



INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES SINÓTICAS EM MONITORAMENTOS TÉRMICOS URBANOS

Eduardo Krüger (1); Francine Aidie Rossi (2)

(1) Eng. Civil, Doutor em Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia / Departamento de Construção Civil - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR, e-mail:

krueger@ppgte.cefetpr.br

(2) Arquiteta, Mestre em Tecnologia, e-mail: aidie@zipmail.com.br

RESUMO

A pesquisa realizada investiga a influência da ocupação do solo na variação da temperatura local por meio de monitoramento térmico em diferentes regiões da cidade de Curitiba e posterior quantificação das áreas ocupadas no entorno de cada ponto a partir de fotos aéreas. Os resultados obtidos através de análises de regressão linear simples mostraram correlações individuais fracas, em alguns praticamente nulas. Contudo, uma análise mais apurada dos resultados levando em consideração as condições sinóticas verificadas para cada dia monitorado mostrou que, em função do sistema atmosférico atuante, diferentes graus de correlação podem ser obtidos para determinado tipo de ocupação do solo. E que essas correlações podem ser fracas ou fortes, diretas ou indiretas.

ABSTRACT

The present study investigates the influence of land use patterns in local temperature variation, based on thermal monitorings of different regions of Curitiba and on the quantification from aerial photos of occupied areas around each location. The results from linear regression analysis yielded weak correlations, in some cases even non-existent. A comprehensive analysis of such results taking into account weather conditions for each monitoring day showed that, according to the atmospheric conditions, different correlations may occur for a given land use pattern. And that these correlations can be weak or strong, direct or indirect.

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas produzidas pelas atividades humanas são conhecidas desde as civilizações grega e romana. Entretanto, os primeiros estudos sistemáticos sobre o assunto foram realizados por Luke Howard e Emilien Renou, em cidades na Inglaterra e França, respectivamente. Estes estudos datam do início do século XIX e se utilizavam de dados de estações meteorológicas para diagnosticar o efeito da urbanização no clima da cidade. A região central de Londres mostrou ser 2,2°C mais quente que seus arredores e Paris 1°C (BRANDÃO, 1996). No século XX, Hann refere-se a diferença de temperatura entre o centro da cidade e seu entorno como sendo Stadttemperatur; Gordon Manley designa o mesmo fenômeno como ilha de calor (GARCÍA, 1992).

No Brasil, estudos sobre a distribuição da temperatura do ar nas cidades começaram a ser desenvolvidos no final da década de 70. Um dos primeiros estudos foi realizado na cidade de Porto Alegre, diagnosticando a formação de ilhas de calor com uma intensidade média de 5°C. O estudo feito na cidade de São Paulo, em 1985, também aponta para a formação de ilha de calor, com intensidade de 10°C. Na década de 90, outros estudos foram realizados nas cidades do Rio de Janeiro, Londrina, Fortaleza, Belo Horizonte, dentre outras.

O processo de urbanização das cidades, com seu acelerado crescimento populacional, acarreta alterações na atmosfera urbana. Estas alterações ocorrem em função das atividades antropogênicas,

tais como emissão de poluentes, atividades industriais intensas, supressão da vegetação nativa, adensamento populacional, dentre outros fatores. Estas ações, direta ou indiretamente, favorecem a formação de microclimas diferenciados em diferentes regiões da cidade, ocorrendo assim o fenômeno denominado ilha de calor. Este clima específico gerado nas cidades é designado clima urbano.

Assim sendo, o clima urbano é definido pelo somatório dos fluxos térmicos horizontais e verticais. Sendo os horizontais compostos pelos centros de ação, massas de ar, frentes e ventos locais e os verticais: radiação solar, albedo, balanço energético e transmissividade atmosférica. Oke (1978) 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 e Monteiro (2003, p.19) diz que “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

Desta forma, fica evidente que a urbanização exerce influência direta ou indireta no clima da cidade. Além da influência do homem sobre o clima, o clima também influencia o homem. Há várias maneiras através das quais o clima exerce influência sobre o ser humano: “o essencial para a vida da humanidade no planeta é especialmente o ar, a água, o alimento, o vestuário e o abrigo, que são todos dependentes das condições meteorológicas ou do tempo que lhe é inerente” (AYOADE, 2003, p. 289). O clima influencia o homem em diversos fatores, como na saúde, no conforto, na fisiologia, nas emoções, no comportamento humano, no desempenho das atividades diárias, devendo-se enfatizar que a influência climática pode ser tanto positiva como negativa. Logicamente, o impacto global de tais condições haverá de afetar a economia, a vida social e a qualidade de vida de todos quantos sejam por elas atingidos.

