o valor corrigido demonstrou uma variância muito grande em relação ao valor gerado em campo.

ANEXO R

Quadro com os dados brutos e corrigidos pelos dois métodos de correção para os quatros transetos do episódio de inverno às 6h. da manhã:

Transeto I: Bangu-Av. Brasil T S/N			
Pontos Amostrais	Temperatura (°C)		
	OUT bruto	OUT corrigido segundo Danni-Oliveira (2002)	OUT corrigido segundo Fialho (2002)
1. Rua Marmiri - Fazenda do Viegas	17,6	16,3	5,4
2. Praça Francisco Dias - Ponto final do 393	16,9	15,6	4,2
3. R. Rio da Prata - Mercado Guanabara	17,3	16	4,9
4. R. Boiobi/Rua da Feira	17,1	15,8	4,5
5. Praça Raimundo Paz - Casino Bangu	17,9	16,6	6
6. R. Silva Cardoso/R. Profº Clemente Ferreira	17,8	16,5	5,8
7. Av. Santa Cruz - Estação de Bangu	17,4	16,1	5,1
8. R. Coronel Tamarindo - ponto de ônibus	16,6	15,3	3,6
9. R. Sul América	16,9	15,6	4,2
10. Av. Ministro Ari Franco/R. Sainá	16,9	15,6	4,2
11. Est. da Água Branca - I. B. Água Branca	16,6	15,3	3,6
12. Estr. da Cancela Perta	16,4	15,1	3,3
13. Av. Brasil	16,8	15,5	4
Transeto I: Bangu-Realengo T 05			
Pontos Amostrais	Temperatura (°C)		
	OUT bruto	OUT corrigido segundo Danni-Oliveira (2002)	OUT corrigido segundo Fialho (2002)
1. Rua Engenheiro Paula Lopes	23,9	28,6	19,7
2. Rua Engenheiro Pires Rebelo	23,9	28,6	19,7
3. Praça Lealdina Muniz	23,5	28,2	18,9
4. Praça Miguel Pedro/Rua da Usina	23,6	28,3	19,1
5. Rua Paris Viana	23,4	28,1	18,7
6. Praça Luis Pereira	23,6	28,3	19,1
7. Praça dos Abrolhos	22,9	27,6	17,7
8. Rua Ibitúva (Telemar)	22,9	27,6	17,7
9. Praça Padre Miguel	23	27,7	17,9
10. Praça do Canhão (Campo de Marte)	23,4	28,1	18,7
Transeto III: Santa Cruz-Sepetiba T-08			
Pontos Amostrais	Temperatura (°C)		
	OUT bruto	OUT corrigido segundo Danni-Oliveira (2002)	OUT corrigido segundo Fialho (2002)
1. Estr. de Sepetiba/Estr. Cruz das Almas	17	15,4	7,8
2. Estr. de Sepetiba-Largo do Arão	17,1	15,5	7,9
3. Estr. de Sepetiba-Conj. Nova Sepetiba	17,1	15,5	7,9
4. Estr. do Piaí/R. Pedro Leitão	17,9	16,3	9,2
5. Rua da Floresta	17,9	16,3	9,2
6. Praia de Sepetiba	17,3	15,7	8,2
7. Rua do late	16,8	15,2	7,4
8. R. Aristides Gouveia (Hotel Chave de Ouro)	16,9	15,3	7,6
9. Praça 6 (ponto final do 870)	17,4	15,8	8,4
10. Praia do Recôncavo	17,4	15,8	8,4
11. Praia do Cardo	17,6	16	8,7
Transeto IV: Santa Cruz-Av. Brasil T-07			
Pontos Amostrais	Temperatura (°C)		
	OUT bruto	OUT corrigido segundo Danni-Oliveira (2002)	OUT corrigido segundo Fialho (2002)
1. R. Felipe Cardoso	16,3	14,8	-7,3
2. R. Felipe Cardoso/Av. Eng. Gastão Rangel	15,3	13,8	-9,8
3. R. Felipe Cardoso/Av. Antares	14,9	13,4	-10,7
4. R. Felipe Cardoso/Av. General Olímpio	15,3	13,8	-9,8
5. R. Felipe Cardoso/Av. Isabel	15,4	13,9	-9,5
6. R. Senador Camará	15,4	13,9	-9,5
7. Praça Ruão	15	13,5	-10,5
8. R. Senador Camará (Hospital Pedro II)	14,5	13	-11,7
9. Est. Morro do Ar/R. Horto Florestal	14,4	12,9	-12
10. Est. Morro do Ar - Canal Cação Vermelho	14,3	12,8	-12,2
11. Est. do Morro do Ar - R. Sales	14,4	12,9	-12
12. Av. Brasil - Extra	14,1	12,6	-12,7

Nota-se que tanto para os valores brutos quanto para os corrigidos pelos dois métodos, o transeto II apresenta ampla diferença entre os valores de temperatura em relação aos outros três transetos, chegando a ultrapassar os 10°C. Embora a tabela exemplifique o episódio de inverno, o mesmo se verificou no episódio de verão, o que conclui ser um defeito do termohigrômetro 5.

