

VARIAÇÃO TERMOHIGROMÉTRICA E OS MICROCLIMAS DE ACORDO COM O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM CINCO PONTOS URBANOS DE CASCAVEL – PR

Natielli Emer de Oliveira, Clara Venilda Melchior Bordignon
(Orientadora/UNIOESTE), e-mail: natiellie@yahoo.com.br

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Cascavel – PR.

Palavras-chave: clima urbano; variação térmica; ilhas de calor.

Resumo:

No contexto das pesquisas em Climatologia um dos focos da ciência encontra-se voltado para as pesquisas em clima urbano. O ambiente das cidades encontra-se intensamente modificado e cada vez mais saturado pelo crescimento e urbanização desordenados. Como principal consequência da falta de uma política pública sobre o planejamento e desenvolvimento das cidades observa-se os problemas de maior impacto sobre a vida da população: alterações na composição da atmosfera, poluição sonora e desconforto térmico. No presente trabalho realizou-se um levantamento de dados referentes ao campo termohigrométrico em cinco bairros da cidade de Cascavel, considerada uma metrópole de médio porte. Com o objetivo de verificar as variações e diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as áreas amostradas, coletou-se dados de temperatura e umidade relativa do ar nas unidades experimentais constituídas de cinco pontos fixos distribuídos na malha urbana, os quais foram selecionados de acordo com as características topográficas e de ocupação do solo. Como resultado deste levantamento verifica-se que o campo termohigrométrico da cidade é determinado principalmente pela sua topografia. Em situações onde este fator não é marcante, o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar tende a se apresentar de maneira que, as áreas com aglomeramento de construções e com pouca área arborizada apresentam baixos índices de umidade relativa do ar e temperaturas mais altas que os locais onde há uma densidade maior de vegetação e um menor espaço construído.

Introdução

Ao longo do processo evolutivo ocorreram alterações marcantes no uso e ocupação do solo, e conseqüentemente na atmosfera, como com o surgimento da agricultura, a revolução industrial e a construção de grandes aglomeramentos urbanos. O cultivo de grãos em grandes áreas desencadeou um processo quase irreversível de desmatamento e degradação acelerada do meio ambiente. As taxas de gases liberados na atmosfera aumentaram de tal forma após a revolução industrial que

possivelmente resultaram em mudanças climáticas globais, as quais podem trazer conseqüências como: o aumento da temperatura média global; alterações no regime de chuvas intensificando os fenômenos como secas, inundações, furações, tempestades severas e desertificação em alguns locais, entre outros fatores.

A cidade constitui a forma mais radical de transformação da paisagem natural, pois seu impacto não se limita a mudança da morfologia do terreno, mas modifica também as condições climáticas e ambientais, direta e indiretamente, apresentando um clima específico (GARCÍA, 1996).

Oke define o clima urbano como sendo o resultado das modificações causadas pelo processo de urbanização na superfície terrestre e das características atmosféricas de um determinado local (MALHEIROS, 2006). Monteiro (2003) refere-se ao clima urbano como um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua ocupação. Na concepção de García (1996) para a definição de clima urbano é necessário a comparação dos elementos com seu entorno próximo, pois os fatores que controlam os diferentes processos climáticos são, por um lado, os correspondentes ao clima regional, que impõem o ritmo e a distribuição temporal dos principais elementos climáticos e, por outro, os fatores urbanos, que os modificam.

As principais variáveis que definem o clima urbano são: temperatura, radiação solar direta, iluminação, umidade, pluviosidade e vento. Tendo como elemento mais afetado a temperatura, usada na caracterização do clima nas cidades (GARCÍA, 1996). A tomada de medidas de temperatura e umidade relativa do ar é usada amplamente em pesquisas que objetivam a investigação das diferenças termohigrométricas provocadas artificialmente pelo ambiente urbano, como ilhas de calor e inversão térmica.

