

## **A Morfologia Urbana e as relações com as condições ambientais de conforto térmico**

Mônica Kofler Freitas

Magda Adelaide Lombardo

### **Mônica Kofler Freitas**

É arquiteta urbanista (1990), com Doutorado em Engenharia [S.Carlos de 1998-2003], Universidade de São Paulo, USP, Sao Paulo, Brasil. Título: Investigação da produção e Dispersão de Poluentes do Ar no Ambiente Urbano: Determinação Empírica e Modelagem em Rede neural da Concentração de CO, Ano de obtenção: ago/2003. Bolsista do(a): CAPES pelo Departamento. Mestrado em Engenharia [S. Carlos de 1994-1997], Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, Brasil, Título: Estudo de Casos de Implantação de Sistema de Informações Geográficas em Prefeituras Municipais no Estado de São Paulo - FAPESP processo: 94/4212-0, Ano de obtenção: 1997, Bolsista do(a): FAPESP – Processo: 94/4212-0. Atualmente faz pesquisa de pós-doutorado pela UNESP-Rio Claro-SP, bolsa FAPESP (2007).

### **Magda Adelaide Lombardo**

Geógrafa (1972), com especialização em Cartografia pela Unesp (1974), mestrado em geografia humana pela USP (1978), doutorado em geografia física pela USP (1984). Pós-doutorado pela University of Califórnia 91993), pós-doutorado pela University of Maryland System 91992), pós-doutorado pela universidade de Kassel 91997), pós-doutorado pela Columbia University (2000). Atualmente é Professora

adjunta da universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Regional.

**Endereço:**

Instituto de Geociência e Ciência Exatas da UNESP de Rio Claro-SP

Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento

Rua 10, n. 2527

Rio Claro - SP , Brasil

CEP: 13.500-230

Fone: (0xx19) 3526-2241 / 3526-2242

Fax: (0xx19) 3534-8250

Pós-graduação: (0xx19) 3523-3707

## **A Morfologia Urbana e as relações com as condições ambientais de conforto térmico**

Mônica Kofler Freitas e Magda Adelaide Lombardo

Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento - Instituto de Geociência e Ciência Exatas da UNESP de Rio Claro. Rua 10, CEP 13500-230, Rio Claro – SP.

### **Introdução**

As cidades se transformaram ao longo das décadas e adaptando-se as determinadas funções econômicas e sociais, segmentando os espaços de uma mesma cidade a atividades especializadas e de diferentes tipologias de construção. Entretanto, hoje a maior parte dos problemas gerados nas atuais metrópoles do mundo está relacionada a densidades urbanas, ou seja, está intimamente ligada a verticalização, que representa um aumento de área construída ou da população de uma determinada área urbana.

A densidade construtiva é um dos mais importantes indicadores no processo de planejamento urbano, pois reflete diretamente no clima urbano e na qualidade ambiental dos assentamentos. O fenômeno das Ilhas de Calor manifesta-se no aquecimento desigual das diversas regiões urbanas, de acordo com o tipo de construção, disponibilidade de áreas arborizadas, permeabilização da superfície, uso do solo. Nas regiões densamente ocupadas por prédios, avenidas e pouco arborizadas, o calor é refletido por materiais como vidro, metais e por partículas poluentes gerando um clima urbano com temperaturas elevadas.

Essa questão sobre a qualidade ambiental nos ambientes urbanos vem assumindo mundialmente certa relevância, cuja solução constitui uma das maiores preocupações da atualidade devido às conseqüências do aquecimento global nos próximos 100 anos. Apesar de que a urbanização não assume papel significativo nas alterações do sistema climático global, de acordo com os relatórios divulgados pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), entretanto reconhece-se que os impactos negativos gerados pelo aquecimento global em geral são mais intensos e freqüentes nos países tropicais, e diferenciados pelas conseqüências das ações antropogênicas e padrão de ocupação local. O que reforça o direcionamento

de políticas públicas relacionadas ao equacionamento das questões referente à capacidade de adaptação.

