

A ilha de calor de São Paulo

Colaboração especial de Magda Adelaide Lombardo¹

RESUMO Este trabalho procura mostrar a alteração ambiental que ocorre nas cidades, enfocando o fenômeno da ilha de calor. Foram utilizadas imagens de satélites na faixa do infravermelho termal para analisar a diferença térmica horizontal da metrópole paulistana. Pode-se constatar que ocorre uma diferença de até 10°C entre o centro e a periferia.

Palavras-chave: ecologia urbana, ilha de calor, imagens de satélite, infravermelho termal.

ABSTRACT Environmental changes occurring in urban areas focusing on heat island phenomena are discussed. Satellite images, using the infrared thermal spectra were used to evaluate horizontal temperature gradient across metropolitan area of São Paulo. A 10°C temperature difference was observed between downtown and peripheral areas.

Key words: urban ecology, heat island, satellite image, thermal infrared.

INTRODUÇÃO

Uma das mais significativas expressões da alteração climática que ocorre na cidade diz respeito aos valores de temperatura e concentração de poluentes. Esses fenômenos podem ser usados como indicadores da degradação ambiental que se verifica nos espaços urbanizados.

No caso específico do fenômeno ilha de calor, parte constitutiva do estudo do clima urbano, ele é o resultado das modificações que a urbanização provoca nos parâmetros superfície e atmosfera. A distribuição das isotermas nas cidades mostra a tendência existente para o aumento da temperatura da periferia em direção ao centro. No centro das áreas urbanas, locais geralmente pobres em vegetação, foi observado que as temperaturas alcançam valores máximos, enquanto valores mínimos são registrados em áreas verdes e onde existe reservatório d'água. Os maiores valores de temperatura estão associados a elevados índices de poluição. A combinação desses efeitos provoca um clima artificial de deserto, com o aumento de temperatura e diminuição de umidade relativa. Este desconforto térmico urbano, principalmente nas regiões tropicais, pode causar malefícios à saúde do homem causando perda de sais no organismo, desidratação, distúrbios cardiovasculares, problemas respiratórios, sonolência coletiva, além de fa-

¹ Professora Assistente Doutora do Departamento de Geografia da USP.

vorecer a difusão de incêndios.

O fenômeno ilha de calor, associado à concentração de elementos poluentes, favorece a condensação, que, por sua vez, contribui para a ocorrência frequente de enchentes no centro da cidade. Essas inundações são intensificadas principalmente pelo crescimento das áreas impermeabilizadas pela pavimentação e pela concentração de construções.

METODOLOGIA

O desenvolvimento de uma metodologia para a utilização das imagens de satélite e de um trabalho de campo foram fundamentais para a realização deste trabalho. Também foi necessário desenvolver um algoritmo que estabelecesse relações entre os níveis de cinza das imagens do satélite meteorológico no infravermelho e temperatura.

Tendo como referência estudos realizados por Chahine (1980) para os oceanos, implementou-se um programa de computador destinado a construir imagens termográficas da metrópole paulistana a partir de imagens radiométricas.

O trabalho de campo cumpriu a função de verdade terrestre, de apoio aos dados obtidos por satélite. Em diversos locais, foram instalados 45 postos fixos de medição de temperatura. Esses dados, associados com as medidas-padrão das estações meteorológicas, registros de intensidade e direção dos ventos, e com a poluição foram plotados no mapa-base do uso do solo de São Paulo na escala 1:50.000.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Através da imagem termal do satélite meteorológico NOAA 7 (ver foto) do dia 16 de julho de 1981 (gerada no INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais e interpretada conforme algoritmo de Lombardo et alii, 1982), percebe-se uma variação de 10°C entre o centro e a periferia da cidade. Ou seja, no centro, zonas leste e sudeste, na marginal do Tietê e em Santo Amaro registraram-se 29°C; na Serra da Cantareira a temperatura atingiu 19°C e, no Parque do Estado, 22°C. A ação do Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), com céu claro, calmaria, umidade relativa baixa, possibilitou a definição e expansão da ilha de calor em São Paulo.

