

# O CAMPO TÉRMICO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.

Brandão, Ana Maria de Paiva Macedo<sup>1</sup>  
Tarifa, José Roberto<sup>2</sup>.

## INTRODUÇÃO

De acordo com o censo de 1991, cerca de 29 % da população brasileira residem nas nove Regiões Metropolitanas (Belém, Fortaleza, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre), sendo que nas de São Paulo e do Rio de Janeiro concentram a maior parcela, 17 % da população do Brasil.

As duas metrópoles nacionais (São Paulo e Rio de Janeiro) constituem as mais importantes áreas metropolitanas do país, em torno das quais se expande a mais expressiva área industrial brasileira, onde se encontram os maiores níveis de renda “per capita” do país porém nelas, também, são registrados os maiores níveis de deterioração, tanto ambiental como humana.

As taxas de urbanização nos municípios-sede das Regiões Metropolitanas são superiores a 40 %, indicando intenso processo de urbanização. Tal crescimento populacional exige investimentos em infra-estrutura social, sobretudo, em habitação e saneamento básico, necessidades que não têm merecido prioridade nos planos de administração pública.

A cidade do Rio de Janeiro, sede municipal e capital do Estado do Rio de Janeiro, é a segunda mais importante metrópole do Brasil, situando-se a 22° 54' 24" S e 43° 10' 21" W.

O município do Rio de Janeiro destaca-se no conjunto dos quatorze municípios que constituem a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, pela maior concentração de população, de indústrias e de veículos. Limita-se a norte pelos municípios de Itaguaí, Nova Iguaçu, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias; a sul pelo Oceano Atlântico; a leste pela baía de Guanabara; e a oeste pela baía de Sepetiba. Sua área total é de 1255 km<sup>2</sup>, onde reside quase seis milhões de habitantes, distribuídos em seus 154 bairros e em, aproximadamente, 550 favelas. A densidade demográfica é elevadíssima - 4360 habitantes/km<sup>2</sup> e a população favelada representa mais de 15 % do total de habitantes da cidade. (Figura 1).

A cidade do Rio de Janeiro possui sítio urbano muito complexo, caracterizado por dois domínios fisiográficos: o relevo montanhoso representado pelos maciços litorâneos (Tijuca, Pedra Branca e Gericinó) e por amplas baixadas com várias denominações locais (Guanabara, Fluminense, Jacarepaguá, Sepetiba, Santa Cruz).

O maciço da Tijuca sempre exerceu papel fundamental na vida da cidade, sendo o grande balizador de sua expansão urbana e o responsável por sua forma caracteristicamente linear (dividindo-a em duas zonas distintas: zona norte e zona sul), conferindo-lhe uma insólita beleza cênica mas, propiciando-lhe, também, o surgimento de vários problemas urbanos, incluindo-se a necessidade de gerenciamento permanente dos processos naturais afetados pelo crescimento urbano e a dificuldade de prover infra-estrutura básica à cidade. (ABREU, 1992).

---

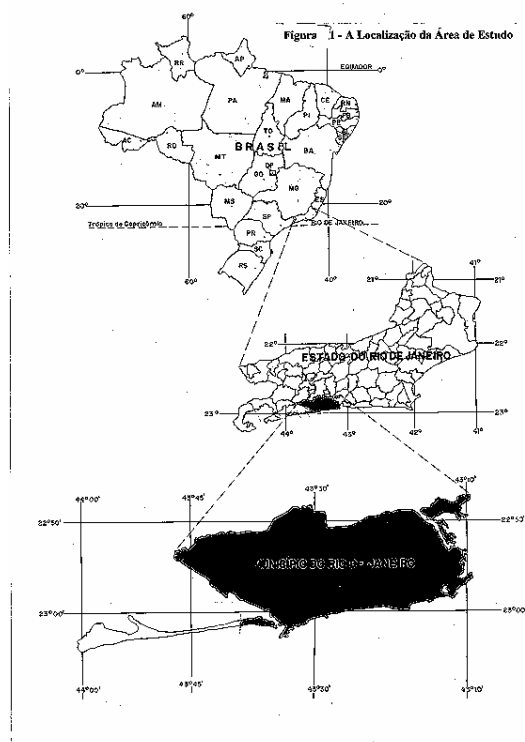
<sup>1</sup>Professora Assistente/Univesdidade Federal do Rio de Janeiro/Rio de Janeiro/Brasil.

