
ÍNDICES URBANÍSTICOS E QUALIDADE AMBIENTAL EM ÁREAS CENTRAIS DE METRÓPOLES: o caso de São Paulo

Dra. Mônica Kofler Freitas
Universidade Estadual Paulista, Rio Claro
mkofler@universia.com.br

Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo
Universidade Estadual Paulista, Rio Claro
lombardo@rc.unesp.br

RESUMO

As atuais condições urbanísticas das áreas centrais em áreas metropolitanas pedem ações emergenciais de melhorias urbanas com a implementação de diretrizes e políticas que minimizem as ilhas de calor. As ilhas de calor produzem *stress* térmico, geram efeitos negativos a saúde pública e podem ser intensificadas pela falta de um planejamento adequado dos espaços públicos. Através da análise baseada na aplicação do GIS o presente trabalho pôde verificar a distribuição da cobertura vegetal urbana e a tipologia por uso e ocupação do solo por meio do mosaico de imagens de satélite de alta resolução – IKONOS II (2002) e do estudo da configuração de ilhas de calor nos Distritos da região central da cidade de São Paulo pelo ETM+/LANDSAT-7 (1999 a 2004). Embora estudos já demonstrem que a cobertura vegetal pode minimizar as ilhas de calor reduzindo os riscos na saúde pública e gerar economia energética, entretanto as transformações exigem ações estruturais baseada em diretrizes e aplicações de instrumentos de regulação urbana que buscam estabelecer a qualidade ambiental.

ABSTRACT

Current urban conditions in central metropolitan areas demand emergency actions involving implementation of public policies and directives to minimize heat islands. Heat islands produce thermal stress and are harmful to public health, and can be intensified by the lack of adequate planning regarding public spaces. Based on analyses carried out with the application of GIS, the present study verified the distribution of urban vegetative cover and land use types using a mosaic of high resolution satellite images (IKONOS II, 2002) and ETM+/LANDSAT-7 thermal images from 1999 to 2004 in the central districts of the city of Sao Paulo. Although studies have already shown that vegetative cover can minimize heat islands, reducing public health risks and energy consumption resulting from air conditioning, such transformations demand strategic actions and the application of specific instruments of urban regulation aiming to establish environmental quality.

Introdução

Os estudos sobre o planejamento da qualidade ambiental tem sido atualmente foco de interesse nas diversas áreas de conhecimento técnico - científico com o surgimento de um novo paradigma de desenvolvimento sustentável. Muitos artigos científicos, como o de Hunt (2004), ressaltam que somente através das transformações urbanas e de suas infra-estruturas, especialmente transportes, padrões de comportamento e consumo energético será possível chegar a algum resultado positivo para o meio ambiente. Entretanto isto ainda é um problema longe de ser resolvido.

Pesquisas do mundo inteiro já enfatizam que o espaço construído e as atividades urbanas exercem influência no clima local e até mesmo regional (GIVONI, 1998; DOUSSET & GOUMERLON, 2003), em função disso, há uma maior preocupação de inserir os resultados de pesquisas sobre o meio ambiente construído nas legislações municipais visando melhorar a qualidade ambiental. Algumas cidades brasileiras já programaram sob forma de lei, alguns instrumentos de intervenção para incrementar as condições de conforto térmico urbano, como incentivo fiscais, preservação e aumento de áreas verdes, o uso de instrumentos de política urbana a exigência de taxa mínima de permeabilidade do terreno, dentre outros.

Estudos interessantes como de Akbari & Rose (2001) ressaltam que tipos de uso e ocupação do solo induzem as diferentes condições ambientais de conforto ambiental, como exemplo, constatou-se que áreas predominantemente industriais podem apresentar temperaturas bem mais elevadas do que zonas

residenciais devido à natureza da superfície dos materiais envoltórios das edificações. Para as pesquisas de Voogt & Oke, 2003, as altas temperaturas são verificadas em áreas com crescimento vertical intenso, densidade demográfica acima de trezentos habitantes por hectare e pouca quantidade de vegetação, principalmente nos setores industriais. A maior contribuição da vegetação é o sombreamento dos pedestres e dos materiais constituintes da área urbana que contribuem para a redução de temperatura em até 20C a menos em áreas urbanas.

