



## VARIAÇÕES DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS SOBRE O MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE: PRIMEIRAS ABORDAGENS

**ABREU\***, Magda Luzimar de; **ASSIS\*\*** & Wellington Lopes

Universidade Federal de Minas Gerais

Deptº de Geografia do Instituto de Geociências

Av. Antônio Carlos 6627, Campus Pampulha

31270-901 – Belo Horizonte/MG – Brasil

fax: 0055 (31) 499-5410

e-mail: [magda@csr.ufmg.br](mailto:magda@csr.ufmg.br), [assis@dedalus.lcc.ufmg.br](mailto:assis@dedalus.lcc.ufmg.br)

**RESUMO:** Este artigo apresenta o resultado de três experimentos de campo, realizados em Belo Horizonte – MG, sobre o comportamento de alguns parâmetros meteorológicos utilizados nos estudos de clima urbano e ilha de calor. Avaliaram-se as condições climáticas urbanas através de aferições locais, com a instalação de abrigos meteorológicos de campo, distribuídos ao longo de um transecto longitudinal norte-sul sobre o município.

**ABSTRACT:** This paper presents the results of three experiments on Urban Heat Island developed in Belo Horizonte - MG. In the first one seven hygrometers were used and in the second and third ones only five. The results of all experiments indicated that there is a heat island configuration in the city, which presents some distinct maximums.

### Introdução

As alterações climáticas em nível local são proporcionadas pelo processo de urbanização acelerada, que na maioria dos casos não foi acompanhada por estudos técnicos que avaliassem as modificações no meio ambiente citadino, bem como estudos sobre a "deterioração" nas condições de habitabilidade dentro da esfera urbana. As mudanças mais significativas dos parâmetros meteorológicos, em especial a temperatura, a umidade relativa e o comportamento dos ventos, são proporcionadas pelas variações das atividades humanas nos espaços internos diferenciados. Áreas intensamente edificadas e a própria configuração da cidade contribuem para as modificações climáticas dentro do tecido urbano. O desenho físico, desde a escala de

edifícios até as áreas metropolitanas, pode ter fortes repercussões nas condições climáticas locais.

O objetivo deste trabalho foi realizar estudos visando a obtenção de informações sobre o clima de Belo Horizonte - MG, especialmente as diferenciações microclimáticas dentro da malha urbana. Foram coletados dados meteorológicos de temperatura, umidade relativa, velocidade e direção dos ventos, e nebulosidade. Estes foram confrontados com os postos de observações oficiais, indicando as possíveis mudanças no comportamento termo-higróico e alterações na circulação atmosférica local.

## **Metodologia**

Belo Horizonte, a maior concentração urbana do Estado de Minas Gerais, apresenta peculiaridades naturais e sociais que formam um universo de análise extremamente favorável ao estudo da ilha de calor. Possui feições geográficas que contribui não só para a diferenciação microclimática, como também para a exacerbação de problemas resultantes da degradação ambiental, tais como a concentração de poluentes em alguns locais.

Coletou-se dados em locais onde os condicionantes urbanos (casas, edifícios, superfícies impermeabilizadas, tráfego, entre outros), pudessem alterar de alguma forma o comportamento da temperatura, da umidade do ar, da velocidade e direção dos ventos e da nebulosidade. Os abrigos meteorológicos de campo, feitos em madeira, seguiram o modelo proposto pelo Prof. José Roberto Tarifa do Laboratório de Climatologia da USP, utilizados também pelo Prof. Monteiro (1987) em sua pesquisa sobre o campo térmico da cidade de Florianópolis. Registros de temperatura e umidade relativa foram realizados por higrômetros de leitura direta. A direção dos ventos foi estimada através do uso de uma fita presa na haste do abrigo, marcada com os pontos cardeais que indicavam a procedência dos mesmos e a velocidade foi estimada com a escala Beaufort. Dados de precipitação e de nebulosidade foram registrados pelos observadores quando de sua ocorrência. Os abrigos foram distribuídos em 8 pontos, ao longo de um segmento longitudinal norte-sul, abarcando as principais unidades de relevo do município.