Grande parte dos estudos climáticos no ambiente urbano é realizada em cidades de grande porte, principalmente nas capitais estaduais, onde as pesquisas aplicadas se utilizam de equipamentos de geoprocessamento de dados e imagens, como sensores remotos que detectam a temperatura da cúpula urbana distinguindo os microclimas de pontos isolados. Quanto às cidades de pequeno e médio porte, as análises são feitas a partir de estações meteorológicas, monitoramento por pontos fixos com medidas horárias em determinado período (estação do ano), ou ainda por medidas realizadas em pontos aleatórios de uma área urbana pelo método do transento móvel.

Material e métodos

Quanto a seleção das áreas para os levantamentos de campo, procurou-se obter características bastante diferenciadas quanto ao uso do solo, sendo analisados cinco bairros urbanos através de mapas urbanos e topográficos da cidade. Nestas áreas foram identificados e fixados cinco pontos: Ponto A, Ponto B, Ponto C, Ponto D e Ponto E (localizados nos bairros Universitário, Região do Lago, Centro, Parque Verde e Floresta, respectivamente), que constituíram a base dos experimentos de campo de acordo com a estratégia adotada em pesquisas realizadas em cidades de

grande porte, como Rio de Janeiro, por Brandão (1996) e Fialho (2003), Cuiabá por Duarte (2000) e São Paulo por Lombardo (1985). A escolha e caracterização das áreas de estudo foram feitas através de imagens de satélite e visitas aos pontos de coleta.

O Ponto A, Universitário, está localizado na região Sul da cidade (lat. 24°56'13.18"S, long. 53°29'00.11"W), apresentando um perfil topográfico de espigão com altitude de 759m no ponto escolhido. A ocupação urbana nessa área apresenta-se de maneira predominantemente horizontal, com poucas construções verticais. A urbanização e ocupação do espaço ocorreram de maneira desordenada, visto a precariedade do sistema de saneamento e planejamento urbano. Como característica do entorno do ponto fixo, tem-se uma área periférica - transição urbano/rural - com cultivo de grãos, e a presença de vegetação não é tão perceptível.

O ponto B foi fixado no entorno do Lago Municipal no Parque Municipal Paulo Gorski (lat. 24°57'49.80"S, long. 53°26'13.96"W). Com aproximadamente 717m de altitude, é o ponto que representa a proximidade à corpo de água. As principais características do entorno do ponto fixo, além da presença de corpo de água, é a presença de vegetação densa e urbanização horizontal, a qual possui um planejamento das construções. Vale ressaltar que o ponto localiza-se numa região de baixada e que seu entorno à leste e nordeste é composto por uma encosta.

O Centro da cidade apresenta características bem distintas dos demais bairros. É o local onde se encontram as maiores altitudes médias da cidade, bem como a maior altitude da cidade. O ponto C foi fixado sob o espigão topográfico divisor de águas entre as bacias dos rios Piquiri, Iguaçu e Paraná. Este ponto apresenta a maior altitude média entre os demais pontos observados, com 784m de altitude no calçadão da Catedral (lat. 24°57'22.16"S, long. 53°27'22.30"W). Além do perfil topográfico, a verticalização e o grande adensamento das construções juntamente com a escassez de vegetação são as características mais marcantes no entorno do ponto de coleta.

A principal característica do Ponto D, Parque Verde (lat. 24°56'26.77"S, long. 53°29'26.20"W) é a presença marcante da vegetação. Neste bairro foi demarcado um ponto localizado nas bordas de uma área de vegetação relativamente densa, tratando-se de uma área metropolitana, o Bosque Municipal Elias Lopuch, com uma área de 8.177m². O adensamento urbano neste bairro é ordenado e a urbanização é horizontal. A característica mais marcante desta área é altitude, que no ponto escolhido é de 709m, sendo que toda a área do entorno situa-se numa região baixa.