As medidas Adaptativas não são direcionadas apenas em consideração ao aquecimento global, mas também a ilhas de calor, enchentes e eventos extremos. As ações envolvem o melhoramento da eficiência energética nas edificações, recuperação de áreas degradadas, proteção das matas ciliares e nascentes, arborização urbana e também podem estar inseridos nesta linha a aplicação de instrumentos urbanísticos para fins de re-qualificar as áreas urbanas.

Neste contexto pode-se dizer que o desenvolvimento urbano implica na aplicação de instrumentos urbanísticos e de estratégias ambientais inseridas no Plano Diretor, onde o adensamento urbano passou a ser um importante instrumento através de fixações de densidade por meio do Coeficiente de Aproveitamento construtivo. Sobre este tema há diversas discussões relacionadas a altas e baixas densidades, sabe-se que elevadas densidades podem garantir a maximização dos investimentos públicos, incluindo infra-estrutura, serviços e transportes, entretanto, podem gerar maior pressão de demanda sobre o solo urbano desencadeando uma série de problemas ambientais.

Ainda alguns tópicos podem ser pautados para reflexão da melhoria de condições ambientais no espaço urbano:

- Qual a densidade de ocupação do solo mais apropriada localmente e do uso intensificado das áreas urbanas de forma aceitável ambientalmente, economicamente e socialmente, e na determinação dos limites de sua capacidade de utilização?
- Qual seria a relação adequada entre áreas verdes x áreas edificadas, considerando-se as diversas tipologias de edificações e sistema viário?
- Quais são as diretrizes e políticas urbanísticas para se ter um ambiente urbano com qualidade?

Algumas pesquisas como a do Prof. Lutz Katzschner da Universidade de Kassel na Alemanha enfatizam que a variável climática pode ter maior ou menor importância dependendo da densidade construtiva urbana. Em áreas verticalizadas com amplos afastamentos e espaços públicos possui melhor conforto térmico do que

em áreas com tipologia horizontal com maior adensamento e poucos recuos. O autor cita que através dessas características as áreas podem ser classificadas por meio de um índice de rugosidade que, por sua vez, relaciona uma dada tipologia de assentamento urbano a um certo comportamento climático.

Vários estudos vinculados ao Laboratório Lawrence de Berkeley (Lawrence Berkeley Laboratory) da universidade de Berkeley na Califórnia sobre Ilha de Calor em cidades dos Estados Unidos demonstraram que o aumento de temperatura em áreas urbanas tem forte correlação com a densidade edificada e ausência de áreas verdes. Estes estudos impulsionaram a implantação de um programa de arborização urbana nos espaços públicos em várias cidades, um deles foi a cidade de Sacramento na Califórnia.

A presença de áreas verdes com arborização possui benefícios diretos e indiretos para o conforto térmico e qualidade do ar nos espaços urbanos. A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981) já cita a importância dos aspectos relativos a função da vegetação em área de preservação como fatores de controle do clima urbano:1-Diminuição da insolação;2-refrigeração do ar;3-aumento da umidade relativa do ar;4-suprimento de ar fresco e 5-filtragem de ar.

Do ponto de vista do conforto ambiental nas áreas urbanas, os efeitos de refrigeração, aumento da umidade relativa do ar e minimização das radiações de onda curta e longa são os mais relevantes. A refrigeração do ar é resultado não apenas do sombreamento causado pela vegetação, mas principalmente pelo consumo da energia solar através da evaporação e outros processos fisiológicos dos vegetais como a fotossíntese.

O fenômeno de formação de ilhas de calor deverá ser observado pelos planejadores urbanos com o intuito não somente da compreensão do fenômeno como na adoção de medidas urbanísticas que venha minimizar tal ocorrência. A partir do estabelecimento de índices de ocupação do solo pode-se chegar a um padrão de urbanização com melhor qualidade ambiental.

Novos índices necessitam ser incorporados na prática do planejamento urbano, tendo em vista novos paradigmas de conforto ambiental e desenvolvimento sustentável. Entre estes paradigmas estão as principais variáveis componentes dos

micro-climas urbanos: temperatura, umidade, ventos, radiação solar, que necessitam de indicadores que possibilitam requalificar os espaços urbanos deteriorados e preservar a ambiência natural.