Para Yamamoto (2006), o adensamento e a verticalização são sem dúvida importantes condicionadores do clima local, enfatizando sempre que a quantificação e a distribuição espacial da cobertura vegetal são determinantes para melhorar a qualidade ambiental. No Brasil, poucas pesquisas se detêm em análises mais específicas relacionando tipologias construtivas e atividades para avaliação da qualidade ambiental. Em pesquisa de Freitas (2003), por exemplo, constatou-se por meio de medições locais que em áreas amplamente edificadas verticalmente, com grandes afastamentos possuem melhor dispersão de emissão veicular e conseqüentemente melhor conforto térmico do que em áreas com tipologia horizontal adensada e de poucos recuos, além destes indicadores evidenciarem o grau de poluição correlacionado às tipologias construtivas, indica a taxa de CO correlacionados a estes fatores. Visto que este é um padrão urbanístico observado em quase todas as áreas centrais das cidades, torna-se necessário a utilização de instrumentos de intervenção como limitar os tipos de veículos que devem trafegar na área central, estabelecer uma taxa arbórea por metro quadrado a ser alcançada.

A eficácia dos instrumentos urbanísticos do município deve considerar todas estas questões para a necessária avaliação da qualidade urbano-ambiental. E a comunidade científica fundamental tem este papel nas pesquisas científicas, porém, a institucionalização da proteção do ambiente e da qualidade de vida deve ser definida como um processo de consolidação de certas práticas de forma participativa pela sociedade e Instituições para estabelecer normas e procedimentos legitimamente aceitos, o que permite assegurar sua reprodução em outros lugares.

Visto que as regiões metropolitanas são as que possuem densidade populacional mais elevada do mundo e uma taxa crescente da produção do espaço urbano, geralmente os critérios urbanísticos não são totalmente adequados, resultando conseqüentemente na ampliação do fenômeno das ilhas de calor. Fenômenos estes que variam e existem em diferentes escalas, desde trechos de quadras, para cada bairro ou regiões.

Na Alemanha os princípios da sustentabilidade são introduzidos nos Planos Estratégicos por bairros escolhendo áreas apropriadas para o adensamento, verticalização, áreas verdes são localizadas em função do mapeamento do uso da terra, circulação do ar e da intensidade de ilhas de calor (escalas de 1:5.000 a 1:10.000) a padrões de qualidade ambiental (KATZSCHNER, 2002). A elaboração de objetivos para se alcançar padrões de qualidade ambiental, segundo Breuste & Wohlleber (1998) constituem o primeiro passo importante na Agenda 21 Local, onde a cidade de Leipzig foi uma das primeiras na Alemanha a considerar a proteção dos biótipos.

Atualmente no Brasil, a lei federal n. 10.257 sancionada em de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, também fornece alguns caminhos de reflexão sobre critérios que poderiam ser adotados para a avaliação da qualidade ambiental, porém limita-se a diretrizes gerais. As preocupações com o adensamento urbano passaram a ser um objetivo central dos Planos Diretores, através de fixações de densidade construtiva e populacional, estabelecimento de índices como o Coeficiente de Aproveitamento a partir da análise da capacidade de infra-estrutura, do controle do adensamento edificável, assim como do controle das categorias de usos (NOBRE, 2000), o que deveria ser feito também com relação a uma taxa de arborização.

Como o planejamento urbano é um processo constante que permite diagnosticar os problemas locais visando promover o ordenamento racional, a avaliação da qualidade ambiental com o auxílio do sensoriamento remoto e SIG, por outro lado, torna-se um aliado importante quando se consideram estudos de indicadores baseados na tipologia construtiva, espaços livres por quadras e taxa de vegetação arbórea. E com este propósito, o presente artigo tem como objetivo apresentar resultado da análise da qualidade ambiental focalizando taxa arbórea e tipologia construtiva da área central da cidade de São Paulo.

A Cidade de São Paulo

Da mesma forma que em outras metrópoles, a Região Metropolitana de São Paulo apresenta um crescimento urbano desordenado que resulta, em última análise, no agravamento de problemas relacionados a episódios sérios de qualidade ambiental. Entorno de 56% da população total da Região Metropolitana (17 milhões de habitantes) está concentrada na cidade de São Paulo, com uma densidade bruta de 67.18 hab/ha. Com isso São Paulo passa por processos urbanos de expansão espacial relacionados às transformações de ordem econômica (Grostein, 2001), investindo atualmente o governo da cidade de São Paulo no processo de revisão do plano estratégico de desenvolvimento urbano com o intuito de aprimorar as políticas públicas de uso do solo sob a ótica de desenvolvimento sócio-ambiental sustentável.

A cidade de São Paulo foi a primeira a instituir em 1971 um Plano Diretor consagrado em Lei, o qual passou por várias revisões e mudanças ao longo das últimas décadas, visando à proteção ambiental e a redução de impactos em função do uso e ocupação do solo, porém de forma insuficiente (MAGLIO, 2005).