O último ponto de coleta (Ponto E), e o mais distante do centro urbano, está localizado numa encosta tênue no Bairro Floresta (lat. 24°55'09.53"S, long. 53°25'20.32"W), com aproximadamente 715m de altitude. Por ser um bairro de transição urbano/rural, onde não se observa um planejamento ordenado do espaço construído. Existem áreas desocupadas e meio aos loteamentos construídos, formando mosaicos de ocupação do solo. No entorno do ponto fixo há pouca vegetação e a

urbanização apresenta-se de forma semelhante ao ponto A, porém em menor densidade de construções.

Para o levantamento dos dados foi utilizado um termohigrômetro digital da marca alemã TFA que registra a temperatura (TA) em duas escalas, Celsius e Fahrenheit, sendo a primeira escala utilizada nas observações. A escala Celsius registra um mínimo de -10°C e máximo de 60°C. A umidade relativa (URA) do ar é representada em porcentagem de vapor de água contida no ar, registrando valores entre 10% e 99%. Antes da primeira coleta em campo os aparelhos foram aferidos de maneira a determinar um máximo de precisão e equivalência das medidas entre os mesmos.

Além dos dados de TA e URA, foi observado a intensidade da corrente de ar presente no momento da coleta. Não foi acessível a medida da intensidade do vento através de anemômetro, conseqüentemente as informações referentes às correntes de ar e suas intensidades foram obtidas através da observação sensível do coletor. As variações individuais da percepção de cada coletor foram minimizadas através de visitas aos pontos de coleta no início dos trabalhos de campo. Assim, de acordo com a sensação percebida no momento, padronizou-se a intensidade do vento em três níveis: fraca, moderada e intensa.

O monitoramento da TA e URA diária compreendeu e medidas realizadas no intervalo das 8 às 20 horas (com leituras horárias em com intervalos de quatro horas). Assim, a tomada das medidas ocorreram simultaneamente nos cinco pontos fixos nos horários das 08:00, 12:00, 16:00 e 20:00 horas.

A coleta dos dados foi padronizada da seguinte forma:

1. o horário de medida foi obedecido rigorosamente;
2. a altura do termohigrômetro em relação ao solo permaneceu próximo de 1m, variando 20cm para cima ou para baixo;
3. todas as medidas foram realizadas sob a sombra de uma árvore;
4. no momento anterior à coleta resetou-se o aparelho e aguarda-se cinco minutos, tempo necessário para estabilizar o aparelho, antes de anotar os dados.

As coletas de campo foram realizadas em quatro estações do ano sucessivas a partir da Primavera de 2005. Coletou-se dados periodicamente com um intervalo constante, sendo que cada estação apresentou 4 ou 5 observações. A estação que alcançou 4 medições foi o outono de 2006, devido a problemas com as condições climáticas das datas marcadas para coleta. Muitas vezes as datas previstas para coleta não apresentam condições de tempo, como chuva nos horários das medidas, e novas datas eram determinadas procurando manter o intervalo constante entre uma observação e outra. Assim, obteve-se um total de 23 observações distribuídas da seguinte forma:

- Primavera de 2005: 5 observações (9/10/2005; 23/10/2005; 2/11/2005; 18/11/2005; 4/12/2005).

- Verão de 2006: 5 observações (12/1/2006; 31/1/2006; 9/2/2006; 4/3/2006; 18/3/2006).

- Outono de 2006 : 4 observações (1/4/2006; 29/4/2006; 12/5/2006; 26/5/2006).

- Inverno de 2006: 5 observações (24/6/2006; 22/7/2006; 12/8/2006; 2/9/2006; 16/9/2006).

- Outono de 2007: 4 observações (31/3/2007; 14/4/2007; 5/5/2007; 19/5/2007).

A seleção da amostra foi determinada pela disponibilidade e disposição dos dados coletados, ou seja, dados referentes à Primavera, por exemplo, não foram usados na análise estatística, julgando-se que não são os mais representativos. No verão e no inverno de 2006 foram realizadas 10 coletas, 5 em cada estação. A primeira análise dos dados constitui o cálculo da média aritmética dos dados de TA e URA horários para as estações do verão e inverno de cada ponto. Como complemento dessa análise, todos os dados de TA e URA foram submetidos a testes de médias com significância de 0,05 em esquema de parcelas subdivididas. Realizou-se esta tentativa como fonte complementar da análise estatística descritiva e em busca de novas formas de tratar os dados.