Assim índices como coeficiente de verde, taxa de permeabilidade do solo necessitam estar explicitamente evidenciados desde o zoneamento até o monitoramento contínuo do uso e ocupação do solo através de ferramentas como o SIG e do uso do sensoriamento remoto, como imageamento de satélite de alta resolução espacial, no caso o IKONOS II (resol. 1m) que possibilitem análises temporais e espaciais da área urbana (Figura 1).

Figura 1 – Mosaico de Imagens do IKONOS II (20/08/2003 – 13:00 hs) da Zona Central de São Paulo (Fonte: ESALQ, Depto de Silvicultura)

A representação cartográfica do clima urbano é bastante complexa, entretanto, para a análise do uso do solo, deve-se considerar os padrões de edificações, a verticalização, o índice de áreas verdes, áreas industriais, como também a emissividades dos diferentes usos do solo.

O campo térmico da cidade definido pela ilha de calor, configura-se como um fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geo-ecológicos. A representação através do desenho da ilha de calor pela imagem de satélite no infravermelho termal pode correlacionar os diferentes padrões de uso e ocupação do solo.

Apesar de algumas limitações quanto ao uso das imagens termais pelo satélite, ela permite adquirir uma grande informação qualitativa das temperatura de superfície e que deve ser explorado nos estudos de clima urbano. Este tipo de representação gráfica muito contribui para o planejamento urbano uma vez que desperta a atenção para a distribuição, na escala temporal e espacial, da temperatura de superfície.

### **Área Central de São Paulo**

São Paulo possui cerca de 10 milhões de habitantes e ocupa uma área de 1,5Km<sup>2</sup>, com uma densidade de 67.18 hab/ha. Como na maioria das cidades, a

áreas central presença grande impacto do tráfego em função das intensas atividades.

A sua área central é um misto de usos residenciais, comerciais, industriais e serviços. Os distritos da República, Sé, República, Pari, possui usos predominante comercial e serviços. Já os distritos da Bela Vista, Consolação e Santa Cecília predominam os usos residenciais e possuem uma alta densidade construtiva, 78,23%,77,92%, 72,83%, respectivamente. Além da Sé (80,08%) e República (78,61%) com elevada densidade.

Tabela 1 – índice de área construída por Tipologias e Coeficiente de aproveitamento bruto.

Distritos	Tipologias			Massa Edificada	
	Horizontal	Vertical	Predominância	CA Bruto	
Bela Vista	21,77%	78,23%	Ed. Vertical	3,48	Muito denso
Belém	76,03%	23,98%	Ed. Horizontal	0,96	Pouco denso
Bom Retiro	56,39%	43,61%	Ed. Horizontal	1,24	Pouco denso
Brás	61,07%	38,94%	Ed. Horizontal	1,42	Pouco denso
Cambuci	68,51%	31,50%	Ed. Horizontal	1,06	Pouco denso
Consolação	22,08%	77,92%	Ed. Vertical	2,98	Muito denso
Liberdade	40,03%	59,97%	Ed. Vertical	1,62	Pouco denso
Mooca	66,90%	33,10%	Ed. Horizontal	1,08	Pouco denso
Pari	69,43%	30,57%	Ed. Horizontal	1,08	Pouco denso
República	21,39%	78,61%	Ed. Vertical	5,12	Muito denso
Santa Cecília	27,18%	72,83%	Ed. Vertical	2,56	Muito denso
Sé	19,92%	80,08%	Ed. Vertical	4,26	Muito denso

E os distritos de Cambuci (Figura 6), Mooca (Figura 9) e Belém (Figura 3), Brás (Figura 5), Bom Retiro (Figura 4) possuem características industriais, com grandes glebas ocupadas por galpões e depósitos, alguns em estados de abandono e deteriorado. O coeficiente de aproveitamento não atinge CA=2,0, indicativo de baixa densidade construtiva. Porém, como a utilização de diversos materiais das

edificações nas coberturas, fachadas e pisos têm implicações diretas no balanço térmico urbano e está associada diretamente ao uso predominante, são áreas que apresentaram elevadas temperaturas registradas em imagens de satélite para o estudo do desenho da ilha de calor, 31<sup>0</sup>C a 32<sup>0</sup>C (Atlas Ambiental de São Paulo). O uso de telhas metálicas tanto de alumínio como de aço galvanizado é bastante utilizada para prédios industriais. As telhas sem pintura como as de alumínio mantem temperaturas superficiais bem elevadas sob o sol, entorno de 69,4<sup>0</sup>C, e a telha de aço galvanizado 57,9<sup>0</sup>C.