<sup>2</sup>Professor Assistente/Universidade de São Paulo/São Paulo/Brasil.

O acelerado e desordenado processo de crescimento urbano da cidade, tem provocado a degradação do meio físico e alterado substancialmente o seu clima local - clima urbano - que é resultante de interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana. (BRANDÃO, 1992).

A questão climática adquire cada vez mais importância nos estudos urbanos (destacando-se entre os principais componentes de sua qualidade ambiental) onde, os estudos relacionados a contaminação atmosférica e as alterações climáticas constituem as duas questões básicas.

Este estudo constitui parte de tese de Doutorado sobre o Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro e visa estabelecer as relações entre os aspectos geocológicos do sítio da cidade do Rio de Janeiro e o uso do solo com os fenômenos resultantes ilha de calor e poluição atmosférica na cidade. (BRANDÃO, 1996).



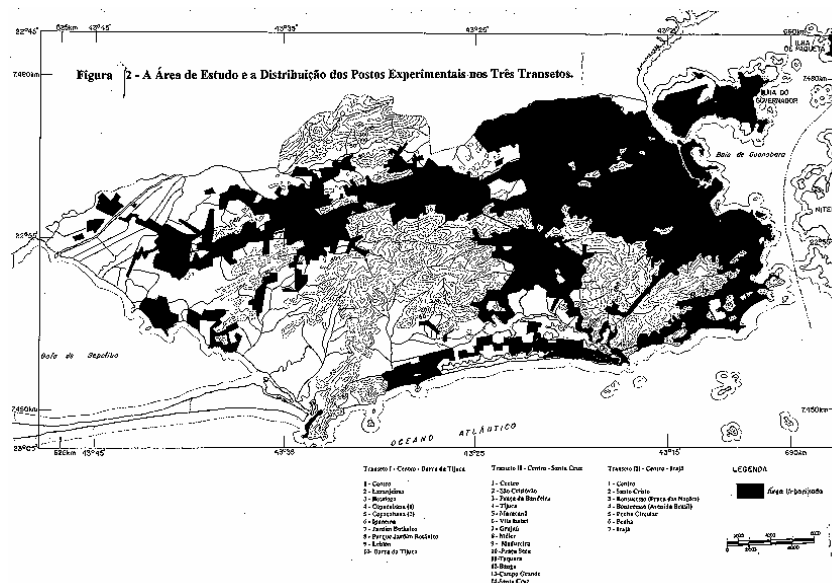
## METODOLOGIA

Para MONTEIRO (1976) o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre, identificado como a cidade, e sua urbanização, o que pressupõe uma mobilidade espacial e temporal. Assim deve-se investigar como as diferentes edificações e usos do solo, a morfologia, os materiais de construção, o desmatamento, dentre outros, agem no sentido da geração do clima urbano, uma vez que a cidade produz, armazena e irradia calor com magnitude e ritmo temporal que a diferencia radicalmente do ambiente rural.

Procurou-se alcançar os objetivos adotando-se a abordagem têmporo-espacial do campo termo-higrométrico, tomando-se a cidade do Rio de Janeiro como fato geográfico, cuja estrutura natural da paisagem, configura um ambiente altamente derivado pela ação antropogênica sob dinâmica funcional própria.

Em função das dificuldades de espacialização da ilha de calor, advindas da complexidade geocológica e urbana, optou-se pela escolha de alguns ambientes urbanos no universo de estudo, a partir de transetos, para os levantamentos de campo garantindo uma maior representatividade de análise tempo-espacial.

Considerando os aspectos geocológicos (topografia, gradiente e orientação dos maciços, bacias hidrográficas e vegetação) e os componentes antrópicos (uso do solo, pavimentação, densidade demográfica e densidade de construção), foram selecionadas 30 áreas amostrais para os levantamentos de campo. Estas foram distribuídas em três transetos, partindo do centro da cidade e orientadas no sentido da expansão da malha urbana, acompanhando as vertentes norte e sul dos maciços montanhosos, com a finalidade de investigar as variações termo-higrométricas e configurações de ilha de calor na cidade do Rio de Janeiro. No transeto I - Centro-Barra da Tijuca, com orientação E-SW, seguindo pela vertente sul do maciço da Tijuca, foram contemplados oito bairros, totalizando treze áreas amostrais; no transeto II - Centro-Santa Cruz, com sentido E-W, acompanhando a vertente norte dos maciços da Tijuca e da Pedra Branca, foram selecionadas dezessete áreas amostrais em quinze bairros; e no transeto III - Centro-Irajá, orientado no sentido E-NW, escolheu-se nove áreas de amostra, em cinco bairros. (Figura 2).