A definição do clima ideal está relacionada à qualidade do ar bem como ao complexo térmico existente em determinada região. O desenvolvimento de análises bioclimáticas quanto ao clima urbano deve ter como finalidade última o estabelecimento de propostas concretas para um planejamento urbano climaticamente orientado. A relação entre o clima local e o consumo de energia é discutida em Santamouris (1997). A partir dos resultados de um estudo de campo que consistiu em obter dados de temperatura e umidade do ar para 20 pontos em Atenas, calculou-se a carga térmica de resfriamento para um prédio comercial padrão. Em função da localização, se dentro ou fora do centro de Atenas, esta carga se reduz pela metade: o microclima influenciando diretamente o consumo de energia nas edificações. Além desse fator, a investigação do grau de conforto em ambientes externos é de enorme vantagem para aqueles profissionais que exercem suas atividades ao ar livre (LOIS e LABAKI, 2001), bem como àqueles que ali desenvolvem atividades de lazer.

Uma outra aplicação da pesquisa de conforto em áreas externas é no projeto arquitetônico e em avaliações bioclimáticas. O objetivo das primeiras cartas bioclimáticas, a primeira delas desenvolvida por Olgyay (1963), era avaliar o clima externo para, através de suas características, identificar as medidas de condicionamento passivo a serem aplicadas no ambiente construído. Na carta bioclimática de Olgyay, dados físicos característicos do clima, como temperatura e umidade do ar, temperatura média radiante, velocidade do vento, radiação solar e taxa de evaporação, são associados à sensação humana de conforto. A análise bioclimática é procedida da seguinte forma (GIVONI, 1976):

1. compilação de dados climáticos locais;
2. tabulação desses dados de forma anual;
3. plotagem dos dados na carta bioclimática; e,
4. planejamento de fatores de desenho, de forma a compensar as desvantagens do clima vigente.

Parte-se de uma situação básica (o clima local), para, a partir desta, traçar-se soluções de condicionamento passivo. Assim, alterações significativas do clima vigente que resultem em microclimas diferenciados podem gerar condições básicas de conforto diversas, podendo exigir até mesmo a aplicação de condicionamento artificial (relação com o consumo de energia) ou causando maior ou menor grau de desconforto nos habitantes do local.

Dentre os efeitos diretos da alteração climática está o desconforto térmico e, em consequência, a redução do desempenho humano em todas as suas atividades diárias. Como efeito indireto, tem-se o aumento do consumo de energia em climatização artificial. Ao se planejar levando em consideração os aspectos climáticos de um dado lugar, estes efeitos podem ser reduzidos. Desta forma, o clima é um

fator determinante para o ser humano e, sendo por este modificado, deveria ser levado em consideração no que diz respeito ao planejamento urbano.

Neste artigo, apresenta-se alguns resultados de monitoramentos térmicos realizados em regiões de Curitiba (25,5° S, elevação de 917m), detalhando-se o procedimento adotado nas medições e análises. Enfoca-se aqui o aspecto dos tipos de tempo (condições sinóticas) para cada dia de monitoramento, ressaltando-se a importância desse fator quando se pretende avaliar o efeito de condições de ocupação de solo na temperatura local.

2. MONITORAMENTO TÉRMICO

A pesquisa realizada por Rossi (2004), cujos resultados são apresentados sumariamente aqui, teve como objetivo geral analisar a influência da ocupação do solo na variação da temperatura em diferentes localidades de Curitiba.

Iniciou-se o trabalho com um pré-estudo realizado em 2002 (KRÜGER e ROSSI, 2002), envolvendo cinco localidades em Curitiba. Nesse pré-estudo, os dados utilizados foram obtidos em diferentes períodos compreendidos entre julho de 2000 e março de 2002, por ocasião do desenvolvimento de diferentes avaliações bioclimáticas em edificações (medições externas). Deste modo, a amostra estudada foi aleatória e não simultânea. Para a avaliação, foram utilizados dois pontos de referência: as estações do SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná. Concluiu-se que, embora os dados tenham sido coletados em períodos distintos, havia uma certa consistência nos resultados obtidos. Este fato foi confirmado pelos resultados obtidos a partir das duas referências adotadas que, embora distantes entre si (9 km), mostraram um mesmo padrão em termos de variação média de temperatura para cada localidade. A partir deste resultado, o monitoramento simultâneo em diferentes localidades com base em uma estação de referência pareceu ser válido.