Resultados e Discussão

Verão (12/1/2006, 31/1/2006, 9/2/2006, 4/3/2006, 18/3/2006)

A primeira parte da análise dos dados constitui-se do cálculo das médias horárias de cada estação para cada ponto. Neste, observou-se que as correntes de ar quando presentes nos horários de coleta nos dias escolhidos para a amostra apresentaram intensidades superiores às observadas no inverno.

Para a elaboração das Tabelas 1 e 2 foram realizados o cálculos da média aritmética dos dados horários de TA e URA para cada ponto.

Na Tabela 1, pode-se observar que as temperaturas não apresentaram diferenças significativas entre os pontos. A maior diferença da média entre pontos foi observada no horário das 16:00h, na qual os pontos B e D apresentaram uma temperatura média de 1,3°C maior que o ponto com menor temperatura neste horário – ponto E.

Tabela 1. Média horária TA (°C) nos pontos de coleta - Verão/ 2006

Ponto	08:00	12:00	16:00	20:00	Média diária
A	25,0	28,9	28,4	26,9	27.3 A
B	25,8	28,3	29,5	25,9	27.4 A
C	25,1	28,2	28,4	26,6	27.1 A
D	25,4	29,0	29,5	26,6	27.7 A
E	24,1	28,7	28,2	26,3	26.8 A

CV= 4,35; Alfa= 0,05; DMS= 1,76. CV: Coeficiente de Variação; Alfa: nível de significância do teste de Tukey;

DMS: Diferença Mínima Significativa.

Org. OLIVEIRA, N.E.

O maior valor médio de TA foi observado no ponto D (Parque Verde), seguido do ponto B (Região do Lago), ponto A (Universitário), ponto C (Centro) e ponto E (Floresta). No ponto D a média diária foi 0,3°C maior que no ponto B e 0,9 °C que no ponto E. Observando-se ainda a variação com que cada ponto apresentou as maiores temperaturas nos horários de coleta, obteve-se o mesmo resultado, com o ponto D apresentando a maior variação de observação.

A característica principal do ponto D é seu perfil topográfico, o ponto fixo e seu entorno localizam-se numa depressão com altitude média de 709m. Além disso, apresenta-se próximo a uma área arborizada. Da mesma forma, o ponto B localiza-se próximo à área arborizada, porém com dimensões maiores e com presença de massa de água. Estes pontos apresentam as menores altitudes e as maiores densidades de vegetação. Nestes locais de baixada a circulação de ar é menor, pois o perfil e a posição das encostas em relação aos pontos fixos não permitem que o vento de leste/oeste ou nordeste/sudoeste circule nessas áreas, criando topoclimas diferentes das meia-encostas e espigões (SENTELHAS e ANGELOCCI, 2007).

Os resultados das observações de TA nos pontos B e D coincidem com os apontados por estudos realizados por Brandão (1996), Duarte e Serra (2003) e Fialho (2003), nos quais as áreas localizadas em depressões ou regiões de baixada apresentaram valores mais altos de TA. O fato é que nessas áreas a frequência e a velocidade média dos ventos é extremamente baixa, minimizando os efeitos das trocas térmicas por convecção e ressaltando a influência da densidade do espaço construído ou da área com vegetação.

Combinando os fatores espaço construído, vegetação e altitude, tem-se as seguintes correlações para a temperatura:

1. Áreas com densidade de ocupação do solo equivalentes e que apresentam altitudes próximas entre si, porém que possuem diferença quanto à área com cobertura vegetal, tendem a apresentar temperaturas diferentes;
2. Áreas que possuem uma densidade de construções e de vegetação semelhantes entre si, porém se distinguem quanto à altitude, tendem a apresentar valores de temperatura diferentes.