O controle do adensamento edificável em São Paulo é aplicado de acordo com a Lei 13.885 (25/08/04) que estabelece normas complementares ao zoneamento da cidade através do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (PDE) e instituição dos Planos Regionais Estratégicos (PRE) das Subprefeituras, por meio do Coeficiente de Aproveitamento, segundo as características de determinados locais, tais como a topografia, centralidade e também pelo controle do estoques de potencial construtivo para cada zona (SALES, 2005).

Um importante instrumento introduzido no PDE de São Paulo em 1985 foi o conceito de operações urbanas, que veio tentar superar as limitações sobre o espaço urbano do poder público promovendo intervenções para a requalificação das áreas urbanas em benefício da população (NAKANO, 2006).

Os instrumentos urbanísticos dispostos na legislação federal, Estatuto da Cidade, ainda são aplicados de forma insuficiente para qualificar ambientalmente cada região do espaço urbano, principalmente por não existir um monitoramento abrangente da qualidade ambiental por parte dos órgãos públicos a fim de que se possam indicar diretrizes gerais e ações adaptativas ou mitigadoras necessárias.

É na região central da cidade de São Paulo onde ocorre a máxima intensidade da ilha de calor devido ao complexo uso do solo e escassa vegetação arbórea (LOMBARDO, 1985). O presente estudo analisou a composição urbana, especificamente nos distritos da área central da cidade de São Paulo (Sé, Cambuci, Santa Cecília, Bom Retiro, Consolação, Bela Vista, Mooca, Pari, Republica, Brás, Belém, Liberdade), sob o enfoque do padrão de uso e ocupação e sua influencia no clima (Figura 1).

Metodologia

Para o presente trabalho a caracterização dos espaços urbanos nos distritos foi realizada com base nas imagens de alta resolução obtidas pelo sensor IKONOS II de imageamento em 20/08/2003 – 13:00 h.

As imagens IKONOS II ortorretificadas foram processadas pela *Space Imaging*, geração do produto *PanSharpened* (multiespectral), composto de (4) bandas espectrais, nas faixas de domínio do visível (RGB) e do infravermelho próximo, com resolução espacial de 1m e resolução radiométrica de 11 bits.

Para gerar imagens coloridas foi necessário combinar as imagens de modo PAN (resol. 1m) com as imagens multiespectrais (resol. 4 m). A resolução espacial favoreceu a precisão cartográfica obtida pelo georreferenciamento das imagens, contendo informações compatíveis com o software ARCGIS, da ESRI Corporation, o que permitiu identificar os elementos intra-urbanos em escala mais detalhada gerando a espacialização de cada característica separadamente sobre a base cartográfica digital de quadras do município de São Paulo.

O software ARCGIS 9.1 serviu de apoio para análise espacial do mosaico do IKONOS II, a sobreposição da imagem termal a base cartográfica do município e na geração da carta temática de cada

distrito. A geração das cartas possibilitou visualizar as diversas variáveis envolvidas com o objetivo de analisar os índices urbanísticos e qualidade ambiental correlacionando às condições ambientais de conforto térmico a fim subsidiar políticas públicas e planejamento urbano. A Figura 2 mostra o mosaico da zona central em detalhe do distrito de Pari como exemplo, em escala 1:10.000.