Em geral, pesquisas realizadas no campo da climatologia urbana utilizam o método do transecto móvel para a coleta de dados climáticos, ou a coleta de dados fixos nas 3 horas de base (9h, 15h e 21h), sendo a coleta de dados normalmente realizada a 1,50 m do solo, ou seja, na camada intra-urbana. Na pesquisa realizada, foi utilizada a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar de maneira simultânea, porém a uma altura de aproximadamente 10 metros do solo. Os meses escolhidos para essa coleta foram os de junho e julho, ou seja, durante o inverno, pois, além do período de inverno apresentar maior frequência de condições de céu limpo, esta é a época de maior desconforto térmico na cidade. A metodologia constou de três etapas principais:

- Monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar;
- Obtenção dos percentuais de ocupação nas localidades monitoradas;
- Análise da variação de temperatura em função da ocupação do solo.

A escolha da construção onde foi colocado o equipamento de medição ocorreu partindo-se de alguns princípios, tais como: a) padronização da construção onde seria implantado o equipamento, ou seja, edificações de características semelhantes; b) facilidade de acesso, possibilitando o controle dos equipamentos; e c) segurança. Para tanto, escolheu-se o Farol do Saber (Fig. 1), construção existente em diversos bairros da cidade e que apresenta as mesmas características construtivas e a mesma planta baixa. Os Faróis estão localizados sempre ao lado de uma escola municipal ou de uma praça e neles funcionam biblioteca e postos de internet.

Após a escolha da construção, foram selecionadas 14 localidades (Fig. 2). A coleta de dados foi realizada em dois anos devido ao número de equipamentos disponíveis para a realização do monitoramento. Desta forma, sete pontos foram monitorados no período de junho/julho de 2002 e os outros sete no mesmo período (junho/julho) de 2003. Optou-se por realizar o monitoramento no mesmo período de inverno para os dois anos devido à possibilidade de haver condições sinóticas semelhantes. Para o período de inverno no Paraná, o regime de chuvas ocorre devido aos sistemas frontais, sendo registrado o menor volume de chuvas de todo o ano (SIMEPAR, 2003). Em 2002, ocorreram seis sistemas frontais (SF) e frentes frias (FF) em junho e sete SF e seis FF em julho, que mantiveram as temperaturas mínimas abaixo de 10°C. Em 2003, seis SF e FF ocorreram em junho e sete SF e FF em julho. Dois dos sistemas de julho provocaram chuvas intensas, vento forte e granizo em Curitiba (CPTEC, 2003).

Os aparelhos foram colocados nos Faróis, tomando-se como orientação a fachada Sul da construção. Optou-se pela instalação do equipamento na torre do Farol, a uma altura de aproximadamente 10 metros do solo. Adicionalmente, revestiu-se o sensor com uma folha de alumínio, de forma que fossem reduzidos os ganhos de radiação de onda longa (calor).

O monitoramento ocorreu durante o período de 20 de junho a 18 de julho em 2002 e para o período de 27 de junho a 25 de julho em 2003, no total 29 dias de monitoramento contínuo em cada ano. Para tal, foram utilizados *dataloggers* do tipo HOBO H8 RH/Temp, que atendem uma faixa de temperatura de -20 a 70°C e de umidade relativa de 25 a 95%. Os aparelhos foram programados para medir a temperatura e umidade relativa a cada 15min, sendo os dados coletados integrados para uma hora. Os resultados foram então estatisticamente tratados em planilhas Excel.

Adotou-se como ponto de referência a estação climatológica do Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR/UFPR.



Fig. 1: Foto de um Farol do Saber

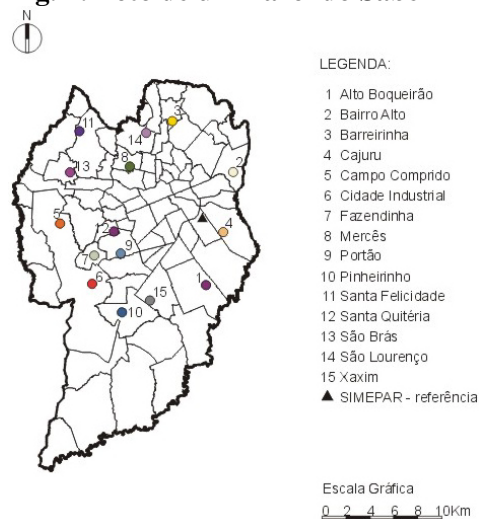


Fig. 2: Mapa com as localidades monitoradas

3. ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE OCUPAÇÃO DO SOLO E TEMPERATURA MEDIDA EM CADA PONTO

Apenas a título de exemplo, apresenta-se a forma como foi procedida a análise de ocupação do solo para cada ponto, em seis localidades (Fig. 3). Para cada localidade monitorada, foram obtidas as fotos aéreas correspondentes, em escala 1:8000 e realizado o georeferenciamento das mesmas no software ArcGis. Estabeleceu-se três áreas de influência ao redor de cada Farol do Saber para análise da ocupação urbana, a saber: 1km², 49.000m² e 10.000m², o que corresponde aos respectivos raios de 565m, 125m e 56m.

