

## **Mapeamento da vegetação de porte arbóreo no município de São José dos Campos – SP utilizando imagens orbitais do satélite Quickbird**

Vanessa Canavesi <sup>1</sup>  
Antônio Carlos Cortez Mauro <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
vanessa.canavesi@cptec.inpe.br

<sup>2</sup> Prefeitura Municipal de São José dos Campos - SP  
Secretaria do Meio Ambiente  
Av. Olivo Gomes, 100, Casa do Café, Parque da Cidade - 12211-420  
semea.geol@sjc.sp.gov.br

**Abstract.** The urban environmental quality standards have been an issue between urban planners. The green urban areas usually include parks and green area in roads, sometimes there are some areas without any vegetation cover. The trees are efficient on carbon dioxide absorption and help to decrease noise and air pollution, heat island and improve the urban areas/city landscapes. The utilization of satellite images with high spatial definition combined with geoprocessing allows identifying quantity of trees and they base the decision-making process and the urban tree's planting projects and environmental assessment. The objective of this study is to map the tree crow project in the remote sensing image in the whole urban areas of São José dos Campos, São Paulo state, divided by wards utilizing Quickbird satellite's images of 2007 and the SPRING software. The trees were identified by visual interpretation and draw by graphic editing. Two indicators were made: area covered by trees per ward (ACTPW) index and area covered by trees per habitant (ACTPH) index. In general the whole urban area of the city the ACTPW index is 0,13 or 13% ward's areas were covered by trees. The ACTPH for the urban area is 25 m<sup>2</sup> /hab, this value is much higher than the minimum value defined by the UN.

**Palavras-chave:** remote sensing, urban planning, environmental assessment, sensoriamento remoto, planejamento urbano, diagnóstico ambiental.

### **1. Introdução**

Segundo o IBGE (2002) cerca de 80% da população brasileira reside nas cidades. A fixação da população nas áreas urbanas trouxe a proximidade desta com as fontes de emprego, gerando conforto, mas também trouxe problemas ambientais. O crescimento urbano traz alteração da paisagem original, onde a vegetação inicial é modificada e substituída por edificações e pavimentações, comprometendo a qualidade do meio físico.

Entre alguns distúrbios causados pela remoção e substituição da vegetação nos centros urbanos estão a formação de ilhas de calor, comprometimento da qualidade do ar, além de afetar o aspecto paisagístico.

Sant'Anna Neto (2002) descreve as ilhas de calor como “a energia antrópica, ou seja, aquela produzida pelo homem, também provoca aumento do calor, pois ela ultrapassa o balanço médio da radiação. Assim, o calor produzido pelo trânsito, pelas indústrias e pelas habitações eleva consideravelmente a temperatura do ar na cidade e reduz a umidade relativa, formando o que se convencionou denominar ilha de calor”.

O crescimento desordenado das cidades sempre traz como consequência o consumo dos espaços e a carência de áreas verdes, o que degrada as condições de vida nestes locais. A partir destas constatações começaram então os estudos voltados para a avaliação da qualidade ambiental e de vida nos centros urbanos.

As florestas urbanas podem ser definidas como a soma de toda a vegetação lenhosa que circunda e envolve os aglomerados urbanos, desde pequenas comunidades rurais até grandes regiões metropolitanas (Miller, 1997). O termo Silvicultura Urbana é citado por Couto (1994)

e diz respeito ao cultivo e o manejo de árvores, fazendo com que estas contribuam para o bem estar fisiológico, social e econômico da sociedade urbana.

A localização espacial das áreas verdes e a distância entre elas influi diretamente sobre as suas funções econômica, estética, social e ecológica. A gestão das áreas verdes urbanas deve incorporar aos seus aspectos sociais e ambientais os conceitos relacionados à qualidade, quantidade e distribuição destes espaços, fazendo associações quanto às diferentes categorias de áreas verdes e sua distribuição espacial na cidade (Jesus e Braga, 2005).