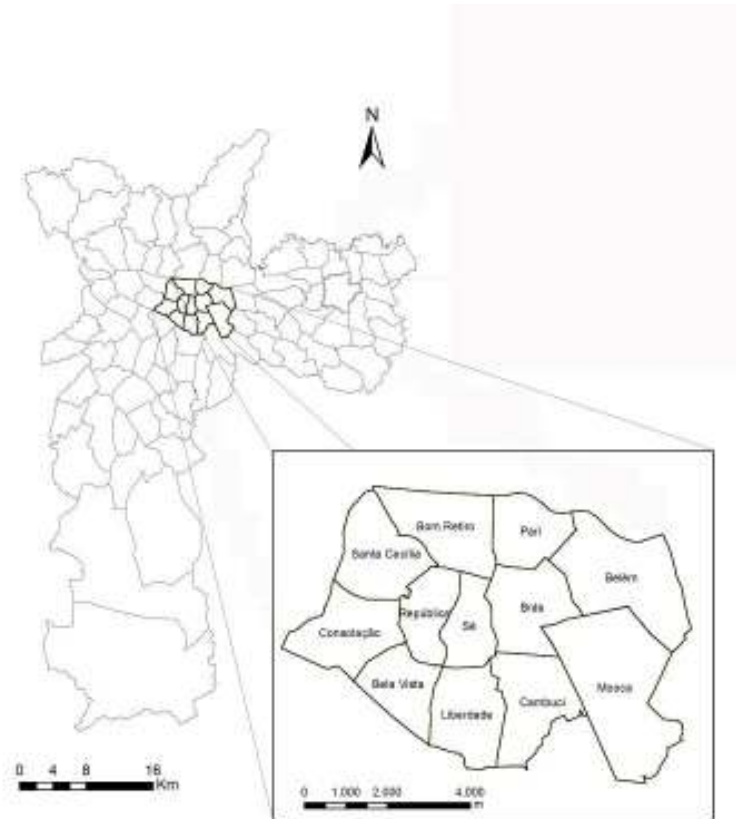


Figura 1: Município de São Paulo e em Destaque os Distritos Estudados

Para a geração do mapeamento dos distritos da região central de São Paulo foram escolhidos os atributos: composição da vegetação arbórea, corpos d'água, prédios altos (acima de 4 pavimentos) com o propósito de avaliar a qualidade ambiental. Não se pretendeu utilizar técnicas de classificação digital por não considerar adequadas as imagens do IKONOS especificamente disponíveis no presente trabalho, e além das limitações de precisão desta técnica para estudo de separação dos alvos, pois é preciso conhecer muito bem qual o brilho, textura e cor. Portanto o objetivo foi trabalhar com o desenho dos atributos tendo a imagem como pano de fundo e o banco de dados do cadastro imobiliário da Prefeitura Municipal – Secretaria de Planejamento (SEMP/PMSP).

Os índices urbanísticos são:

$$\mathbf{a)} \quad CA (\%) = \frac{A_{CV}}{A_T} \quad [1]$$

Composição Arbórea – foi calculado analisando-se a sua predominância em porcentagem (%) e por habitante (hab/m²) em cada distrito.

$$CA/hab (m^2/pop) = \frac{A_{CV}}{P_D} \quad [2]$$

Onde, A_{CA} é a área total de cobertura arbórea; A_T é a área total do distrito;

Onde, P_D é a população total residente no distrito analisado;

- b) Presença de corpos d'água em cada distrito foi mapeada a partir da imagem;
 c) $ICU (\%) = \frac{US_{CS}}{A_T}$ [3]

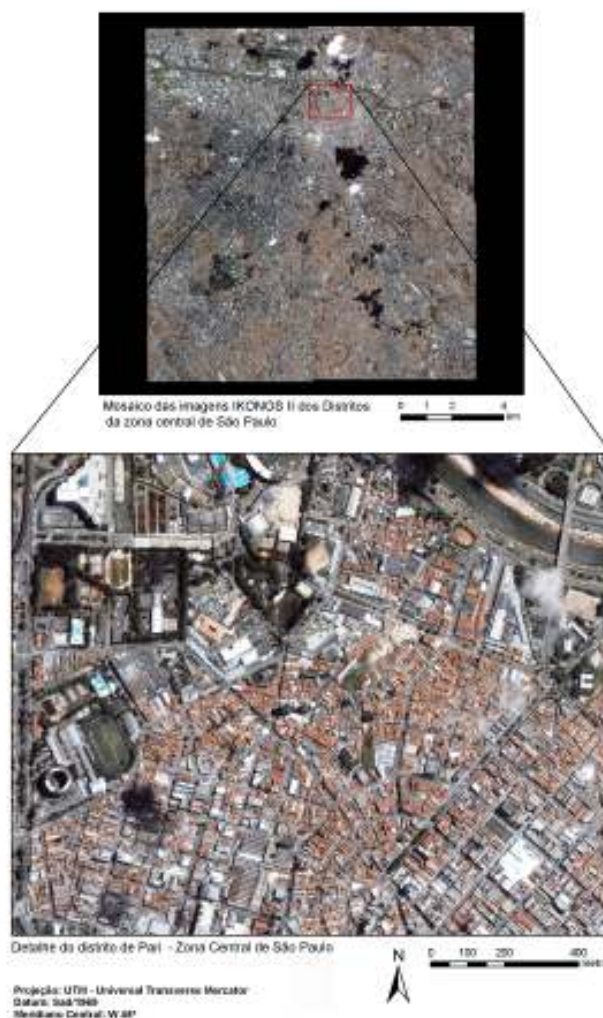


Figura 2 - Imagem de Satélite do IKONOS II e Detalhe do Distrito

Índice de área construída por tipo de uso (ICU) (comercial, industrial, residencial) - foi calculado o Índice de área construída por usos, analisando-se a predominância de usos:

$$ICU (\%) = \frac{US_{ID}}{A_T} \quad [4]$$

$$ICU (\%) = \frac{US_R}{A_T} \quad [5]$$

Onde, US_{CS} é a área construída por uso comercial e serviços; A_T é a área total de terrenos nos distritos;