ANEXO S

Tabela ilustrando a relação temperatura e intensidade da ilha de calor às 7h. da manhã no
Transeto I (Bangu-Av. Brasil) no episódio de verão:

Transeto I: Bangu-Av. Brasil	Temperatura	Ilha de calor
1. Rua Marmiari/Fazenda do Viegas	27,1	0
2. Praça Francisco Dias	27,9	0,8
3. Rua Rio da Prata	28,4	1,3
4. Rua Boiobi/Rua da Feira	28,1	1
5. Praça Raimundo Paz	28,8	1,7
6. Rua Silva Cardoso/Rua Prof ^o Clemente Ferreira	29,1	2
7. Av. Santa Cruz	29,4	2,3
8. Rua Coronel Tamarindo	28,9	1,8
9. Rua Sul América	28,8	1,7
10. Av. Ministro Ary Franco/Rua Sainá	28,9	1,8
11. Estrada da Água Branca	28,9	1,8
12. Estrada da Cancela Preta	28,4	1,3
13. Av. Brasil	28,4	1,3

O exemplo acima indica que a menor temperatura foi especializado no ponto 1, sendo este o ponto “zero” (a “ilha de frescor”) e nos demais pontos oscilaram a intensidade da ilha de calor, que especializou a sua intensidade máxima no ponto 7 (2,3°C).

ANEXO T

Cálculo da taxa de aquecimento e resfriamento para os pontos fixos

Os cálculos das taxas são apresentados com as seguintes fórmulas:

Taxa de aquecimento (TA): $T(\text{ma}) - T(\text{mb})/\text{ih}; h(\text{ma}) - h(\text{mb});$

Taxa de resfriamento (TR): $T(\text{ma}) - T(h(\text{um}))/\text{ih}; h(\text{um}) - h(\text{ma}),$ onde:

T é a temperatura;

ma é temperatura mais alta;

mb é a temperatura mais baixa;

Ih é o intervalo de hora;

h é a hora, e

h(um) é a hora da última medição.

Tomando como exemplo o ponto A de Bangu no episódio de inverno, tem-se os resultados, expostos no quadro abaixo:

Quadro 1: Ponto A – Bangu (episódio de inverno)

Horário	Temperatura
08:00	18,1
09:00	19,7
10:00	21,7
11:00	24,3
12:00	23,3
13:00	23,7
14:00	25,1
15:00	25,1
16:00	24,1
17:00	23,1
18:00	20,3
19:00	20,1
20:00	21,1

Taxa de aquecimento: $25,1-18,1/14-8 = 7/6 = 1,2$

Taxa de resfriamento: $25,1-21,1/20-14 = 4/6 = 0,7$

Cálculo da taxa de aquecimento e resfriamento para os pontos móveis

A obtenção da taxa de aquecimento se dá pela subtração da temperatura da segunda medida (13h.) pela primeira (6h.), dividido pelo intervalo de horas (7 horas). As taxas de resfriamento são obtidas pela subtração entre a temperatura da segunda media (13h.) pela terceira (20h.), dividido pelo intervalo de horas (7 horas). Assim, se tem as seguintes fórmulas:

Taxa de aquecimento (TA): $T(2) - T(1)/ih: h(2) - h(1)$;

Taxa de resfriamento (TR): $T(2) - T(3)/ih: h(3) - h(2)$, onde:

T (1, 2 e 3) é a temperatura do primeiro (6h.), segundo (13h.) e terceiro horário (20h.), respectivamente;

Ih é o intervalo de hora, e

h (1, 2 e 3) é o primeiro (6h.), segundo (13h.) e terceiro horário (20h.), respectivamente.

Tomamos como exemplo, o ponto 1 do transeto I (Bangu-Av. Brasil) no episódio de inverno, indicado abaixo (no quadro 2).

Quadro 2: Ponto 1 (Rua Marmiari - Fazenda do Viegas) – Transeto I (Bangu Av. Brasil) no

episódio de inverno:

Horário	Temperatura
06:00	16,3
13:00	29,7
20:00	21,5

Taxa de aquecimento: $29,7-16,3/13-6 = 13,4/7 = 1,9$

Taxa de resfriamento: $29,7-21,5/20-13 = 8,2/7 = 1,2$