Além destes pontos foram utilizados os dados do 5. Distrito de Meteorologia do INMET e os dados do Aeroporto de Confins, localizado a aproximadamente 40 km de Belo Horizonte, que por estar localizado em uma área rural, permitiu a comparação dos dados com a área urbana. As coletas foram tomadas entre 12 hs do dia inicial até as 12 hs do dia seguinte, com leituras e registros a cada três horas, para permitir o acompanhamento das condições sinóticas e seus efeitos sobre os parâmetros meteorológicos locais em estudo. Foram utilizadas cartas sinóticas da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) do Ministério da Marinha, 7 dias antes do experimento e 7 dias depois. Foram coletadas informações sobre os principais equipamentos urbanos do local de coleta, fluxo de veículos e pedestres, vegetação circundante. Os dados foram organizados em gráficos e tabelas.

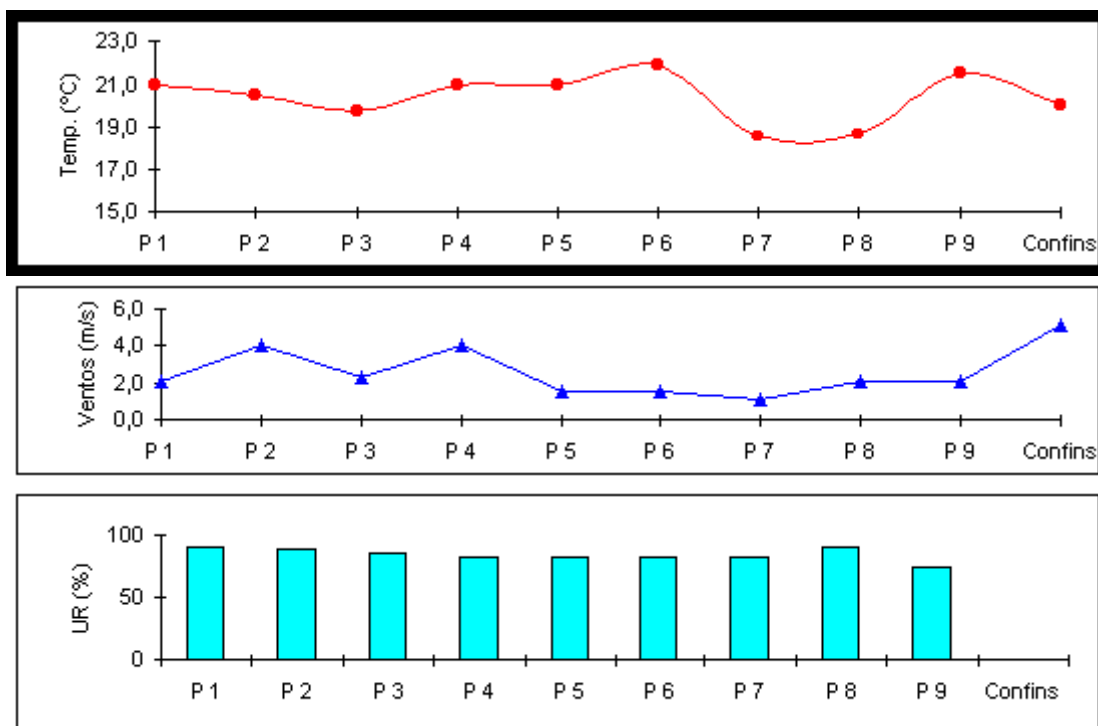
## **Análise dos Resultados Obtidos em Campo**

Devido a impossibilidade de apresentar neste pequeno artigo todos os gráficos e discussões de todos os horários, optou-se por aqueles onde a presença da ilha de calor sobre a área central foi mais intensa., em todos os campos. Os gráficos apresentados ilustram alguns dos resultados aqui discutidos.