E US_{ID} é a área total construída por uso industrial e depósitos; A_T é a área total de terrenos nos distritos;

E U_{SR} é a área total construída por uso residencial; A_T é a área total de terrenos nos distritos;

d) Índice de Rugosidade por tipologia: vertical e horizontal - foi calculado o Índice de área construída por tipologia de edificação horizontal e vertical, por distrito, analisando-se a predominância das edificações (relação prédios altos e baixos):

$$R_H = (A_H) / A_{TC} \quad [6]$$

Onde, R_H é o índice de Rugosidade por tipologia Horizontal; A_H é a área construída por uso horizontal; A_{TC} é a área total construída ($A_H + A_V$) no distrito considerado;

$$R_V = (A_V) / A_{TC} \quad [7]$$

Onde, R_V é o índice de Rugosidade por tipologia Vertical; A_V é a área construída por uso vertical; A_{TC} é a área total construída ($A_H + A_V$) no distrito considerado.

e) Coeficiente de Aproveitamento Bruto em cada distrito é dado pela relação - classificação por massa edificada foi feita de acordo com o Coeficiente de Aproveitamento (CA) Bruto calculado a partir dos dados de área construída por usos, onde se pode classificar: muito denso ($CA \geq 2,0$ - maior quantidade de prédios altos), pouco denso ($CA < 2,0$ - menor quantidade de prédios altos).

$$CA = (A_C) / A_T \quad [8]$$

Onde A_C é a Área Construída em m^2 em cada distrito; e A_T é a área de Terrenos (quadras);

Uso e Ocupação do Solo

A área central apresentou um declínio considerável de indústrias poluidoras e um aumento no setor comercial e de serviços após a década de 70, em função da expansão urbana para a periferia. A Tabela 1 mostra a área construída por uso do solo em cada Distrito e o índice de área construída por uso em relação à área total do distrito.

Tabela 1 – Predominância de ICU (%) de Uso do Solo por área dos Distritos Centrais

Distritos	CS	ID	R
Bela Vista	48,72%	0,17%	51,11%
Bom Retiro	62,66%	12,61%	24,73%
Cambuci	35,87%	22,44%	41,70%
Consolação	33,64%	0,03%	66,33%
Brás	68,04%	16,75%	15,22%
Mooca	27,91%	21,56%	50,53%
Pari	60,93%	15,32%	23,75%
Belém	38,24%	26,22%	35,55%
Liberdade	37,29%	1,88%	60,83%
Santa Cecília	34,26%	3,83%	61,92%
Republica	70,50%	0,09%	29,41%
Sé	86,91%	0,22%	12,87%

O uso do solo, de acordo a classificação Comercial, Industrial e Residencial mostra a concentração de atividades em cada distrito e se há, de acordo com esta análise, maior ou menor influencia no aumento de temperatura e poluição. O Estabelecimento desses índices de Ocupação do Solo (Coeficiente de Aproveitamento, Taxa de Ocupação, Recuos e Gabaritos de alturas) pode proporcionar adequada insolação, ventilação e permeabilidade do solo por lotes.

A predominância de área construída industriais, depósitos e galpões aparecem nos distritos acima de 12 % (Tabela 1), em Bom Retiro, Cambuci, Brás, Mooca, Pari e Belém. Dentre estes, os distritos de Belém e Cambuci o padrão de ocupação se manteve horizontal, cerca de 76,02% para Belém e 70,23% no Cambuci, com grandes glebas e repleto de incomodidades favorecendo o desconforto térmico. Nestes

distritos o coeficiente de aproveitamento não atinge o índice 2.0, indicativo de baixa densidade construtiva, o que favorece a implantação de novos empreendimentos imobiliários como projetos de reurbanização de parcela urbana que se encontra em estado de abandono ou deteriorada através da aplicação de instrumentos urbanísticos visando à qualificação ambiental.

Tabela 2 – Tipologias Horizontal e Vertical e Massa Edificada

Distritos	R _H			Massa Edificada	
	H	V	Predominância	CA Bruto	Densidade
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

Um dos instrumentos urbanísticos passível de aplicação, a Outorga Onerosa do Direito de Construir estabelecida no artigo 128 do Estatuto da cidade, é uma forma de permitir ao proprietário de imóvel a construção acima dos índices urbanísticos fixados para uso e ocupação do solo da localidade dando uma contrapartida do município em dinheiro, obras ou serviços correspondentes ao benefício auferido.