A partir de interpretação aerofotogramétrica, foram definidos os diferentes tipos de uso do solo, os quais, para facilidade de representação, foram reagrupados em dez classes e calculados os percentuais de participação de cada tipo de uso para todas as áreas amostradas.

Com psicrômetros de funda tomou-se medidas térmicas horárias (das 8 às 21 horas) em quatro pontos diferentes de cada uma das 30 áreas amostrais, no raio de 800 m de diâmetro, aproximadamente, totalizando cerca de 120 amostras de dados microclimáticos em toda a cidade, que serviram de base para a análise nas escalas micro, topo e mesoclimática, que possibilitaram representar a intensidade da ilha de calor e elaborar a carta síntese do clima urbano na cidade do Rio de Janeiro.

Os padrões de uso do solo e indicadores de uso do solo urbano, como a densidade construída, foram utilizados para explicar os contrastes térmicos nos

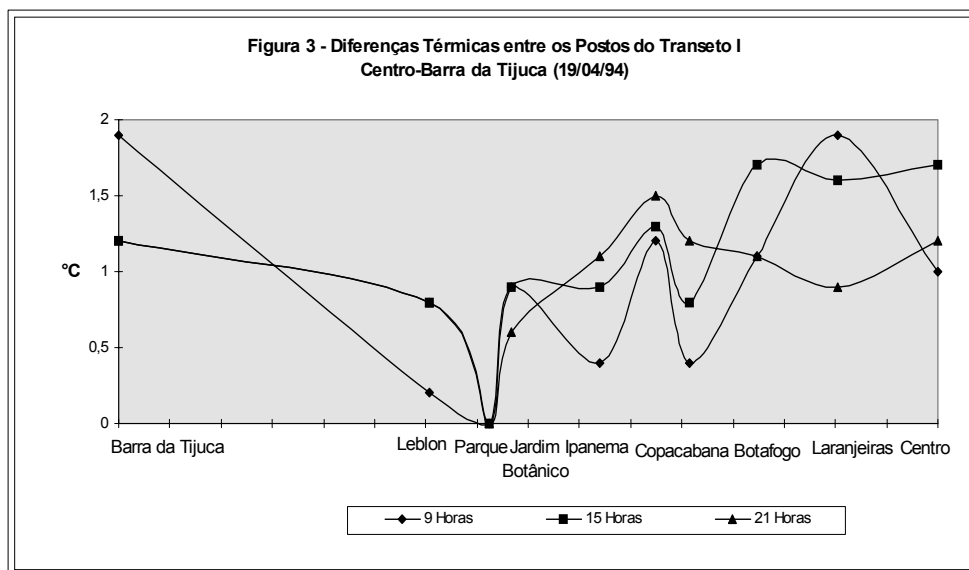
diferentes ambientes, buscando identificar o fenômeno ilha de calor na cidade do Rio de Janeiro.

## RESULTADOS

O enquadramento sinótico do dia do experimento de campo (dia 19 de abril de 1994), mostra que o tipo de tempo atuante sobre a cidade do Rio de Janeiro, neste dia, não era favorável à manifestação da ilha de calor. A cidade amanheceu sob o efeito de uma passagem frontal, de fraca atividade, devido a posição oceânica do Anticiclone Polar e seu reduzido potencial isobárico. Com a passagem da frente, a cidade do Rio de Janeiro é submetida a uma situação de instabilidade pós-frontal, com cobertura total do céu, elevada umidade atmosférica, ocorrência de pluviosidade e declínio de temperatura. O predomínio desta situação sinótica contribuiu para reduzir sensivelmente o efeito da ilha de calor na cidade, esta apresentando-se com fraca intensidade no dia 19 de abril de 1994 (outono).