Portanto, o retorno da vegetação arbórea nos centros urbanos torna-se extremamente importante quando se enfoca todos os benefícios que esta promove na população, ou seja, a diminuição das ilhas de calor e da amplitude térmica, a melhoria da qualidade do ar, diminuição da poluição sonora e melhoria do aspecto paisagístico, o qual está diretamente relacionado com a sensação de bem estar (Silva Filho, 2003).

As técnicas de sensoriamento remoto e SIG (Sistema de Informações Geográficas) servem de instrumento para identificar e espacializar as áreas verdes presentes nos ambientes urbanos, refletindo a qualidade ambiental diferenciada nos bairros das cidades (Lombardo et al., 2003).

Atualmente há vários estudos utilizando o sensoriamento remoto e SIG na quantificação e manejo das áreas verdes nos centros urbanos. Tais estudos apresentam como a principal vantagem a obtenção de dados visuais e a possibilidade do estudo espacial. Como exemplos estão os trabalhos desenvolvidos por Escada (1992) e Miller (1997) com arborização viária; Lombardo et al. (2003), Jesus e Braga (2005), Lima Neto et al. (2006), Costa e Ferreira (2006), Buccheri Filho e Nucci (2006) com mapeamento e estudos de áreas verdes em diferentes cidades brasileiras.

O objetivo deste trabalho foi mapear a vegetação de porte arbóreo na área urbana do município de São José dos Campos – SP, utilizando dados de satélite de alta resolução espacial (Quickbird), e, por meio do cálculo de índices, estabelecer um diagnóstico local de quantidade e distribuição desta vegetação.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Área de Estudo**

O Município de São José dos Campos está localizado na região leste do Estado de São Paulo (Figura 1), na zona do Médio Vale do Paraíba, entre as latitudes 22° 45' 00" S e 23° 20' 00" S e longitudes 46° 10' 00" W e 45° 40' 00" W, com uma altitude média de 600 m. O clima da cidade é mesotérmico úmido com estação seca no inverno e, segundo a classificação de Koeppen, é caracterizado como CWA.

O município é drenado principalmente pelo Rio Paraíba e possui também nos seus limites a represa do Jaguari. São José dos Campos está no domínio da Mata Atlântica, ou Floresta Ombrófila Densa, e ainda apresenta fragmentos desse ecossistema. Estão presentes também nos limites do município fragmentos de Cerrado, principalmente na área onde está localizado o CTA (Centro Técnico Aeroespacial).

Segundo a prefeitura municipal de São José dos Campos, a população de 2007 foi estimada em 594.948 habitantes e a cidade conta com 361,95 Km<sup>2</sup> de área urbana.

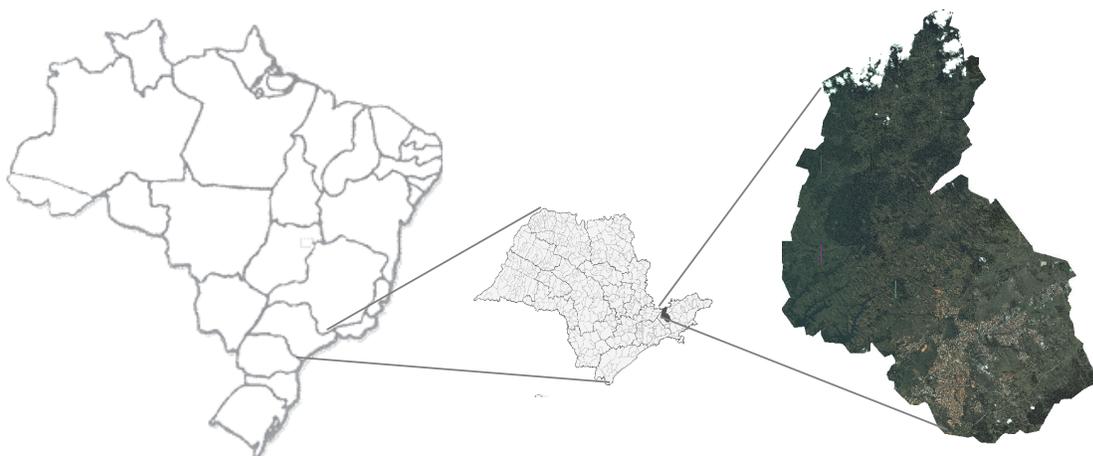


Figura 1. Localização do Município de São José dos Campos. À direita imagem Quickbird em cores verdadeiras.