Os distritos que possuem maiores áreas construídas ligada ao comércio e serviços apresentam-se acima de 60%, como no caso de Bom Retiro (62,66%), Brás (68,04%), Sé (86,91%) e República (70,50%). Nestes setores o maior índice de predominância de área construída por Edificações Verticais é de 80,08% (Sé) e 78,61% (República) distribuída pela área total do distrito, apresentando elevada massa edificada Coeficientes de Aproveitamento CA = 4,26 e 5,12, respectivamente. O sistema viário e o transporte coletivo tornam-se críticos em horários picos, exigindo um controle maior de incomodidade, além do rodízio de automóveis no inverno.

Os instrumentos urbanísticos contido nos artigos 32, 33 e 34 da lei federal 10.257 (10/jul/2001) - Estatuto da Cidade, como as Operações Urbanas Consorciadas, podem ser aplicadas como agentes transformadores de áreas urbanas, permitindo intervenções coordenadas pelo poder público local com a participação de investidores privados, proprietários e ou moradores da localidade, no sentido de requalificar determinada região.

Temperatura de Superfície

O intervalo de temperatura mínima e máxima representa o gradiente de diferenças de temperatura observado na cena resultante para o momento de registro das imagens termais tanto da série TM e ETM+/LANDSAT. As regiões de temperatura de superfície menores são verificadas nos extremos Sul e Norte do município de São Paulo, entorno de 19,70C a 23,50C, enquanto que nas regiões centrais de temperatura mais elevada, 29,70C a 32,00C nos Distritos do núcleo central e Zona Leste-1 (Tabela 3).

As temperaturas de superfície registradas pelo satélite ETM+/LANDSAT-7 (03/Set/1999) por cada distrito através da imagem na banda termal para o estudo da ilha de calor às 10:00 hs AM (Tabela 4).

Embora haja pequenas diferenças de temperatura entre os distritos, 0,5^oC, e que as temperaturas estimadas com dados do LANDSAT-7 no horário da passagem do satélite pela manhã, às 10:00 hs AM não registra as variações do comportamento térmico no ambiente urbano nas diversas estações e anos. Em pesquisa de Lombardo (1985) estimou-se temperaturas a partir de dados transmitidos por vários

satélites da série NOAA no ano de 1981 e 1982 e, em datas diferentes refletindo as variações do comportamento térmico, inverno e verão nos espaços urbanos, constatando a área central e zona leste como as mais quentes. A atenção especial para o fenômeno de formação de ilhas de calor deverá ser observada na área central com o intuito não somente da compreensão do fenômeno como na adoção de medidas que venha minimizar tal ocorrência.

Tabela 3 – Imagens do TM/LANDSAT-5 e ETM+/LANDSAT-7 de 1999 a 2004.

Fonte: disponibilizado pela SVMSP/PMSP

- a) Áreas que devem ser protegidas ou melhoradas por razões climáticas;
- b) Áreas importantes para o clima urbano e condições de conforto térmico (espaços públicos arborizados e áreas de preservação natural) em função das circulações térmicas induzidas;
- c) Áreas que apresentam más considerações climáticas com recomendações para qualificá-las.

O nível de contaminação do ar é um fator determinante da qualidade ambiental de cada distrito. O controle e monitoramento de áreas de conflito quanto à poluição devem ser feito com o objetivo de minimizar a ocorrência de incomodidade através da redução de veículos e rodízio em determinados dias da semana, além da operação de inverno que já é realizada anualmente.

Áreas mais adensáveis como a Sé e ligadas ao comércio e serviços apresenta maior quantidade de material particulado. A Figura 5 mostra exposição em longo prazo (média anual) de material particulado (padrão de 50 (µg/m³) e exposição em curto prazo (por dia) (padrão de 100 (µg/m³) nos anos de 2000 a 2002.

Tabela 4 – Imagens do ETM+/LANDSAT-7 (03/Set/1999)

Distritos	Temperatura (°C)	
	T (mín)	T (máx)
Bela Vista	27,50	28,00
Belém	31,50	32,00
Bom Retiro	31,00	31,50
Brás	31,50	32,00
Cambuci	30,50	31,00
Consolação	28,00	28,50
Liberdade	29,00	29,50
Mooca	31,00	31,50
Pari	31,00	31,50
Republica	28,50	29,00
Santa Cecília	28,50	29,00
Sé	30,50	31,00

Fonte: disponibilizado pela SVMA/PMSP

Cobertura Vegetal

A presença da cobertura vegetal em cada bairro da cidade é um dos indicadores climáticos que possuem benefícios diretos e indiretos para o conforto térmico e qualidade do ar na área urbana. Para o

presente trabalho, a cobertura vegetal é dada pela presença da vegetação arbórea e arbustivas de porte alto, desconsiderando áreas verdes com gramíneas e vegetação de porte baixo.