Em seguida, foram quantificadas cinco categorias de ocupação do solo em cada uma das fotos. Este procedimento foi realizado no AutoCad e as categorias selecionadas para quantificação foram: área verde (matas e bosques), área construída, área pavimentada (área impermeável), área livre (gramados, plantações e terra batida) e área de água (piscinas, rios, córregos e lagos). Após a vetorização de cada categoria em AutoCad, os arquivos foram tratados através do software ArcView, onde foram quantificadas as respectivas áreas e porcentagens de cada localidade. Os percentuais obtidos foram então utilizados na comparação, por exemplo, entre as médias das temperaturas mínimas de cada localidade e suas características de uso e ocupação do solo (Tab. 1 / Fig. 4).

Tab. 1: Porcentagens de ocupação do solo p/localidades de Curitiba (área de influência de 1km²)

	Cajuru (%)	Fazendinha (%)	Santa Felicidade (%)	Mercês (%)	Santa Quitéria (%)	Xaxim (%)
Área Água	0,00	0,58	0,10	0,09	0,01	0,52
Área Construída	32,95	20,60	13,84	19,84	27,88	26,29
Área Livre	42,70	45,31	60,34	44,57	39,13	38,24
Área Pavimentada	22,91	26,02	13,82	20,79	25,69	32,48
Área Verde	1,44	7,49	11,90	14,72	7,29	2,47

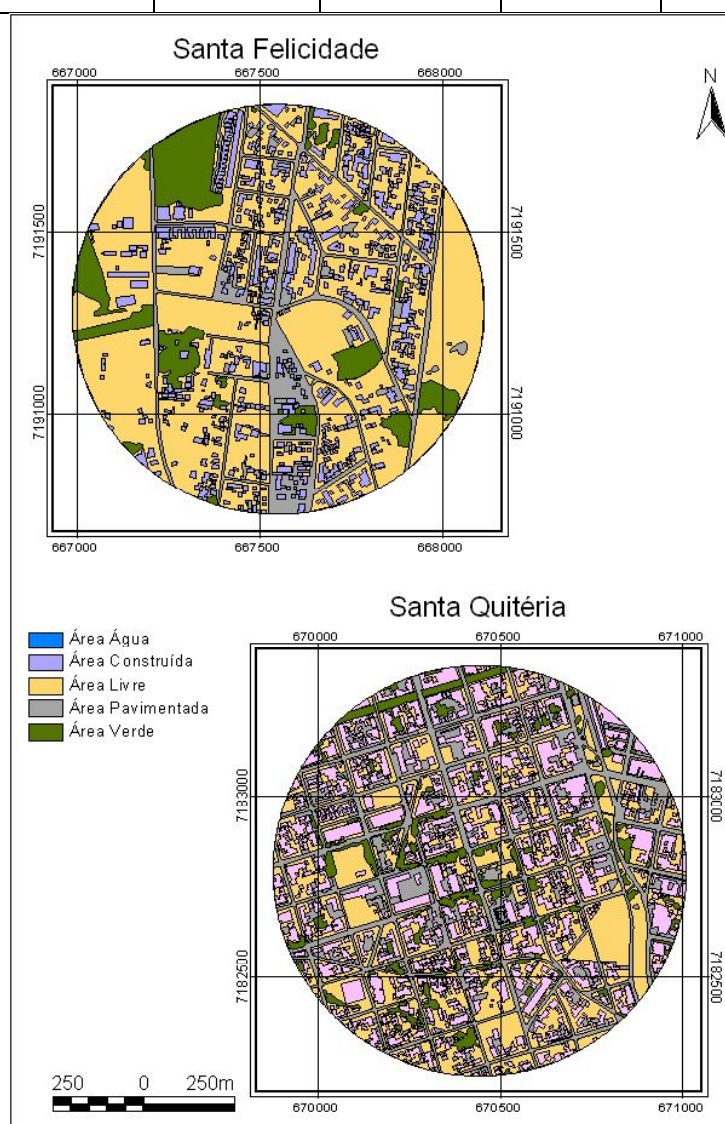


Fig. 3: Ocupação do solo de Santa Felicidade e Santa Quitéria (área de influência de 1km²)