Os dados obtidos no trabalho de campo durante todo o período analisado foram plotados nos mapas de uso do solo. Além dessas informações, foram plotadas as temperaturas fornecidas pelas estações meteorológicas convencionais e os dados de velocidade e intensidade de vento obtidos junto à CETESB, através das estações telemétricas distribuídas por toda a Grande São Paulo.

A situação típica de inverno, correspondente aos períodos de 29 a 31 de julho e de 1º a 18 de agosto de 1982 (Lombardo, 1985) sofreu ação dos Anticiclones Tropical e Polar (ver Tabelas 1, 2 e 3) e é descrita no texto que se segue.

29/7/82 - A presença do Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), com inversão térmica - 153 m a 345 m - e umidade relativa de 46%, possibilitou o surgimento de uma ilha de calor moderada às 9h00, com alta concentração de dióxido de enxofre e material particulado (SO₂ e MP). Apesar dos fortes ventos de SSE, com in-

tensidade de 8 m/s, que prenunciavam a chegada de uma frente fria, o gradiente horizontal de temperatura da ilha de calor atinge 11°C às 15h00, com alta concentração de material particulado. A formação de nuvens (SC/Cu-9) propiciou tanto a acumulação do calor produzido pela cidade como de material particulado, fenômeno este indicado nos postos de medição localizados principalmente no centro da cidade, zona leste, bairros industriais e no bairro de Santo Amaro, e que resultou em um desconforto térmico. Às 21h00, com a penetração da frente fria, a temperatura declinou abruptamente e a precipitação acumulada em 24 horas foi de 18,1 mm. Nessas condições, a concentração de poluentes sofreu forte declínio. Contudo a ilha de calor continuou intensa, devido às condições propícias à sua formação no período da tarde.

30/7/82 - Sob a ação da Frente Polar Atlântica (FPA), as temperaturas decresceram durante o dia, resultando na formação de uma ilha de calor moderada e na ocorrência de menores índices médios de poluição.

31/7/82 - A atuação do Anticiclone Polar na Grande São Paulo causou o declínio da temperatura e céu sem nuvens. No período diurno, os altos níveis de radiação solar, como consequência da transparência atmosférica, ocasionaram picos elevados no gradiente da ilha de calor e um pequeno aumento nos índices de poluição, se comparados com aqueles verificados no dia anterior.

1º/8/82 - A presença do Anticiclone Polar (AP) e a consequente tropicalização que ela acarretou no decorrer do período, determinando uma baixa umidade relativa de 44% às 15h00, propiciaram a expansão da ilha de calor. Embora essas condições fossem favoráveis à concentração de poluentes, os baixos índices observados, quando comparados aos dos dias anteriores, podem ser explicados pela menor atividade urbana e industrial verificada aos domingos.



Imagem termal do satélite meteorológico NOAA 7 em 16/7/81.

Tabela 1 - Dados meteorológicos, poluição do ar e intensidade do gradiente térmico da ilha de calor, no inverno de 1982, às 9h00.