O perfil topo-urbano do transeto I - Centro-Barra da Tijuca, onde foram monitorados dez bairros (Centro, Laranjeiras, Botafogo, Copacabana, Ipanema, Jardim Botânico, Leblon e Barra da Tijuca), mostra que trata-se de área da cidade, com maior densidade demográfica e mais intensa ocupação do solo urbano; com elevadas taxas de densidade construída, predominando, basicamente, o uso residencial-comercial. Aí se identificam lacias de alta concentração e verticalização de construções, como no centro e nos bairros de Copacabana, Ipanema, Laranjeiras e Leblon. A Barra de Tijuca, constitui exceção, pois, sendo área de expansão recente, do crescimento da zona sul para oeste da cidade, apresenta, ainda, amplos espaços vazios, que começam a ser preenchidos, com velocidade surpreendente, por blocos de condomínios de mais de 10 andares. A variação têmporo-espacial da temperatura do ar nesse transeto, individualiza dois núcleos de maior aquecimento, um em Copacabana e outro na Barra da Tijuca, cuja continuidade é interrompida pela presença do parque Jardim Botânico. A primeira área mais quente estendeu-se do centro da cidade até o bairro de Copacabana, na zona sul, quando a temperatura, já às 8 horas, marcava valores superiores a 24.5 °C, atingindo 28 °C às 12 horas e no período noturno, às 20/21 horas, manteve-se entre 24 a 24.5 °C, exceto no parque Jardim Botânico, onde a temperatura se situou em torno de 23.5 °C.

A intensidade da ilha de calor no transeto Centro - Barra da Tijuca foi fraca, inferior a 2 °C, considerando os horários padrão 9 horas, 15 horas e 21 horas. Às 9 horas a maior intensidade da ilha de calor foi identificada nos bairros Laranjeiras e Barra da Tijuca com diferença de 2.9 °C em relação ao parque Jardim Botânico, onde se configurou a ilha fria. Às 15 horas o core da ilha de calor se desloca do bairro de Laranjeiras para Botafogo porém, a área mais quente se estende do centro da cidade até Botafogo e a diferença reduz para 1.7 °C. Finalmente às 21 horas, o núcleo mais aquecido desloca-se de Botafogo para Copacabana porém a diferença térmica em relação ao parque não ultrapassa 1.5 °C, neste horário. Ao contrário das 9 horas, o centro da cidade conservou-se mais quente que o bairro de Laranjeiras porém, manteve-se como núcleo secundário de ilha de calor. (Figura 3)



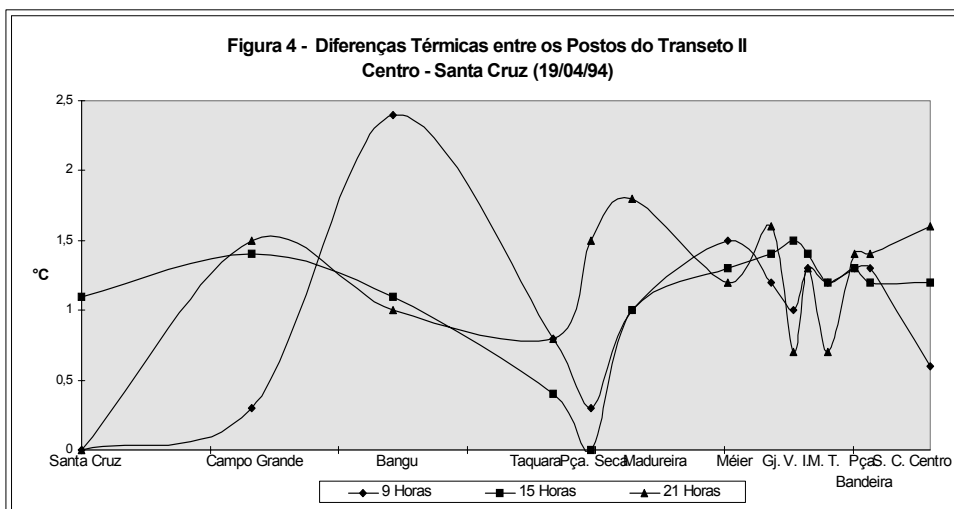
Iniciando-se no centro da cidade e prolongando-se até Santa Cruz, o transeto II, cruza a cidade de leste a oeste, seguindo através da vasta baixada da Guanabara pela vertente norte dos maciços da Tijuca e da Pedra Branca. A presença do maciço de Gericinó no limite norte do município do Rio de Janeiro, gera um estreitamento da planície na baixada de Bangu. Os bairros aí localizados, como Bangu e Campo Grande, a sotavento do maciço da Pedra Branca sofrem a influência do aquecimento catabático do ar, estando sujeitos a frequentes calmarias ou ventilação fraca e, por estas características topográficas locais são famosos pelo registro de temperaturas muito elevadas, não raro, ultrapassando os 40 °C, no verão.