De maneira geral, os distritos que compõem a área central são bastante carentes na participação da cobertura vegetal nos espaços públicos, em índices que variam entre 0 a 16% pelo total da área. O distrito de Brás destaca-se por possuir 0,0% de índice de participação da cobertura vegetal em uma área de 3,65 Km². Isso favorece para os registros de temperaturas de superfície sejam mais elevados em relação aos demais, 32,0°C.

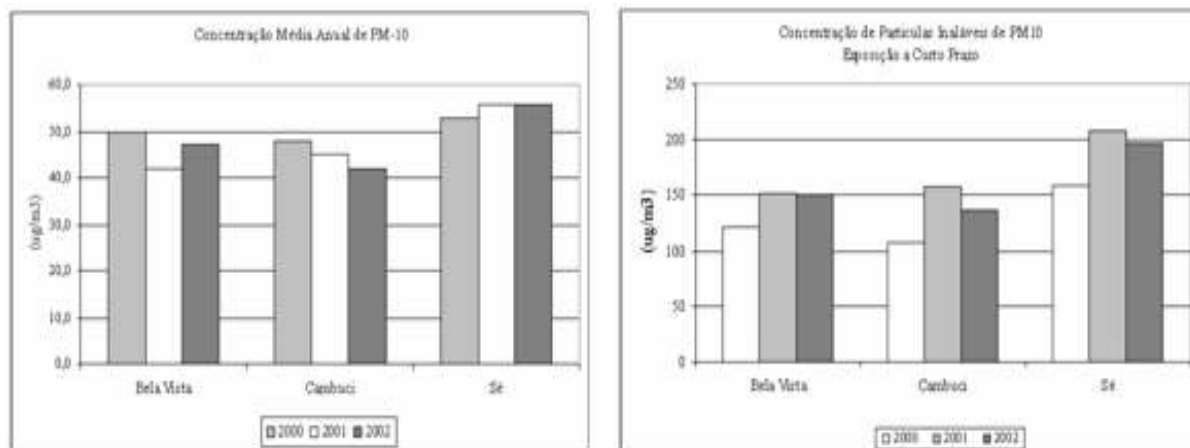


Figura 3 – Concentração Média de PM-10 nos distritos Bela vista, Cambuci e Sé

O distrito da Consolação é o que apresenta o maior índice de cobertura vegetal em relação aos demais, cerca de 16,68 % considerando a área total do distrito, isso representa 11,46 m² de cobertura vegetal por habitante em uma área de 3,83 Km². Enquanto que o distrito de Bom Retiro possui um índice vegetal de 4,88% de sua área total, e 7,29 m²/hab para uma área de 4,11 Km², porém a cobertura vegetal é mal distribuída espacialmente no Distrito, praticamente a maior parte das árvores concentra-se no Parque da Luz (81.758 m²). O Parque é um espaço delimitado pelas edificações do entorno, o que limita por sua vez o seu grau de influência no clima local (frescor e sombreamento) somente próximo ao entorno.

No distrito de Brás não foi registrado presença de vegetação arbórea, em uma área de 3,65 km² com densidade de 111 pop/ha, apresentou a maior temperatura (máx. 32°C) na data registrada pela imagem de 03/09/1999. O distrito da Sé é o que apresenta menor cobertura vegetal, 0,22 m² por habitante em relação aos outros, tendo uma área com maior densidade de área construtiva vertical, 80,08%, com a presença de arborização mínima.

Tabela 5 – Participação da Cobertura Vegetal para cada área do Distrito

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

A mensuração e monitoramento do uso dos espaços verdes, combinados com índices de uso do solo e índices sócio-econômicos podem 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.

O índice de verde por habitante é importante de ser analisado espacialmente para cada distrito considerado (Figura 4), uma vez que, regiões com elevadas taxas de áreas construídas por uso, induzem a uma maior densidade demográfica, ou seja, população flutuante e consequentemente estas regiões apresentam déficit de área verde/habitante.