Data	Ilha de Calor	SO ₂ (µg/m ³)		Material particulado (µg/m ³)		Sinótica	Vento		T °C	UR %	Precip. (mm) (acum.)	Altura da base (m)	T °C da base	Vento na camada		Vento (850 mb) dir. int.		
		V. extremos	V. médio	V. extremos	V. médio		dir.	int.						dir.	int.			
29/7	M(6,0)	434	163	345	181	AIA	NW	10	20	46	Cirus	0	153/345	18,4/19,0	N	2,0	W	14,5
30/7	M(7,0)	215	41	278	47	FF	S	3	9,9	92	Ce/St	9,6	1280/1596	28/50	S	2,0	S	9,0
31/7	M(9,0)	105	51	318	76	AP	S	3	10,9	90	-	0	863/1186	6,0/13,0	E	2,0	E	4,5
1/8	M(8,0)	81	37	134	50	AP	C	-	10,5	96	Cs(10)	0	171/361	10,6/15,6	NE	2,0	A	4,0
2/8	M(10,9)	888	320	788	258	APM	C	-	16,2	87	C(10)	0	157/727	7,0/8,0	N	1,0	NW	12,5
3/8	M(6,0)	143	45	165	56	FF	SSE	1	11,9	94	C/St	1,8	817/1670	7,0/8,0	A	A	A	A
4/8	M(9,3)	393	128	490	126	FF	C	-	11,4	88	As/Ac(10)	0	964/1286	7,6/10,0	SE	1,0	E	7,5
5/8	M(5,0)	284	98	278	89	AP	NE	2	13,7	89	Ac(10)	0	391/577	9,4/11,8	ESE	1,0	ENE	7,0
6/8	M(11,2)	288	82	216	92	APM	NE	4	15,7	94	St(10/10)	0	391/581	13,0/16,2	E	4,0	N	4,0
7/8	M(9,9)	542	202	310	161	ATA	C	-	19,5	78	-	0	77/270	17,0/19,0	ENE	1,0	NNW	5,0
8/8	M(11,5)	200	92	208	91	ATA	NNE	2	20,3	67	C(10)	0	259/546	16,0/18,0	E	1,0	N	8,0
9/8	M(6,9)	658	230	471	203	ATA	C	-	20,6	54	C(S)	0	FC/474	19,2/20,2	NNE	2,0	N	9,0
10/8	M(10,2)	157	62	200	86	FF	C	-	16,4	94	Sc(7) Ac(3)	3,7	160/300	16,0/13,0	SSE	2,0	SSW	2,0
11/8	M(7,3)	216	50	157	48	FF	SSE	4	13,6	95	Sc(7) As(4)	7,1	2170/2382	28,0/36,0	SSE	4,0	SE	11,0
12/8	M(8,6)	237	69	339	79	AP	ESE	6	15,3	73	Sc/Cu(6)	1,0	336/523	9,0/10,0	SSE	3,0	ESE	9,0
13/8	M(8,3)	334	88	192	74	APM	NE	7	15,3	70	-	0	242/802	10,0/11,2	E	5,0	NE	8,0
14/8	M(9,4)	211	90	255	95	ATA	NNE	4	16,9	80	C(4)	0	134/219	14,0/16,0	E	3,0	N	11,0
15/8	M(9,1)	227	89	145	61	ATA	NNE	3	19,4	59	-	0	193/483	18,0/19,2	SSE	2,0	N	6,5
16/8	M(8,0)	385	169	239	137	ATA	C	-	16,2	89	C(4)	0,0	191/573	13,2/18,6	C	0,0	NNW	4,0
17/8	M(5,0)	642	239	365	210	ATA	C	-	16,9	89	As/Ac(10)	0	269/557	13,8/18,2	C	0,0	N	4,5
18/8	M(7,5)	559	162	204	143	IN	C	-	17,2	92	Ac/As(10)	0,3	535/630	12,6/14,0	E	1,0	W	5,0

Tabela 2 - Dados meteorológicos, poluição do ar e intensidade do gradiente térmico da ilha de calor, no inverno de 1982, às 15h00.