Uma observação intrigante foi proposta por Rossi e Krüger (2005) num estudo com variação térmica no espaço urbano da cidade de Curitiba-PR, na qual observou-se que a temperatura, ao contrário do que se esperava, apresentou valores superiores em áreas com vegetação densa. Assim, pode-se inferir que pontos com altitudes próximas entre si, com semelhantes uso e ocupação do solo, porém com densidades de vegetação diferentes podem apresentar valores para TA diferentes.

Isso pode ser verificado nos pontos D, B e E, onde o espaço construído e as altitudes são muito próximos nos três pontos, porém o ponto E apresenta escassez de vegetação. Apesar dessas semelhanças com os pontos D e B, o ponto E, além da escassez de vegetação, situa-se numa

meia-encosta t nuve voltada para oeste, onde o vento circula de nordeste/sudoeste, o que explicaria o fato deste ponto apresentar temperaturas mais baixas que os demais pontos.

Em estudos realizados nas cidades de Londrina (MENDONÇA, 1995), Cuiabá (DUARTE,2000; DUARTE e SERRA, 2003; ALMEIDA JUNIOR,2005), Rio de Janeiro (BRANDÃO, 1996; FIALHO, 2003; MALHEIROS e BRANDÃO, 2000; LUCENA e BRANDÃO, 2000), São Saulo (LOMBARDO, 1985) e Porto Alegre (DANNI, 1987), onde foram realizadas compara es entre áreas distintas quanto   ocupa o do solo, foi comprovado a influência da densidade da área construída sobre os microclimas urbanos. Locais com grande espaço construído e com escassa vegeta o apresentaram temperaturas mais altas, o que caracteriza as ilhas de calor.

Com os resultados apresentados verifica-se que há um fator de compensa o em rela o   altitude, vegeta o e espaço ou densidade de constru es. Os pontos mais baixos (B e D) possuem área de vegeta o densa e pouco espaço construído, o que implicaria em temperaturas mais baixas que nos demais pontos. Em contrapartida, nos pontos com maior área construída e escassa vegeta o se esperaria temperaturas mais altas que nos demais, porém, neste caso, estes são também os pontos com maiores altitudes - o ponto C com 784m e o ponto A com 759m. Uma vez que os resultados esperados não foram verificados, pressupõe-se que no verão o campo térmico dos pontos observados   determinado principalmente pela altitude e, secundariamente pela presença de áreas verdes.

Em rela o   URA (Tabela 2.), a diferença entre a maior média e a menor alcançou 4,1%, sendo a maior observada no ponto B e a menor no ponto C,  rea baixa com alta densidade de vegeta o e área elevada com representativa densidade de constru es, respectivamente. Assim como para a temperatura, não houve diferença significativa para a URA entre os pontos de coleta.

Tabela 2. Média horária da URA (%) nos pontos de coleta- Verão/2006

Ponto	08:00	12:00	16:00	20:00	Média diária
A	73	59	60	66	64.8 A
B	73	69	59	72	68.3 A
C	72	59	60	66	64.2 A
D	75	63	56	66	65.3 A
E	71	65	58	67	65.2 A

CV= 9,60; Alfa= 0,05; DMS= 6.42. CV: Coeficiente de Varia o; Alfa: nível de significância do teste de Tukey; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Org. OLIVEIRA, N.E.

Correlacionando URA, presença de vegeta o e altitude, nos pontos mais altos (espigões) foram encontrados os menores valores de URA. Nessas áreas verificou-se a existência de uma alta densidade de constru es e área pavimentada, onde houve uma redu o da área

permeável devido a retirada da vegetação e cobertura do solo por material impermeável. Com isso, os pontos A e C, além de se localizarem sob espigões, onde ocorrem centros de baixa pressão receptores de ventos, apresentam uma redução da taxa de evaporação da água do solo, uma vez que a maior parte da água escoar para as regiões mais baixas, resultando num baixo valor de URA no local. Esta observação foi constatada por Tomás (2002) em seu estudo sobre a URA em diferentes áreas de São Paulo, onde seu estudo apontou que as áreas que possuíam pouca cobertura vegetal devido a sua substituição por material impermeável apresentaram valores muito reduzidos de URA.