A área abrangida por esse transeto caracteriza-se por apresentar os ambientes mais diferenciados da cidade, incluindo os bairros: Centro, São Cristóvão, Praça da Bandeira, Tijuca, Maracanã, Vila Isabel, Grajaú, Méier, Madureira, Praça Seca, Taquara, Bangu, Campo Grande e Santa Cruz, onde predominam o uso residencial-comercial. O uso industrial é, ainda, expressivo no bairro de São Cristóvão embora, atualmente, a expansão industrial se dirige preferencialmente para a zona oeste, sobretudo, aos bairros de Jacarepaguá, Campo Grande e Santa Cruz.

O índice de verticalização e a concentração das construções vai reduzindo, sensivelmente, do Centro, onde o índice é elevado, para a zona oeste. Até o Méier predominam densidades moderadas de construções com índices de verticalização em franca expansão na Tijuca e em Vila Isabel. De Madureira até Santa Cruz, a característica mais marcante é a baixa densidade de construções com predomínio do uso residencial horizontal.

Dependendo do horário, a intensidade da ilha de calor assume uma mobilidade espacial bastante significativa. Às 9 horas as áreas mais aquecidas se situaram no Méier e Bangu (26.9 °C), atingindo a intensidade máxima de 2.4 °C, em Bangu, enquanto às 15 horas o maior aquecimento foi registrado em Vila Isabel. Às 21 horas a ilha de calor de maior intensidade se configurou em Madureira porém a diferença em relação a Santa Cruz, área mais fresca neste horário, foi inferior a 2 °C. Enquanto às 9 horas (24.5 °C) e às 21 horas (22.6 °C), Santa Cruz no extremo oeste do município, configurou-se como a área mais fresca, desse transeto, às 15 horas a área

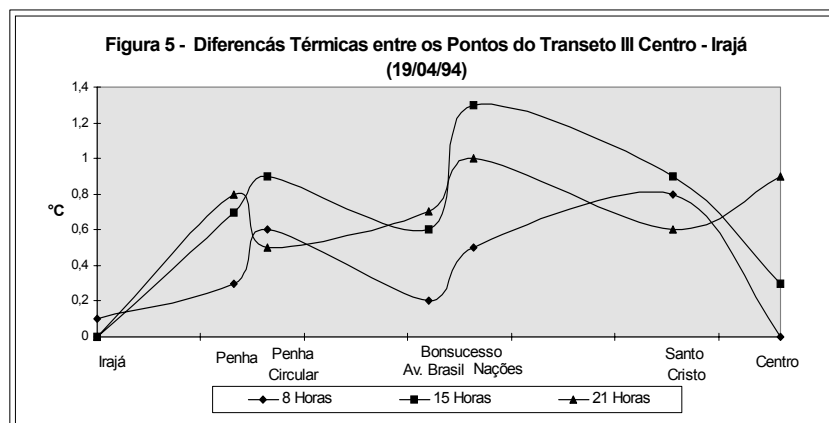
mais fresca posicionou-se em Jacarepaguá, na Praça Seca, com temperatura inferior a 24.5 °C. (Figura 4).



No perfil topo-urbano do transeto III - Centro - Irajá estão representados sete ambientes urbanos, incluindo o Centro da cidade, nos bairros Santo Cristo, Bonsucesso, Penha, Penha Circular e Irajá. O predomínio é do uso residencial-industrial e a densidade de construção e de verticalização é baixa, embora nos bairros de Bonsucesso e da Penha, principais centros de comércio da zona da Leopoldina, alguns prédios de mais de 10 andares, já sinalizem o processo de verticalização nessa área.