Data	Ilha de calor	SO ₂ (µg/m ³)		Material particulado (µg/m ³)		Sinótica	Vento		T °C	UR %	Precip. (mm) (acum.)	Nuvem
		V. extremos	V. médio	V. extremos	V. médio		dir.	int.				
29/7	M(1,0)	106	29	333	162	ATA	SSE	8	24,6	75	Sc/Cm(9) C(1)	0
30/7	M(8,5)	164	52	259	69	FF	SSE	3	11,4	73	Sc(4) Ac(6)	2
31/7	M(8,0)	291	49	192	57	AP	SSE	3	16,3	63	Sc/Cu(6)	0
1/8	M(8,0)	185	33	253	56	APM	WNW	4	23,9	44	Sc/Cu(5) C(3)	0
2/8	M(11,0)	154	43	200	91	ATA	NW	8	25,8	39	As/Ac(9) Fe(1)	0
3/8	M(6,2)	122	45	145	60	FE	C	-	11,2	92	Sc(10)	0,3
4/8	M(8,1)	236	85	267	95	FF	ESE	3	15,0	74	As/Ac(10)	0
5/8	M(9,0)	198	79	169	86	AP	NE	1	17,9	75	Sc(1) Ac(6) C(3)	0
6/8	M(9,0)	185	72	227	91	APM	C	-	23,5	59	Cu/Sc(6)	0
7/8	M(14,0)	89	25	178	63	ATA	NNW	2	27	40	Cu(4)	0
8/8	M(9,0)	312	18	161	41	ATA	NNW	1	26,9	33	Cu/Sc(2)	0
9/8	M(13,7)	140	33	157	84	ATA	NW	4	27,9	32	C(9) Cu(1)	0
10/8	M(7,0)	165	41	128	59	FF	C	-	16,9	93	Sc(10)	4,3
11/8	M(6,6)	282	53	176	66	FF	SE	3	13,5	95	Sc/Sc(10)	0,5
12/8	M(6,1)	210	46	212	70	AP	SE	3	16,8	76	Sc(8) Ac(2)	0
13/8	M(7,8)	132	51	161	56	APM	NE	3	21,9	46	C(1)	0
14/8	M(10,1)	83	24	137	37	ATC	C	-	25,3	39	Cu(3)	0
15/8	M(8,0)	29	7	163	36	ATA	NW	5	26,4	28	Cu(2)	0
16/8	M(5,7)	126	37	149	83	ATA	WSW	2	26,6	38	Cu(3) Ac(1)	0
17/8	M(5,3)	206	136	404	194	ATA	C	-	24,5	46	Ac(5)	0,1
18/8	M(5,7)	157	39	263	77	IN	S	2	19,4	68	Sc(3) As(4)	0

Tabela 3 - Dados meteorológicos do ar e intensidade do gradiente térmico da ilha de calor, no inverno de 1982, às 21h00.