Os pontos com maior densidade de vegetação e menores altitudes – ponto B, D e E – apresentaram os maiores valores, o que contradiz o que se esperava á princípio, onde áreas com temperaturas altas tendem a apresentar menores valores de URA de acordo com Fialho (2003). Porém, analisando os resultados de seu estudo fazendo uma inferência quanto à presença de vegetação em áreas de baixada, onde não há corrente de ar suficiente para dissipar o calor e a umidade, e às áreas próximas a corpo de água, como no caso do ponto B, Fialho encontrou valores altos para ambas variáveis.

Inverno (24/6/2006, 22/7/2006, 12/8/2006, 2/9/2006, 16/9/2006)

Da mesma forma que ocorreu para o período de verão, não foram observadas diferenças significativas entre os pontos de coleta no inverno. A maior diferença da média de TA para os pontos foi de 1,1°C entre o ponto C e ponto E (Tabela 3.).

Tabela 3. Média horária de TA (°C) nos pontos de coleta - In verno/2006

Ponto	08:00	12:00	16:00	20:00	Média diária
A	19	23,8	24,4	20,4	21,9 A
B	19,8	23,2	23,8	21,3	21,8 A
C	20,3	24,1	25	20,6	22,5 A
D	18,9	23,5	24,2	19,8	21,9 A
E	18,8	24,1	23,4	19,4	21,4 A

CV= 5,79; Alfa= 0,05; DMS= 1,52. CV: Coeficiente de Variação; Alfa: nível de significância do teste de

Tukey; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Org. OLIVEIRA, N.E.

Nessa estação há um padrão diferente que determina o campo térmico devido a influência das massas de ar. Observou-se que as correntes de ar presentes nos momentos de coleta apresentaram menor intensidade das observadas no verão. Assim, sem a influência da circulação de ar dispersora do calor, o principal fator determinante do campo térmico no inverno é a ocupação do solo, onde o ponto que apresentou maiores temperaturas foi o ponto localizado no Centro da cidade. Este ponto apresenta uma alta densidade de construções, seguido pelo ponto A, que

possui um perfil urbano com poucas construções verticais, mas com um grande número de edificações horizontais e pouca vegetação.

No que se refere á URA no inverno, esta apresentou dois valores extremos e três intermediários para o teste de média (Tabela 4.) O ponto situado no Parque verde (ponto D), apresentou o maior valor médio, seguido pelo ponto B e ponto E com uma diferença de 2,6% do primeiro e de 3,2% do segundo. Tal resultado confirma a influência da altitude e da presença de vegetação sobre a URA, uma vez que, os pontos com menores altitudes e com maior densidade de vegetação apresentaram os maiores valores de URA. Como mencionado anteriormente nos resultados para o verão, estes pontos apresentam altitudes semelhantes e menores que os pontos A e C, bem como menor espaço construído e maior área permeável.

Tabela 4. Média horária de URA. (%) nos pontos de coleta - Inverno/2006

Ponto	08:00	12:00	16:00	20:00	Média diária
A	68	56	49	59	58,1 BC
B	71	60	53	59	60,9 AB
C	62	52	44	56	53,5 C
D	74	58	58	64	63,5 A
E	70	56	54	60	60,3 AB

CV= 7,39; Alfa= 0,05; DMS= 5,06. CV: Coeficiente de Variação; Alfa: nível de significância do teste de Tukey;

DMS: Diferença Mínima Significativa.

Org. OLIVEIRA, N.E.