## **Campo 1:**

Realizado entre as 12:00 hs do dia 17/10/97 até as 12:00 hs do dia 18/10/97, indicou que as condições meteorológicas observadas estiveram bem distantes do "ótimo" para as observações associadas a um estudo de clima urbano. Duas horas após o início do experimento, uma frente fria atingiu a região, causando intensa nebulosidade, queda de temperatura e chuvas de intensidade variada sobre a cidade. Este sistema frontal permaneceu por 36 horas sobre Belo Horizonte. Às 18:00 hs foi registrada a maior temperatura em todo o transecto, cerca de 21,9 °C. A comparação dos valores térmicos apresentados neste local (Ponto 6) com os registrados no distrito meteorológico (Ponto \*) resultaram na maior amplitude térmica observada da ilha de calor durante todo o experimento, 3,4 °C. Ao longo do transecto as temperaturas variaram em torno dos 19,7 °C no CDTN (Ponto 3) e 21,5 °C (Ponto 9) no bairro Jatobá. O comportamento térmico deste último ponto, que registrou a segunda maior temperatura de todo o transecto e o menor índice de umidade relativa neste horário, pode ser explicada pela sua proximidade da cidade industrial e pelo reduzido índice de arborização. Um outro fator agravante é que as condições topográficas e da circulação atmosférica local, direção preferencial NW-SE, facilitam a concentração de poluentes e material. Os índices de umidade relativa nos demais pontos do transecto variaram entre 82% (Pontos 4, 5, 6, e 7) a 91% no bairro Mantiqueira. A direção predominante dos ventos foi de SE-NW ou E-W, o que evidenciou a grande influência da circulação sinótica sobre a circulação local. É importante ressaltar que entre 16:00 hs e 19:00 hs ocorreram fortes pancadas de chuvas sobre todo o município, o que em alguns locais dificultou a coleta dos dados. As condições meteorológicas à 03:00hs, estiveram associadas à situação sinótica relacionadas ao sistema frontal que atingiu a cidade. Após este horário, ainda observaram-se alguns períodos de instabilidade, porém já sob o domínio do anticiclone polar, resultando em queda de temperatura sobre toda a região. Estas oscilaram em torno dos 15,5 °C no 5º DISME e 18,0 °C no centro da cidade, ou seja, uma diferença considerável de 2,5 °C entre estes dois locais. A explicação mais plausível para este fato reside nas trocas térmicas e no armazenamento de energia pelos edifícios, fazendo com que diminuíssem o resfriamento noturno na região central, configurando assim, os efeitos da ilha de calor no tecido urbano. Nos demais pontos do transecto as temperaturas oscilaram entre 16,0 °C no bairro Jaraguá (Ponto 2), e 17,5 °C nos bairros Caiçara e Jatobá, pontos 5 e 9 respectivamente. Quanto ao comportamento da umidade relativa esta apresentou poucas diferenças entre os locais de coleta, variando entre 80% e 90%, portanto uma pequena diferença de 10%. Os maiores valores foram coletados em pontos de maior arborização, localizados próximos a extensos corpos d'água (p.e. Lagoa da Pampulha). A velocidade do vento diminuiu consideravelmente neste horário, apresentando valores médios abaixo de 3,0 m/s. Apenas no bairro Belvedere e no Aeroporto de Confins, áreas mais abertas, as intensidades permaneceram elevadas, 6,0 e 4,6 m/s respectivamente. Na região central e no bairro Jatobá houve uma relativa calmaria.