Figura 4 – Cartas Temáticas de Uso e Ocupação dos Distritos da Área Central (a-Bela Vista, Belém, Bom Retiro, Pari, Brás, Mooca, g-Cambuci, h-Santa Cecília, i-República, j-Consolação, k-Liberdade, l-Sé)

Conclusões

O núcleo central de São Paulo possui um índice de verde/habitante de 2,73m²/hab, a uma densidade populacional flutuante e residente de cerca de 3 milhões de pessoas, em uma área de 4,4 Km², que pouco se beneficia dos espaços verdes, cerca de 3,91%.

Especial atenção deve ser dada a vegetação arbórea bem distribuída nestes espaços verdes públicos. Mediante os benefícios que a vegetação propicia as condições micro climáticas e dada a importância dos debates referente à crise energética e ao aquecimento global, ressalta-se que sua maior eficácia é obtida por meio de um planejamento adequado de taxa arbórea pública.

As ações estratégicas e os instrumentos urbanísticos adequados devem ser aplicados com o objetivo de atingir a qualidade ambiental na região central, mas para isso são necessários estudos de avaliação da qualidade ambiental por meio de mapeamentos e o uso de indicadores. Notadamente, a aplicação dos instrumentos urbanísticos irá variar de acordo com cada distrito, entretanto, as áreas centrais devem ter estratégias mais específicas. Daí a importância do monitoramento destes espaços especificamente da cobertura vegetal. O gerenciamento espacial com o apoio do sensoriamento remoto e SIG são fundamentais. A aplicação dos instrumentos urbanísticos as novas estratégias de gestão e de planejamento urbano devem indicar novas ações para promoção e recuperação da qualidade ambiental e na identificação de áreas degradadas com critérios de controle de incomodidade específicos na área central.

Os programas de educação ambiental fazem parte desta estratégia, destinados à sensibilização da população para o re-estabelecimento de áreas verdes e melhorias no clima urbano, estes poderão ser incluídos em campanhas públicas com veiculação na mídia e parcerias com instituições de ensino, associações de moradores, e Ongs. A manutenção e plantio orientado de árvores (espécies nativas) em calçadas públicas podem ser implementados pelo programa de educação ambiental em parcerias: público x privado, por meio de incentivos fiscais e tributários para implantação e manutenção das áreas verdes por bairro.

Agradecimentos

A FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa Científica do Estado de São Paulo; ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; a SEMPLA - Secretaria de Planejamento do Município de São Paulo e a SVMMA - Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP).

Bibliografia

- AKBARI, H.; ROSE, L. S. **Characterizing the Fabric of the Urban Environment: A Case Study of Salt Lake City**, Utah, 2001.
- BREUSTE, J.; WOHLLEBER, S. Goals and measures of nature conservation and landscape protection in urban cultural landscapes of Central Europe – examples from Leipzig. *In: BREUSTE, J.; FELDMANN, H.; UHLMANN, O. (Eds.) Urban Ecology*. Berlim: Springer, 1998.
- DOUSSET, B.; GOURMELON, F. Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperature and landcover. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, vol. 58, 2003, 43-54.
- FREITAS, M. K. **Investigação da Produção e dispersão de Poluentes do Ar no ambiente Urbano: Determinação empírica e modelagem em Rede neural da concentração de CO**. Tese de Doutorado da EESC/USP, 2003.
- GIVONI, B. **Climate Considerations in Buildings and Urban Design**. John Wiley & Sons, INC., 1998.
- GROSTEIN, M. D. Metr pole e a Expansão Urbana: a persistência de processo insustentáveis. *São Paulo Perspectiva*, v. 11, n. 1, 2001, 13-19.
- HUNT, J. **How can Cities Mitigate and Adapt to Climate Change**. Building Research & Information,

2004.

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

MAGLIO, I. C. A sustentabilidade ambiental no Planejamento do Município de São Paulo:1971-2004. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, 2005, 406p.

NAKANO, K. **Caminhos para o Centro**: Estratégias de Desenvolvimento para a Região Central de São Paulo. Disponível em <http://www.centrodametropole.org.br/diversidade/numero2/caminhos/19Nakano.pdf>, acessado em 03/05/2006, 2006, 382-420.

SALES, P. M. R. Opera es Urbanas em São Paulo: crítica, plano e projetos. Parte 3 – **Opera es Urbanas: plano-referência e proposi es**, 2005. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp305.asp>, acessado em 12/jun/2006.

YAMAMOTO, Y. Measures to Mitigate Urban Heat Island. **Quarterly Review**, n.18, 2006, 65-80.

VOOGT, J. A & OKE, T. R. Termal Remote Sensing of urban Climates. **Remote Sensing of Environment**, vol. 86, 2003, 370-384.

Trabalho enviado em agosto de 2007

Trabalho aceito em janeiro de 2008