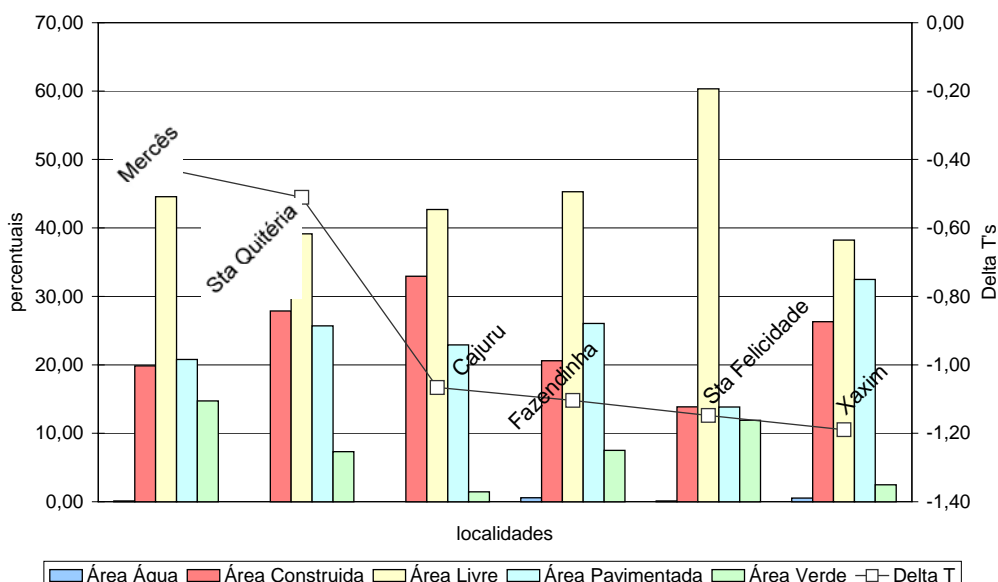


Fig. 4: Comparação entre as médias das temperaturas mínimas de cada local e características de ocupação do solo

A Fig. 4 parece indicar uma relação entre percentual de área livre e maior diferença de temperatura para menos a partir da base de referência SIMEPAR (Delta T). No entanto, os demais percentuais, principalmente os de área de vegetação (Área Verde) não apresentaram relação direta com o aumento do Delta T.

A análise das correlações individuais foi realizada entre seis variáveis explicativas, ou seja, as cinco categorias de ocupação do solo mais a altitude e uma variável a ser explicada, as médias das temperaturas e os Delta Ts, ou seja, um valor único por localidade para todo o período de monitoramento ou a média obtida para períodos específicos, conforme apresentado na próxima seção. Os R-quadrados indicam o quanto a variável influencia, no caso, a variação de temperatura. Quanto mais próxima do valor 1 mais forte a correlação.

Ao analisar a Tab. 2, que mostra essas correlações para as localidades monitoradas em 2003, nota-se que os valores são, de um modo geral, baixos. Verifica-se que, especialmente para a porcentagem de áreas verdes, há uma inversão do que se poderia teoricamente esperar: a relação entre área vegetada e o aumento da temperatura local é direta e não inversa.

Tab. 2: Correlações encontradas entre porcentagens de ocupação do solo e a média das temperaturas médias, mínimas e máximas medidas em cada ponto

		1km2		49.000m2		10.000m2	
		Eq. da reta	R2	Eq. da reta	R2	Eq. da reta	R2
Tmédias	Água	$y=-0,06x+1,0051$	0,057	$y=0,0585x-0,7313$	0,015	$y=0,0156x-0,1946$	0,012
	Construída	$y=-3,2477x+75,134$	0,164	$y=-4,2217x+90,796$	0,225	$y=-0,6343x+28,732$	0,003
	Livre	$y=3,2415x-16,259$	0,036	$y=-2,1584x+62,439$	0,023	$y=3,8102x-20,715$	0,041
	Pavimentada	$y=-7,476x+144,07$	0,144	$y=-7,1815x+141,33$	0,460	$y=-6,5365x+134,94$	0,210
	Verde	$y=7,5421x-103,95$	0,618	$y=13,503x-193,84$	0,828	$y=3,345x-42,764$	0,272
	Altitude	$y=11,465x+776$	0,157	$y=11,465x+776$	0,157	$y=11,465x+776$	0,157
Tmínimas	Água	$y=-0,0804x+0,8891$	0,098	$y=-0,0018x+0,1683$	0,000	$y=0,0002x+0,039$	0,000
	Construída	$y=-3,7107x+62,555$	0,204	$y=-2,1637x+48,36$	0,056	$y=2,2094x-2,4981$	0,030
	Livre	$y=1,8817x+14,162$	0,011	$y=-5,203x+80,917$	0,125	$y=-0,4243x+40,894$	0,001
	Pavimentada	$y=-6,4938x+95,028$	0,103	$y=-5,7258x+89,203$	0,278	$y=-4,9899x+85,319$	0,117
	Verde	$y=8,4032x-72,635$	0,731	$y=13,094x-118,65$	0,742	$y=3,2046x-23,754$	0,238
	Altitude	$y=15,319x+798,64$	0,267	$y=15,319x+798,64$	0,267	$y=15,319x+798,64$	0,267
Tmáximas	Água	$y=0,0048x-0,0059$	0,001	$y=0,0464x-0,878$	0,017	$y=0,0095x-0,1702$	0,008
	Construída	$y=-0,7654x+43,152$	0,016	$y=-4,6235x+129,75$	0,484	$y=-3,0937x+87,822$	0,112
	Livre	$y=2,957x-33,005$	0,053	$y=1,3937x-1,0315$	0,017	$y=6,6797x-111,5$	0,224
	Pavimentada	$y=-5,3437x+149,93$	0,132	$y=-6,1328x+169,15$	0,601	$y=-6,4288x+179,05$	0,364
	Verde	$y=3,1473x-60,074$	0,193	$y=9,3162x-196,98$	0,707	$y=2,8333x-55,204$	0,350
	Altitude	$y=-0,91x+969,05$	0,002	$y=-0,91x+969,05$	0,002	$y=-0,91x+969,05$	0,002

4. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SINÓTICAS DE CADA DIA DE MONITORAMENTO

Considerando as baixas correlações encontradas entre temperatura local e padrões de ocupação do solo ao redor de cada ponto monitorado, partiu-se para uma análise particular de diferentes situações:

- Determinação das médias horárias, criando-se um “dia médio”, e identificação no mesmo da hora em que se verificavam as maiores diferenças entre as temperaturas de ponto a ponto (cálculo realizado a partir do desvio padrão obtido para a média de cada hora), calculando-se a correlação entre aquelas temperaturas locais e os padrões de ocupação ao redor de cada ponto;
- Agrupamento por períodos do dia: à noite, englobando as horas monitoradas, quando não havia incidência solar, e no período diurno, calculando-se as correlações por períodos;
- Análise das condições sinóticas de cada dia de monitoramento, calculando-se as correlações para cada dia monitorado e contrastando as correlações encontradas com o tipo de tempo verificado para cada dia.

Enquanto que, para as duas análises realizadas para o dia médio e períodos do dia, os resultados foram pouco significativos, a análise correlacional para cada condição sinótica existente mostrou valores variáveis para cada dia. As condições observadas foram as constantes da Tab. 3, abaixo.

Tab. 3: Condições sinóticas¹ verificadas para cada dia de monitoramento

2002				2003			
20/06/2002	PA	05/07/2002	PRE	27/06/2003	PA	12/07/2003	PA
21/06/2002	PRE	06/07/2002	PRE	28/06/2003	TA	13/07/2003	PA
22/06/2002	FPA	07/07/2002	FPA	29/06/2003	TA	14/07/2003	TA
23/06/2002	PA	08/07/2002	PA	30/06/2003	PA	15/07/2003	PRE
24/06/2002	PA	09/07/2002	PA	01/07/2003	PA	16/07/2003	FPA
25/06/2002	PA	10/07/2002	PA	02/07/2003	PRE	17/07/2003	PA
26/06/2002	PA	11/07/2002	PA	03/07/2003	PA	18/07/2003	TA
27/06/2002	PA	12/07/2002	FPA	04/07/2003	PA	19/07/2003	TA
28/06/2002	TA	13/07/2002	PA	05/07/2003	PRE	20/07/2003	TA
29/06/2002	PRE	14/07/2002	PA	06/07/2003	FPA	21/07/2003	PRE
30/06/2002	PRE	15/07/2002	PA	07/07/2003	FPA	22/07/2003	FPA
01/07/2002	PRE	16/07/2002	PA	08/07/2003	PRE	23/07/2003	TA
02/07/2002	TA	17/07/2002	PA	09/07/2003	FPA	24/07/2003	TA
03/07/2002	TA	18/07/2002	PA	10/07/2003	POS	25/07/2003	TA
04/07/2002	TA			11/07/2003	PA		

Tomando-se um dos anos monitorados como exemplo (2002), o gráfico das correlações para áreas permeáveis (somatório das áreas de água, verdes e livres) e impermeabilizadas (soma das áreas pavimentadas e construídas) mostra diferentes valores encontrados para cada dia para as correlações com as temperaturas locais, em função dos sistemas atmosféricos atuantes (Fig. 5).

¹ Massa Tropical Atlântica (TA); Massa Polar Atlântica (PA); Frente Polar Atlântica (FPA); Massa Polar Atlântica Tropicalizada (PA); Frente Polar Atlântica (FPA); Pré-frontal (PRÉ); Pós-frontal (POS).