18:00 hs

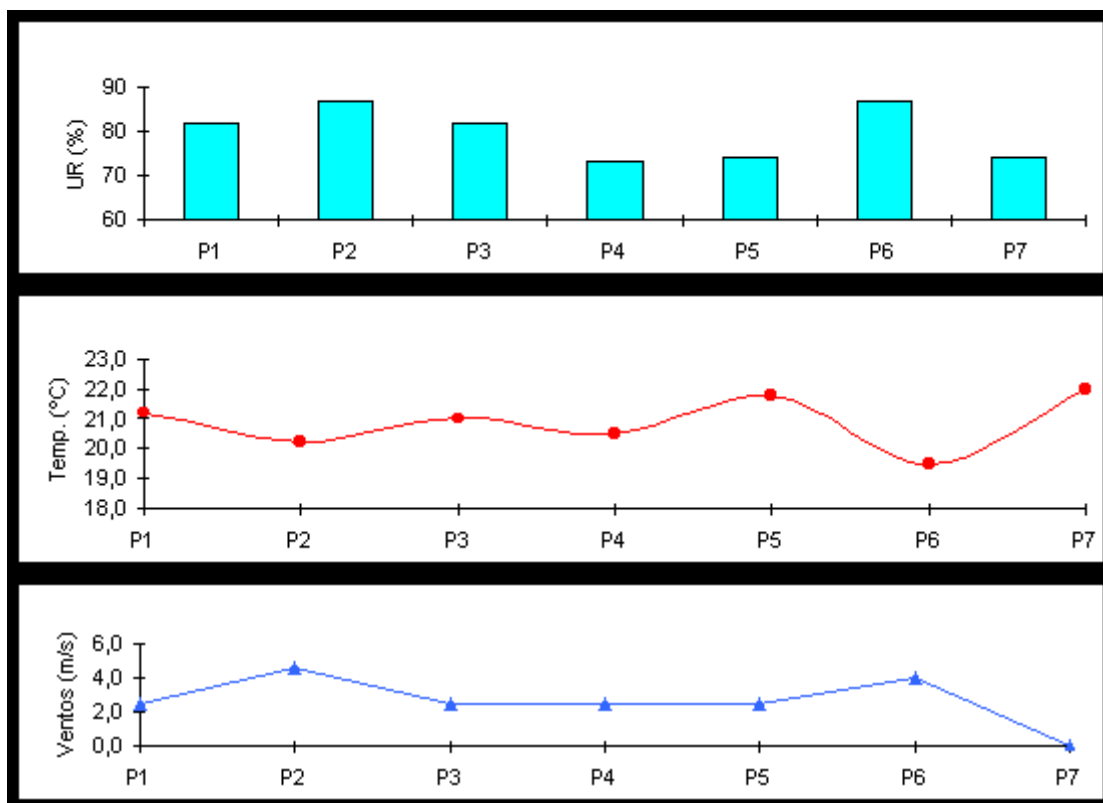


## Campo 2:

Foi realizado entre as 12:00 hs do dia 27/03/98 até as 12:00 hs do dia 28/03/98. Devido as dificuldades encontradas para a formação da equipe para este segundo experimento optou-se por diminuir o número dos pontos para a coleta dos dados. Do mesmo modo que no primeiro experimento este serviu apenas para detectar as variações e diferenças microclimáticas encontradas nos pontos do espaço focalizado. Os locais de coleta para este segundo experimento foram: Ponto 1 (Bairro Mantiqueira), Ponto 2 (CDTN/CNEM), Ponto 3 (Bairro Sagrada Família), Ponto 4 (Bairro Caiçara), Ponto 5 (Centro - Faculdade de Direito da UFMG), Ponto 6 (5º Distrito de Meteorologia/INMET) e por último Ponto 7 (Bairro Santo Antônio). O confronto dos dados coletados em campo às 12:00 hs e os observados no 5º Distrito de Meteorologia e no CDTN revelaram-se proveitosos. A menor temperatura foi registrada no CDTN, cerca de 22,0°C, logo em seguida veio o INMET registrando 25,0°C. Nos outros pontos ao longo de nosso transecto elas variaram em nível quase sempre superior à 25,0°C, sendo que no bairro Mantiqueira chegou a 28,4°C. Observou-se que a temperatura da área central foi cerca de 1,5°C maior do que a registrada no distrito meteorológico e 3,9°C maior do que a observada no CDTN. Notou-se nitidamente o efeito das áreas verdes sobre este parâmetro, amenizando o efeito da ilha de calor nestes locais. Os menores índices de umidade relativa foram registrados nos pontos 1, 3, 4 e 7, locais onde as taxas de pavimentação e edificação são maiores. A elevada rugosidade do tecido urbano na área central é também responsável pelas "rajadas" de vento e pelas mudanças constantes na direção dos mesmos, neste horário observaram-se ventos de 4,0 m/s. Às 21:00 hs Pode-se observar o efeito das trocas térmicas entre os edifícios ao compararmos as temperaturas da área central, em especial os pontos 5 e 7, cujos valores ficaram em torno dos 22,0°C. O confronto destes "padrões" térmicos com os registrados no distrito meteorológico e no CDTN resultaram em uma amplitude térmica de 2,5°C, diminuindo sensivelmente o resfriamento noturno. Nos demais locais do transecto elas variaram entre 20,0°C e 21,0°C. Os menores índices de umidade relativa

foram registrados no hipercentro, 73% em média. As maiores taxas de UR% ficaram para o CDTN e para o distrito meteorológico, em torno dos 84%. Quanto ao parâmetro vento ocorreu uma diminuição na velocidade para todos os pontos, o menor valor foi de 2,5 m/s (bairro Mantiqueira e Caiçara) e o maior 4,6 m/s (CDTN). A direção praticamente permaneceu a mesma do horário anterior para seus respectivos pontos de coleta.