Com relação aos pontos com as maiores altitudes e menor área verde, os resultados foram semelhantes aos encontrados no verão. O ponto A apresentou valor médio semelhante ao ponto E e ao ponto C, não diferindo estatisticamente destes, visto que apresenta uma configuração do espaço construído intermediário as estes dois. Já o ponto C apresentou a menor média, com URA 10% menor que o ponto D, que constitui um valor significativo para a análise, pois reafirma os resultados obtidos no verão.

Estes resultados indicam que as áreas com maior permeabilidade, menor espaço construído, maior densidade de vegetação e menor altitude tendem a apresentar valores superiores de URA em comparação com as áreas com características opostas. Além disso, o mesoclima da região tem sua influência intensificada pela altitude nessa época do ano, onde a URA nas áreas elevadas podem apresentar valores muito baixos, causando desconforto físico, como relatado pela população.

Conclusões

Com os resultados obtidos verificou-se que o campo termohigrométrico da cidade de Cascavel é determinado, quando na presença de correntes de ar mais fracas, pelo uso e ocupação do solo. Nesse caso, nos locais com ocupação urbana densa e pouca vegetação, observou-se as maiores valores de temperatura e umidade relativa do ar. Em

oposição, na estação onde a intensidade das correntes de ar observadas foi maior, os maiores valores de temperatura e umidade relativa do ar foram apresentados pelos pontos com menores altitudes, e não com menor espaço construído ou com maior área arborizada, indicando que nesta estação o campo termohigrométrico é determinado primeiramente pela topografia das áreas observadas.

Agradecimentos

À UNIOESTE pelo incentivo e apoio, à professora Dr. Clara pela orientação e parceria, e aos colegas de projeto.

Referências

- García, F.F. Manual de climatologia aplicada: Clima, Médio Ambiente y Planificación. Editorial Sintesis. Madri, 1996.
- Malheiros, T. S. A Geografia do Clima em Copacabana. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2006.
- Malheiros, T. S. & BRANDÃO, A. M. P. M. O bairro de Copacabana (RJ): O campo térmico e a percepção ambiental da população em uma situação de verão e de inverno. In: *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*. UFRJ, página 88. Rio de Janeiro, 2000.
- Monteiro, C. A. F. (Org.) et al. Clima urbano. Editora Contexto. São Paulo, 2003.
- Brandão, A. M. de P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em geografia). Departamento de Geografia - FFLC/USP, 362 p. São Paulo, 1996.
- Duarte, D. H. S. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental. Tese (Doutorado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16131/tde18072006182858/publico/DeniseDuarte.pdf>>. Acesso em 03 Jun., às 19:13h.
- Fialho, E.S. Os Microclimas e o uso do Solo na Ilha do Governador. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 10. Rio de Janeiro, 2003. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: Geo UERJ Revista do Departamento de Geografia, 2003. Disponível em: <<http://www.geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.4/008/008.htm>>. Acesso em 02 Abr. 2007, às 21:06h.
- Lombardo, M. A. Ilha de Calor nas Metrôpoles. Editora Hucitec. São Paulo, 1985.
- Sentelhas, P. C., Angelocci, L. R. Climatologia / Classificação Climática. Apresentação do Power Point Slides. Aula 3, LCE 306 – Meteorologia Agrícola. ESALQ/USP. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://ce.esalq.usp.br/aulas/lce306/aula3.pps>> Acesso em 12 Abr. 2007, às 18:40h.

Almeida Junior, N. L. de. Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, 2005. Disponível em <<http://pgfma.ufmt.br/dissertacoes/Nic%E1cio%20Lemes%20de%20Almeida%20J%FAnior.pdf>> Acesso em 02 Jun. 2007, as 16:00h.

Mendonça, F. de A. O Clima e o planejamento urbano das cidades de porte médio e pequeno: Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à Cidade de Londrina/PR. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia - FFLCH/USP. São Paulo, 1995.

Danni, I. M. Aspectos temporo-espaciais da temperatura e da umidade relativa de Porto Alegre – RS em janeiro de 1982: uma contribuição ao estudo do clima urbano. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia – FFLCH/USP, 129f. São Paulo 1987.