## 2.1 Metodologia

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, inseridas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

A vegetação de porte arbóreo foi mapeada pela projeção da copa das árvores nas imagens Quickbird do ano de 2007, por meio de interpretação de imagens. Foi considerada toda a cobertura vegetal existente nos espaços construídos, nos espaços livres e nos espaços de integração. Segundo Cavalheiro et al. (2003) estes espaços são partes integrantes da zona urbana e podem ser definidos como:

- Espaços construídos: aqueles ocupados por habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas etc;
- Espaços Livres: aqueles não ocupados por construções como praças, parques etc;
- Espaços de Integração: aqueles ocupados por rede rodoviária, ferroviária etc.

O software utilizado foi o SPRING (Sistema de **P**rocessamento de **I**nformações **G**eorreferenciadas). A escala utilizada foi de 1:500 e foram identificadas árvores com copas de no mínimo 2 m de diâmetro. Estas árvores possuíam circunferências superiores a 30 cm (na altura do peito), fato este constatado por meio de verificação de campo.

Foram gerados planos de informação separadamente para cada bairro e para cada região do município (N, S, L, O, SE e Centro). As projeções das copas foram mapeadas utilizando a edição gráfica e foram gerados mapas com a distribuição da vegetação de porte arbóreo para cada bairro do município.

Para a análise quantitativa, após o mapeamento foram computadas as áreas ocupadas por todas as copas (m<sup>2</sup>) em cada bairro e foi calculado um índice de projeção da copa por bairro, ou IPCPB, segundo a área do bairro (Equação 1). A área de cada bairro também foi obtida no software SPRING, pelo cálculo individualizado de cada polígono referente a cada bairro.

$$\text{IPCPB} = \frac{\text{projeção da copa (m}^2\text{)}}{\text{área do bairro (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Foi calculado também um índice das projeções das copas das árvores (m<sup>2</sup>) por habitante (IPCPH). Este índice foi calculado por setor censitário utilizado pelo IBGE e disponível no site da Prefeitura Municipal de São José dos Campos. O último censo foi realizado em 2000.

$$\text{IPCPH} = \frac{\text{projeção da copa (m}^2\text{)}}{\text{n}^\circ \text{ de habitantes}} \quad (2)$$

Este índice expressa a relação entre a área da projeção das copas das árvores e a quantidade de habitantes em cada setor censitário. Neste cálculo, diferente do que encontramos em outros trabalhos, não estão incluídas as áreas totais das praças, dos parques e similares, mas sim as copas das árvores, as quais realizam fotossíntese e estão diretamente relacionadas aos benefícios ambientais proporcionados pelas árvores e citados por Silva Filho (2003). Um índice semelhante foi citado por Oliveira et al. (1999) e foi chamado de índice de cobertura vegetal e, quando somente as árvores são consideradas, o índice foi denominado de índice de cobertura vegetal de porte arbóreo. O índice de cobertura vegetal difere do índice de áreas verdes por considerar todas as manchas de vegetação, como a arborização de ruas e as áreas verdes particulares (Nucci, 2001).

### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 2 são apresentadas as projeções das copas das árvores por bairro e em cada região. A partir deste mapa foram calculadas (m<sup>2</sup>) as projeções das copas em cada bairro por meio da ferramenta medida de classes do software SPRING. Foi calculado então o IPCPB (Índice de Projeção de Copa Por Bairro), conforme a Equação 1 apresentada na metodologia.