Data	Ilha de calor	SO ₂ (µg/m ³)		Material particulado (µg/m ³)		Sinótica	Vento		T °C	UR %	Precip. (mm) (acum.)	Altura da base (m)	T °C da base	Vento na camada		Vento (850 mb) dir. int.		
		V. extremos	V. médio	V. extremos	V. médio		dir.	int.						dir.	int.			
29/7	M(8,5)	381	31	67	30	FF	C	-	11,9	95	As(10)	18,1	-	-	SSE	4,0	SSW	10,0
30/7	M(6,3)	231	46	129	53	FF	C	-	9,6	91	Sc(9)	0	-	-	A	A	A	A
31/7	M(5,8)	164	45	122	49	AP	C	-	12,3	90	Su/Sc(10)	0	654/748	8,0/8,6	ESE	2,0	N	5,0
1/8	M(8,2)	229	58	227	121	APM	C	-	13,7	95	St(10)	0	-	-	A	A	A	A
2/8	M(7,1)	113	44	94	46	FF	C	-	15,2	94	As/C(10)	5,4	134/422	14,6/15,2	S	1,0	WSW	6,0
3/8	F(3,0)	175	47	153	60	FF	C	-	10,4	88	Sc(4) Ac(1)	0	467/654	9,2/10,0	SSE	1,0	SE	5,0
4/8	M(7,7)	288	67	149	70	FF	C	-	12,8	93	Sc(10)	0,1	659/753	9,2/10,0	SSE	2,0	B	5,0
5/8	M(8,6)	276	96	253	139	AP	C	-	15,2	90	Cu/C(9) Sc(1)	0	-	-	E	4,0	ENE	7,0
6/8	M(9,0)	294	108	518	181	APM	C	-	18,2	88	-	0	-	-	E	3,0	N	5,5
7/8	M(10,5)	254	88	306	178	ATA	C	-	19,3	85	-	0	-	-	SE	1,0	NNW	4,0
8/8	M(6,5)	218	89	439	190	ATA	C	-	19,6	61	-	0	-	-	ESE	1,0	NNE	4,0
9/8	M(11,0)	316	110	467	217	ATA	C	-	19,1	68	-	0	-	-	WNW	1,0	WSW	4,0
10/8	M(6,4)	105	23	118	47	FF	SSE	2	14,5	96	Sc(10)	6,4	-	-	S	3,0	SE	5,5
11/8	M(6,3)	110	38	165	55	FF	ESE	4	12,8	97	Su/Sc(10)	0,5	-	-	S	3,0	ESE	9,5
12/8	M(8,0)	181	46	169	52	AP	ESE	4	13,1	88	Ac(1)	0	-	-	A	A	A	A
13/8	M(10,0)	411	134	251	145	APM	C	-	13,4	93	-	0	124/219	14,4/16,0	SSW	1,0	NNE	11,5
14/8	M(7,0)	164	84	251	131	ATA	C	-	17,8	72	-	0	-	-	A	A	A	A
15/8	M(9,3)	241	84	502	185	ATA	C	-	16,8	64	-	0	-	-	WNW	1,0	NNW	3,5
16/8	M(6,6)	550	77	192	112	ATA	C	-	16,4	93	-	0	280/370	15,0/20,4	C	0,0	NNW	4,0
17/8	M(10,0)	278	65	180	97	ATA	C	-	17,9	90	Ac/Sc(10)	0	-	-	SSW	3,0	SW	4,0
18/8	M(7,0)	116	44	173	49	IN	C	-	16,2	93	Sc(1) As(9)	1,7	-	-	N	1,0	W	14,0

2/8/82 – O Anticiclone Polar Modificado (APM), com inversão térmica às 9h00 (157 m a 727 m) e calmaria, possibilitou um aumento de concentração de poluentes, que chegou a atingir 888 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de enxofre (SO_2) no Cambuci, e 537 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado na Lapa. A ilha de calor, com gradiente de temperatura bastante elevado durante todo o dia, registrou 11°C às 15h00 e uma umidade relativa baixa de 39%. Os ventos de 8 m/s de NW foram responsáveis pela dispersão de poluentes desde as 15h00 até às 21h00.

3/8/82 – A entrada da Frente Polar Atlântica (FPA) sobre São Paulo, com instabilidades frontais, nebulosidade e precipitação, favoreceu a dispersão de poluentes e a ocorrência de moderação da ilha de calor durante todo o dia, a ponto de ser registrado um gradiente de temperatura de apenas 3°C à noite.

4/8/82 – A continuidade da Frente Polar Atlântica (FPA) enfraquecida, com ventos fracos e nebulosidade, propiciou um gradiente de temperatura atenuado da ilha de calor e o aumento dos índices de poluição, se comparados com aqueles verificados no dia anterior.

5/8/82 – O predomínio do Anticiclone Polar (AP), durante todo o dia, teve como resultado um aumento da intensidade da ilha de calor, passando de moderada, às 9h00, para intensa às 15h00 e 21h00. Os índices máximos de concentração de poluentes ocorreram à noite.

6/8/82 – O Anticiclone Polar Modificado (APM), com temperaturas mais elevadas, favoreceu a alta intensidade da ilha de calor e maior concentração de material particulado, com índice de 518 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no Taboão da Serra, às 21h00.