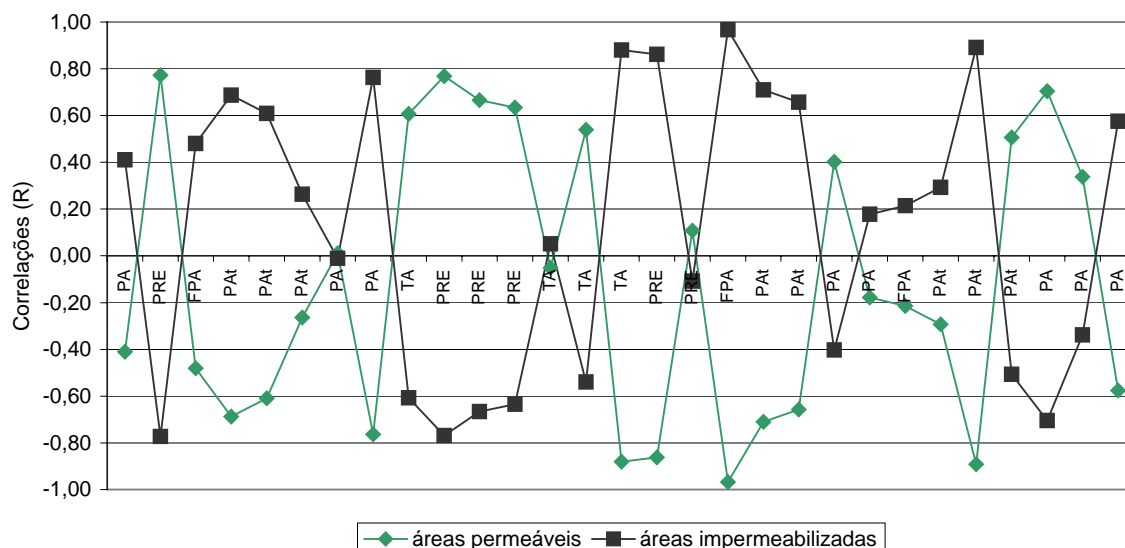


Fig. 5: Correlações encontradas entre porcentagens de áreas permeáveis e impermeabilizadas e as mínimas diárias em cada ponto, por condição sinótica – dados de 2002

No gráfico, pode-se primeiramente notar o rebatimento (esperado) das duas possibilidades de ocupação do solo. Além disso, verifica-se que o valor da correlação entre temperatura local e área impermeabilizada pode tanto ser nulo (caso da condição PA no dia 26/06/2002) como próximo de um (condição FPA, em 07/07/2002) ou até mesmo inverso, sendo as correlações resultantes para o fim do período em grande parte influenciadas por essas oscilações. Uma análise correlacional por tipo de ocupação do solo para essas duas situações extremas poderia trazer diferentes resultados, que levariam a diferentes conclusões. Tomando-se, por exemplo, a porcentagem de áreas impermeabilizadas versus a temperatura mínima em cada ponto, ter-se-ia os gráficos seguintes (Fig. 6 e Fig. 7):

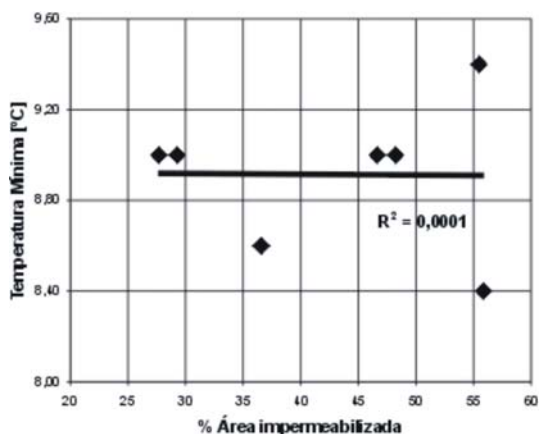


Fig. 6: Correlação encontrada entre porcentagem de áreas impermeabilizadas e as mínimas diárias em cada ponto, condição sinótica PA (26/06/2002)

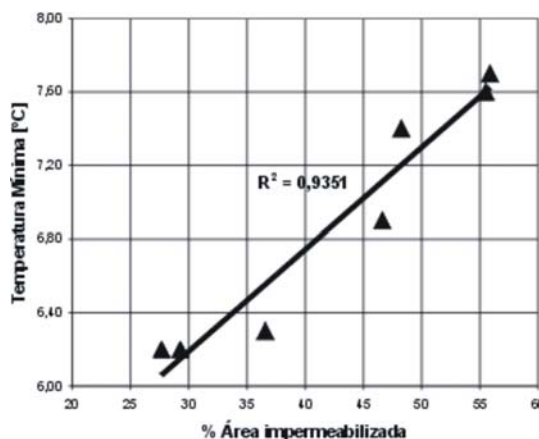


Fig. 7: Correlação encontrada entre porcentagem de áreas impermeabilizadas e as mínimas diárias em cada ponto, condição sinótica FPA (07/07/2002)