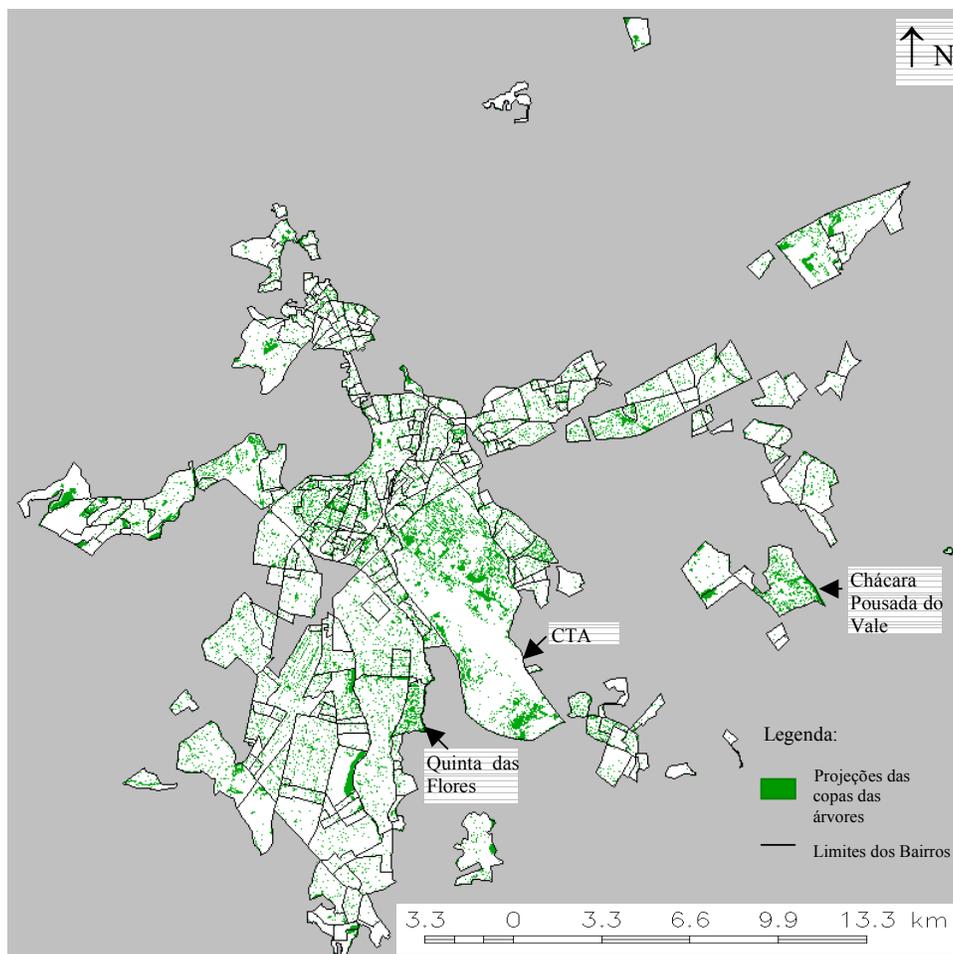


Figura 2. Projeções das copas das árvores em cada bairro do município de São José dos Campos.

Dentre os bairros com maior IPCPB estão a Vila Higienópolis (0,53) no Centro, Quinta das Flores (0,46) na Região Sul, Chácara de São José (0,39) na Região Sudeste e V. Terezinha (0,37) também no Centro. Vale salientar que o Parque Vicentina Aranha está localizado na Vila Higienópolis, local ocupado no passado por um hospital e muito arborizado. Os bairros Jardim Helena e Vila Patrícia, na Região Leste; Portal de Minas e Vila Unidos, na Região Norte; Vila Lúcia e Residencial Martins Pereira no Centro e Residencial de Ville na Região Sul apresentaram IPCPB menores que 0,01, ou seja, menos de 1% da área destes bairros está ocupada por vegetação de porte arbóreo.