7/8/82 – A presença do Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), com inversão térmica às 9h00 (77 m a 270 m), favoreceu a concentração de poluentes nas camadas atmosféricas mais próximas à superfície, registrando 542 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de enxofre no centro da cidade e 310 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado no bairro da Lapa. No decorrer do período, o gradiente de temperatura da ilha de calor atingiu picos elevados, em virtude da ausência de ventos e da presença de subsidência superior, com céu claro. A camada de mistura se expande e, com essa expansão, os índices de poluição pulverizam-se. Mesmo assim, verifica-se uma concentração de 306 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado, no bairro da Lapa, às 21h00.

8/8/82 – O predomínio do Anticiclone Tropical Atlântico determina a ocorrência de uma inversão às 9h00 (259 m a 546 m). No entanto, face à diminuição das atividades industrial e urbana aos domingos, os índices de poluição médios são menores, se comparados com os do dia anterior. Somente no bairro da Lapa, às 21h00, o material particulado alcança o índice máximo de 439 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

9/8/82 – Dada a continuidade da atuação do Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), a inversão ocorrendo da superfície até 473 m, e os ventos calmos favorecendo a concentração de poluentes às 9h00, esta chegou a atingir 658 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de enxofre, no bairro da Lapa, e 471 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado em Taboão da Serra, apesar dos índices moderados da ilha de calor. No decorrer do dia, às 15h00, os ventos de NW, com intensidade de 4 m/s, favoreceram a dispersão de po-

luentes. A intensidade da ilha de calor estendeu-se, porém, até a noite.

10/8/82 – A penetração da frente fria, provocando instabilidade da atmosfera, ocasionou precipitação durante o dia todo. A ilha de calor manteve-se moderada, associando-se a ela uma diminuição dos índices de poluição, quando comparados com os ocorridos no dia anterior.

11/8/82 – A continuidade da ação predominante da frente fria, com ventos fortes do SE, provocou instabilidade e dispersão de poluentes, apesar de a intensidade da ilha de calor variar de índices moderados a intensos.

13/8/82 – O Anticiclone Polar começa a tropicalizar-se. As temperaturas sofrem considerável elevação e, dada a ausência de nuvens, a ilha de calor alcança índices elevados. O pico máximo de concentração de dióxido de enxofre ocorre no bairro do Cambuci, onde se registraram 411 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, às 21h00. A distribuição espacial da poluição sofre uma certa desorganização, face à ocorrência de ventos do NE.

14/8/82 – O predomínio do Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), aliado à ocorrência de uma inversão térmica de 124 m a 219 m, às 9h00, possibilitou índices moderados de poluição devido à presença de ventos NNE, com intensidade de 4 m/s. A ilha de calor alcançou índices médios e intensos.

15/8/82 – Apesar da ação do Anticiclone Tropical Atlântico, com inversão térmica que oscilou de 193 m a 483 m, às 9h00, a poluição registrou índices menores que aqueles verificados no dia anterior, o que pode ser explicado pela diminuição da atividade industrial e urbana aos domingos. Devido às condições propícias à formação da ilha de calor, o gradiente térmico entre o centro e a periferia foi elevado.

16/8/82 – Predomina ainda o Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), com inversão térmica de 191 m a 573 m, às 9h00, o que favoreceu a concentração de poluentes que se distribuíram espacialmente pelas regiões central e leste e pelos bairros industriais da Grande São Paulo. Nessas áreas, os índices da ilha de calor alcançaram os picos mais elevados.

17/8/82 – A predominância de tempo estável com calmaria, com a ocorrência de subsidência superior, possibilitou uma concentração de poluentes, que atinge o máximo de 642 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de enxofre, às 9h00, no bairro do Cambuci, quando ocorreu uma inversão de 269 m a 557 m. A ilha de calor mantém, durante o dia, valores moderados, alcançando valores mais altos às 21h00.

18/8/82 – Com a linha de instabilidade localizada na Grande São Paulo, ocorreu uma precipitação, o que possibilitou a dispersão de poluentes e a ocorrência de uma ilha de calor moderada, principalmente no período noturno.