Além do coeficiente baixo nestes distritos foi constatado grande carência de arborização, e no caso do Brás, praticamente ausente, 0% (ver Figura 5). O distrito que possui maior presença de arborização, com 16,68% da área do distrito, foi Consolação, representando 11,46 m<sup>2</sup>/hab de verde distribuído em uma área de 3,83 Km<sup>2</sup>. (Figura 7). Enquanto que o distrito de Bom Retiro (Figura 4) possui um índice vegetal de 4,88% de sua área total, e 7,29 m<sup>2</sup>/hab para uma área de 4,11 Km<sup>2</sup>, porém as arvores concentra-se no Parque da Luz (81.758 m<sup>2</sup>).

Tabela 2 – Cobertura Vegetal

<b>Distritos</b>	<b>CV (m<sup>2</sup>/hab)</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Bela Vista</b>	0,11	2,66
<b>Belém</b>	10,26	6,91
<b>Bom Retiro</b>	7,29	4,88
<b>Brás</b>	0,00	0,00
<b>Cambuci</b>	2,25	1,70
<b>Consolação</b>	11,46	16,68
<b>Liberdade</b>	1,80	3,14
<b>Mooca</b>	2,27	1,84
<b>Pari</b>	12,42	7,05
<b>República</b>	0,24	0,48
<b>Santa Cecília</b>	3,47	6,55
<b>Sé</b>	0,22	0,20

O que se observa pelas cartas temáticas de cada distrito (esc. 1:20.000) é uma vegetação arbórea mal distribuída nos espaços livres públicos e privados, outro exemplo é no distrito de Pari com 7,05% (Figura10) de cobertura vegetal distribuída no distrito e Belém com 6,91% (Figura 3). A carência de áreas arborizadas, a má distribuição aliado a intensa atividade repercute diretamente na qualidade ambiental dos bairros.

A mensuração e monitoramento do uso dos espaços verdes, combinados com índices de uso do solo e índices sócio-econômicos poderiam constituir o mapa do



Sistema de Áreas Verdes por Distritos, onde as Fragilidades, Oportunidades e Potenciais estando evidenciados favorecem definição de Políticas Públicas Setoriais de Qualificação Ambiental.

As cartas temáticas são apresentadas pelas Figuras que estão em anexo enviada separado deste artigo, por autoria de Mônica Kofler Freitas em trabalho de pós-doutorado período de 01/jan/2007 a 10/dez/2007.

Figura 2 – Distrito da Bela Vista

Figura 3 – Distrito de Belém

Figura 4 – Distrito de Bom Retiro

Figura 5 – Distrito do Brás

Figura 6 – Distrito do Cambuci

Figura 7 – Distrito da Consolação

Figura 8 – Distrito da Liberdade

Figura 9 - Distrito da Mooca

Figura 10 – Distrito de Pari

Figura 11 – Distrito da República

Figura 12 – Distrito de Santa Cecília

Figura 13 – Distrito da Sé

### **Referências Bibliográficas**

AKBARI, H. & ROSE, L. S. Characterizing the Fabric of the Urban Environment: A Case Study of Salt Lake City, Utah, 2001.

DUARTE, D. H. S. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental. Tese FAU/USP, 2000.

GIVONI, B. (1998) – Climate Considerations in Buildings and Urban Design. John Wiley & Sons, INC., 464p.

HUNT, J. How can Cities Mitigate and Adapt to Climate Change. Building Research & Information, 2004, 55-57.

LOMBARDO, M. A. Ilhas de Calor nas Metr p les: o caso de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 1985.