A principal característica dessa área, abrangida pelo transeto III, é o predomínio de temperaturas elevadas, principalmente, do bairro Santo Cristo até a Penha, onde foram registradas temperaturas superiores a 28 °C, no período de maior aquecimento. Já às 8 horas, temperaturas acima de 25.5 °C eram marcadas, de Santo Cristo até a Penha Circular, bairros caracterizados por uma grande concentração de indústrias e localizados próximo a principal avenida de acesso à cidade, a Avenida Brasil, que se comunica com as rodovias Presidente Dutra e a Rio-Petrópolis. Coincide, também, com a área da cidade onde a concentração de poluentes na atmosfera registra os índices máximos, com violações que chegam a quase o triplo do padrão recomendado. No dia 19/04/94, entretanto, em função da pluviosidade que propiciou a limpeza da atmosfera, a qualidade do ar manteve-se dentro dos padrões aceitáveis, com índice bem abaixo do limite de 240 µg/m<sup>3</sup>, estabelecido pela Organização Mundial de Saúde.

Às 9 horas a maior intensidade da ilha de calor foi alcançada no bairro Santo Cristo, porém a diferença em relação ao Centro que se configurou como o bairro mais fresco do transeto, nesse horário, foi inferior a 1 °C. Ao contrário, às 15 horas e às 21 horas, a maior intensidade da ilha de calor foi alcançada em Bonsucesso, com diferença entre 1 °C a 1.4 °C, em relação a Irajá, bairro mais fresco, nesses horários. (Figura 5).



## Considerações Finais

Considerando o conjunto de todos os pontos de medições dos três transetos que permitem visualizar a cidade no seu todo, a intensidade máxima da ilha de calor para os horários padrão, no dia 19 de abril de 1994 (outono), assume mobilidade espacial de acordo com o horário. Com predomínio de tempo instável com chuva, caracterizado pela passagem de um sistema frontal sobre o Rio de Janeiro, a ilha de calor reduz, sensivelmente, sua intensidade, tendendo mesmo a dissipar sua atuação, uma vez que as circunstâncias sinóticas da circulação atmosférica regional prevaleceram sobre as condições locais.

Com tal tipo de tempo atuante, a ilha de calor foi de fraca intensidade (1,9 °C), no período noturno (21 horas) porém, sua configuração revelou íntima correlação com as áreas de maior intensidade de urbanização e que, por isso mesmo, demonstram maior capacidade de se conservarem mais aquecidas, ou seja, apresentaram menores taxas de resfriamento, resultando em maior capacidade de conservação do calor armazenado pela massa de edifícios durante o período diurno. Assim, o bairro de Copacabana, na zona sul, com densidade demográfica superior a 30 mil habitantes por km<sup>2</sup>, elevadíssimas taxas de densidade construída e de verticalização de suas construções, caracterizou-se como a área mais aquecida da cidade, enquanto Santa Cruz, no extremo oeste, com apenas 1300 hab/hm<sup>2</sup> e baixa taxa de densidade construída, destacou-se como a área mais fresca da cidade, às 21 horas.

Às 9 horas e às 15 horas a intensidade máxima da ilha de calor foi moderada (2,8 °C), com o núcleo mais fresco localizado no parque Jardim Botânico, na zona sul da cidade. O core mais quente, que às 9 horas se configurou em Bangu, na zona oeste da cidade, em função de suas características topográficas locais, às 15 horas foi localizado em Bonsucesso, bairro industrial-residencial, da zona da Leopoldina.

## Referência Bibliográfica

ABREU, M. de A. A cidade, a Montanha e a Floresta. In: ABREU, M, de A. (org.): Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, 1992, p.54-103.

BRANDÃO, A. M. P. M. As Alterações Climáticas na Área Metropolitana do Rio de Janeiro: Uma provável influência do crescimento urbano. In: ABREU, M. de

A. (org.). : Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, 1992, p. 143-200.

\_\_\_\_\_, O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro. Departamento de Geografia, FFLCH/USP. São Paulo, 1996. Tese de Doutorado, 362 p.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e Clima Urbano. Série Teses e Monografias. São Paulo, n. 25, 1976, 181 p.

\_\_\_\_\_, Geosul, Revista do Departamento de Geociências da UFSC. Florianópolis, Ano 5, n. 9, 1990.