Através da análise desses dados, pode-se verificar que a conformação espacial da ilha de calor apresenta pouca alteração na Grande São Paulo. A variação ocorre apenas em relação a sua intensidade, de acordo com o comportamento sinótico. Ou seja, em dias de céu claro, com calmaria e subsidência, a ilha de calor alcança sua maior expressão tanto em abrangência quanto em

gradiente de temperatura. Em contrapartida, em dias chuvosos e instáveis, a área da ilha de calor se concentra e a intensidade de variação da temperatura diminui.

CONCLUSÃO

Através deste estudo realizado na metrópole paulistana, para o qual foram utilizados dados orbitais e terrestres, é possível verificar-se que a ilha de calor segue o modelo clássico em forma de domo, onde o maior gradiente horizontal de temperatura ocorre no centro da cidade. Essa forma tem a seu favor a configuração deste sítio urbano, caracterizada pela bacia sedimentar de São Paulo, e a disposição espacial da mancha urbana, que acompanha, de forma concêntrica, a disposição do relevo.

A utilização de várias escalas de abordagem, desde o trabalho de campo até as imagens de satélite para o estudo do uso do solo, permite analisar as variações de temperatura em suas relações com os padrões de uso do solo urbano. Constatou-se, por exemplo, que as altas temperaturas ocorrem em áreas de crescimento vertical intenso e com pouca incidência de áreas verdes, aspectos estes que se fazem presentes nos espaços densamente edificados e nas áreas industriais. Nas regiões onde existe maior concentração de espaços livres, com vegetação, e nas proximidades dos reservatórios d'água, constatou-se que as temperaturas sofrem fortes declínios.

Os levantamentos bibliográficos assinalam que as maiores variações de temperatura entre cidade e campo são de apenas 5°C. Esse fenômeno ocorre em São Paulo de forma mais intensa, ultrapassando essas medidas, chegando a se verificar um gradiente de temperatura horizontal superior a 10°C entre o centro e a área rural. Essa maior intensidade foi constatada em tipo de tempo estável, com calmaria. Verificou-se também que a intensidade da ilha de calor da metrópole paulistana parece refletir não só a grande dimensão da mancha urbanizada como também a distribuição dos diferentes tipos de usos do solo.

Essas configurações de anomalias, associadas às ações sinóticas e intensidade da urbanização, são dinâmicas tanto a níveis diário e semanal quanto sazonal.

A relação estreita entre a ocupação do solo urbano e a ilha de calor em São Paulo, com suas variações espaciais, comprova a necessidade urgente de um replanejamento do uso do solo, com a implementação de espaços verdes intersticiais na mancha urbana, sendo essas medidas fundamentais para a melhoria do conforto térmico e, conseqüentemente, da qualidade de vida dos habitantes.

REFERÊNCIAS

- 1 - CASTELLS, M. *La cuestion urbana*. Madrid, Siglo XXI de España, 1974.
- 2 - FRANÇA, A. *Estudo sobre o clima da bacia de São Paulo*. São Paulo, FFCL da USP, 1946, 59 p. (Boletim nº LXX da FFCL da USP.)
- 3 - LOMBARDO, M.A. *Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. Editora Hucitec, 1985.
- 4 - MONTEIRO, C.A. de F. *Teoria e clima urbano*. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1976. (Teses e Monografias, 25.)
- 5 - ———. *Environmental problems in São Paulo metropolitan area, the role of urban climate with special focus on flooding* (Trabalho apresentado no International Geographical Congress, 24. Japan, September, 1980.)
- 6 - OKE, T.R. City size and the urban heat island. In: CONFERENCE ON URBAN ENVIRONMENT AND SECOND CONFERENCE ON BIOMETEOROLOGY. Filadelfia, 1972. *Anais...* American Meteorological Society, 1972. p. 144-6.
- 7 - ———. *Boundary Layer Climate*. London, John Wiley, 1978. 372 p.