21:00hs

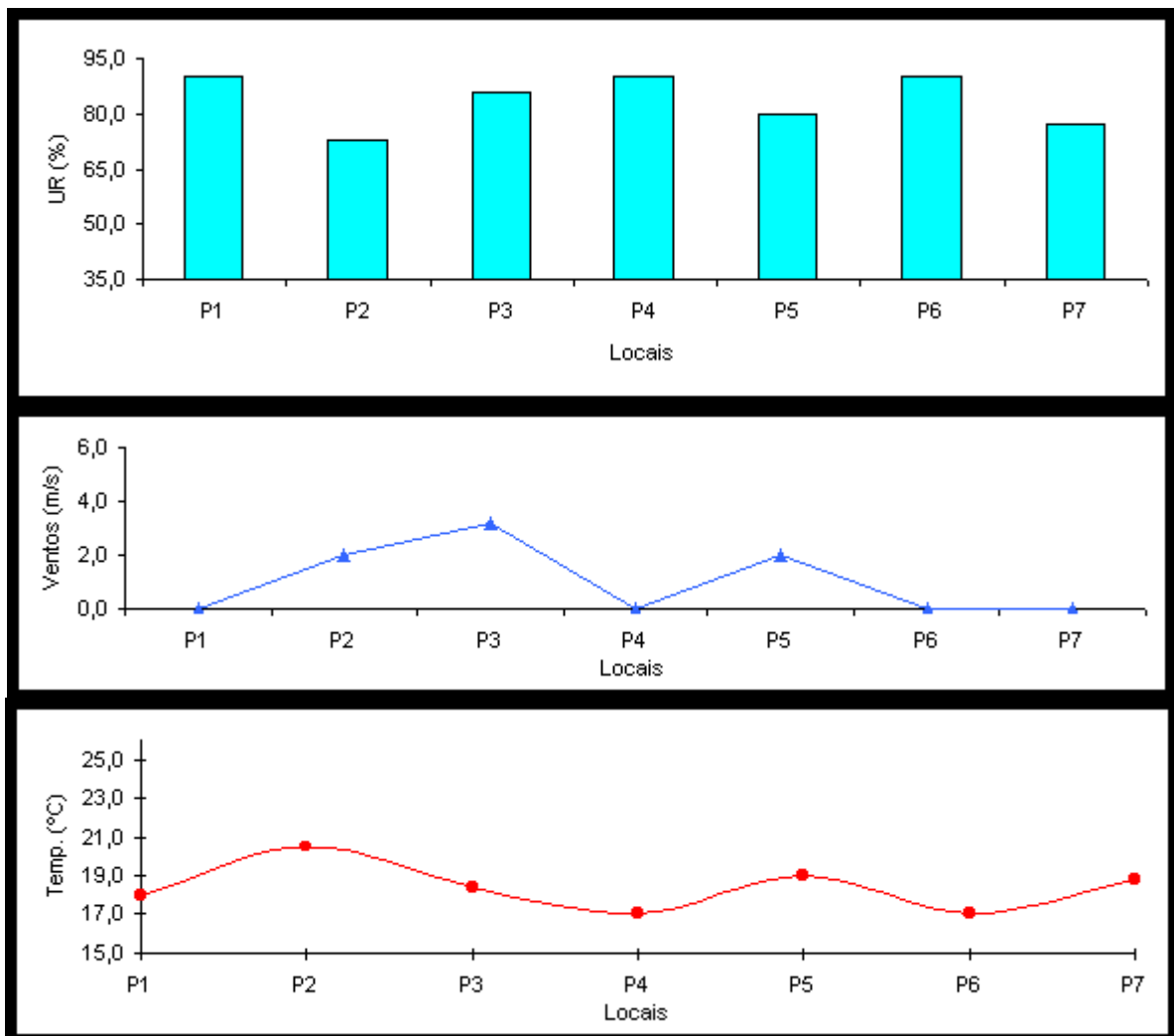


### Campo 3:

Foi realizado entre as 12:00 hs do dia 22/10/98 até as 09:00 hs do dia 23/10/98. Novamente as dificuldades encontradas para a formação da equipe fizeram com esse terceiro experimento contasse com um número de pontos reduzido para a coleta dos dados. Os locais de coleta para este segundo experimento foram: Ponto 1 (Bairro Jardim dos Comercíarios), Ponto 2 (Jaraguá), Ponto 3 (CDTN/CNEM), Ponto 4 (Bairro Sagrada Família), Ponto 5 (Centro - Faculdade de Direito da UFMG), Ponto 6 (Bairro Goiânia) e por último Ponto 7 (5º Distrito de Meteorologia/INMET). Às 12:00 hs o confronto dos dados coletados em campo e os observados no 5º Distrito de Meteorologia e no CDTN, neste horário, revelaram-se curiosos. A menor temperatura neste horário foi registrada no CDTN, cerca de 23,3°C, logo em seguida veio o ponto 4 (Sagrada Família) registrando 24,5°C. Nos outros pontos ao longo de nosso transecto elas variaram em nível quase sempre superior à 25,0°C, sendo que no bairro Goiana chegou a marca de 28,4°C. Observa-se que a temperatura da área central é cerca de 2,3°C maior do que a observada no CDTN e 0,4°C menor do que a registrada no distrito meteorológico. Pela primeira vez, em todos os trabalhos de campo realizado na pesquisa, a temperatura da área central foi inferior ao coletado no 5o. DISME. Os menores índices de umidade relativa foram registrados nos pontos 2 e 6, locais onde as taxas de pavimentação e edificação são consideráveis. A elevada rugosidade do tecido urbano na área central é também responsável pelas canalização dos ventos e