Nota-se que uma mesma ocupação do solo comporta-se de maneira diversa, em função da condição sinótica verificada para o dia monitorado. Isto é, cada sistema atuante pode propiciar diferentes correlações entre temperatura local e determinada ocupação do solo. As figuras acima mostram que os tipos de tempo têm um importante papel na configuração do campo térmico da cidade, sendo que para cada tipo de tempo cada categoria de ocupação responde de maneira própria. Sendo assim, pode-se

dizer que há influência da ocupação do solo na variação de temperatura e esta depende da condição sinótica do dia.

5. CONCLUSÕES A PARTIR DA PESQUISA REALIZADA

A pesquisa realizada investigou a influência da ocupação do solo na variação de temperatura em diferentes localidades da cidade de Curitiba. Os resultados obtidos através das análises de regressão linear simples mostraram correlações individuais fracas, em alguns praticamente nulas.

As análises comparativas realizadas para cada área de influência mostraram que nem sempre a relação entre porcentagens de ocupação e variação da temperatura ocorre de forma esperada e direta. De modo geral, concluiu-se que algumas localidades apresentam relações entre a variação de temperatura e as porcentagens de ocupação inversas ao que seria esperado. Outro ponto a ser evidenciado é o fato de algumas localidades apresentarem porcentagens de áreas permeáveis e impermeabilizadas muito diferentes apesar da diferença dos valores de temperaturas ter sido muito próxima. O contrário também foi verificado, isto é, algumas localidades apresentaram diferenças significativas nos valores de temperatura e tiveram porcentagens de ocupação muito próximas. Também se notou que, em algumas localidades, há um grande equilíbrio entre as áreas permeáveis e impermeabilizadas, mas apesar disto, apresentaram extremos de temperaturas.

A análise das condições sinóticas mostrou que em função do sistema atmosférico atuante, diferentes graus de correlação podem ocorrer para determinado tipo de ocupação do solo. E estas correlações podem ser fracas ou fortes, diretas ou indiretas (positivas ou negativas).

Assim sendo, há que se considerar os sistemas atmosféricos atuantes quando de monitoramentos térmicos externos, podendo-se sugerir o seguinte:

- a) em monitoramentos fixos à altura recomendada de 1,5m abrangendo diversos dias, que seja investigada a existência ou não de variação das correlações entre ocupação do solo e temperatura local, levando-se em conta a condição sinótica registrada para cada dia;
- b) caso esse fato se confirme também em medições realizadas à altura de 1,5m, recomenda-se que, para monitoramentos de longa duração, sejam levantadas as condições sinóticas predominantes do clima local (tendo como referência a estação meteorológica a partir da qual são gerados os boletins de análise climática), para que, somente a partir de dias com condições significativas, sejam extraídas as conclusões do estudo.

REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. (2003) **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- BRANDÃO, A. M. P. M. (1996) **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. São Paulo. 362f. Tese (Doutorado em geografia) – Departamento de Geografia, FFLCH/USP.
- CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (2003) **Climanálise**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/>> Acesso em 2 nov. 2003.
- GARCÍA, M. del C. M. (1992) **Estudio del clima urbano de Barcelona: la “isla de calor”**. Barcelona, 193f. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia Física e Análise geográfica Regional, Universidade de Barcelona.
- GIVONI, B. (1976) **Man, Climate and Architecture**. Barking, Essex, England: Applied Science Publishers.
- KRÜGER, E.L.; ROSSI, F. (2002) Distribuição de temperaturas externas em localidades da Região Metropolitana de Curitiba. In: V SBCG - SIMPOSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 2002, Curitiba. **Anais do V SBCG**. Curitiba: UFPR, v. 1, p. 1-8.
- LOIS, E. e LABAKI, L.C. (2001) Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2001, São Pedro/SP. **Anais...** São Pedro (SP): ANTAC.
- MONTEIRO, C. A. F. (org.) *et al.* (2003) **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto.

OKE, T. R. (1978) **Boundary layer climates**. London: Methuen & Co..

OLGYAY, V. (1963) **Design with Climate**. N.J.: Princeton University Press, 1963.

ROSSI, F. (2004) **Análise da influência da ocupação do solo na variação da temperatura em diferentes localidades da cidade de Curitiba**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação Em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

SANTAMOURIS, M. (1997) Energy and indoor climate in urban environments –Recent trends. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC.

SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná. (2003) **Resumo da Previsão previsão climática para o inverno/2003**. Disponível em: <www.simepar.br/tempo/capital/index.html> Acesso em: 02 de novembro de 2003.