pelas mudanças constantes na direção dos mesmos. Às 06:00 hs registrou-se as menores temperaturas deste experimento. No Distrito Meteorológico os valores da temperatura do ar ficaram em torno dos 18,8°C e nos demais locais variaram entre 17,0°C (pontos 4 e 6) e 20,5°C (ponto 2). Em todos os locais de coleta observou-se um aumento da umidade relativa. A intensidade dos ventos diminuiu consideravelmente. A maioria apresentou-se abaixo dos 2,0 m/s, somente no CDTN e que este parâmetro permaneceu acima dos 3,0 m/s. Na região central e no distrito meteorológico houve relativa calma.

06:00 hs



### Considerações Finais

Primeiramente, é importante ressaltar que os resultados desta pesquisa não são conclusivos sobre o comportamento do Clima Urbano da cidade de Belo Horizonte. No entanto, eles são satisfatórios pois permitem extrair algumas considerações sobre a configuração da ilha de calor no tecido urbano da cidade, levando-se em conta a localização no sítio e os condicionantes topográficos.

Os resultados confirmaram as suposições dos modelos teóricos e empíricos de que a aglomeração urbana representa um maior acúmulo interno de energia térmica em relação as áreas circundantes, sendo um dos principais fatores de alteração nos padrões de circulação local. Os valores de temperatura registrados nos pontos

urbanizados e no 5º DISME (Ponto 7), bem como no Aeroporto de Confins, que foi o local de referência "rural" no campo 1, e no CDTN referencial de área circundante por vegetação intraurbana, exibiram significativas diferenças. Além disto, pode-se comprovar a influência das edificações na diversificação dos ventos no interior da cidade, tanto na direção como na velocidade, sendo o resultado da deformação imposta pelo atrito e rugosidade da massa edificada. Todos os horários do experimento indicaram que as temperaturas no hipercentro foram sempre superiores às registradas no distrito meteorológico e no CDTN, chegando em algumas horas a variações superiores a 3.0 °C. Esta diferença no comportamento térmico entre este dois locais, foi acompanhada por variação na umidade relativa do ar entre o centro da cidade e estes pontos, oscilando entre 13% a 1%. Nos demais locais as temperaturas foram quase sempre superiores a do distrito meteorológico, com exceção de alguns horários. Em termos gerais, a maior evidência da ilha de calor ocorreu a partir das 18:00 hs, continuando durante a noite.

Este estudo demonstrou que em Belo Horizonte, o efeito da ilha de calor não implicou em somente "uma" ilha configurada no centro da cidade. Ao observarmos o comportamento da temperatura ao longo de todo o transecto, nos diversos horários, podemos sugerir que existam algumas áreas sobre o tecido urbano onde configuram-se ilhas de calor. O termo exato seria "arquipélagos", onde as temperaturas do recinto urbano apresentam diferenças positivas ao serem comparadas com as temperaturas da região em adjacência, ou melhor, diferenças existentes e produzidas dinamicamente no "ar comprometido" com os atributos urbanos e aquele considerado "ar livre" (MONTEIRO, 1990).

### **Referência Bibliográfica**

MONTEIRO, C. A de F. *A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano - Estratégia de abordagem geográfica*. Revista do deptº. de Geociências da UFSC, GEOSUL. nº 9, ano V, Editora da UFSC. Florianópolis, 1990. pags. 80 - 114.

\_\_\_\_\_ ; SEZERINO, Maria de Lurdes. *O campo térmico da cidade de Florianópolis: primeiros experimentos*. Revista do deptº. de Geociência da UFSC, GEOSUL. nº 9, ano V, Editora da UFSC. Florianópolis, 1990. pags 20 - 60.