Foi calculado também o IPCPH (Índice de Projeção de Copa Por Habitante) para cada setor censitário, conforme a Equação 2. Os maiores valores do foram a Quinta das Flores, com 671,38 m<sup>2</sup> por habitante, seguido pelo CTA, com 585,09 m<sup>2</sup> por habitante, e pela Chácara Pousada do Vale, com 322,04 m<sup>2</sup> por habitante (indicados na Figura 2). Os locais com menores valores de IPCPH foram Dom Pedro I, com 1,95 m<sup>2</sup> por habitante, e Conjunto Habitacional Polícia Militar, com 2,15 m<sup>2</sup> por habitante.

A Figura 3 mostra a distribuição destes índices em cada região da cidade. A região que possui o maior IPCPB é a Sudeste com 0,18 e o menor IPCPB foi encontrado na Região Norte com valor igual a 0,10. Em um total geral, o município ficou com um IPCPB igual a 0,13, ou seja, somente cerca de 13% da área total dos bairros está ocupada por vegetação de porte arbóreo.

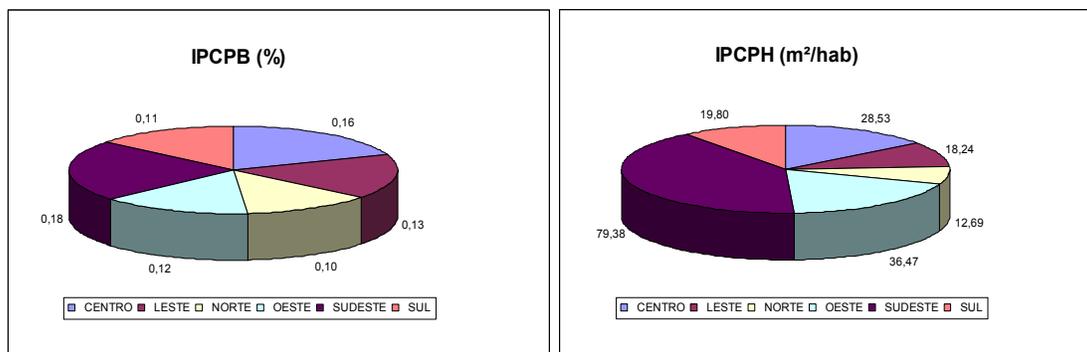


Figura 3. Distribuição dos índices IPCPB e IPCPH nas regiões do município de São José dos Campos.

A Região Sudeste foi a que obteve maior IPCPH totalizando 79,03 m<sup>2</sup> de projeção de copa por habitante, valor este elevado pela área do CTA, a qual possui grande extensão de terra, bem arborizada e com poucos moradores. A Região Norte foi a que apresentou um menor IPCPH com 12,69 m<sup>2</sup> por habitante. O índice geral para o município ficou em 25,31 m<sup>2</sup>/hab, acima do índice indicado pela ONU (Organização das Nações Unidas) que é de 12 m<sup>2</sup>/hab.

Para Millano e Dalcin (2000) as árvores nas cidades apresentam diversos aspectos positivos, os quais podem ser mensurados, avaliados e monitorados, proporcionando o direcionamento do planejamento urbano. As árvores trazem outros benefícios, além dos descritos por Sant'Anna Neto (2002), como a diminuição do impacto das gotas da chuva no terreno, diminuição do escoamento superficial da água, o que evita também o assoreamento dos corpos d'água e enchentes. As suas raízes aumentam a porosidade dos solos fazendo com que a água da chuva chegue até o lençol freático, garantindo a manutenção dos rios e nascentes.

#### 4. Conclusões

A utilização de imagens de satélite de alta resolução espacial, aliado a um Sistema de Informações Geográficas, mostrou-se eficiente no mapeamento da cobertura vegetal de porte

arbóreo no município de São José dos Campos proporcionando, por meio de uma análise espacial, identificar locais onde é possível implantar áreas verdes.

Analisando os valores apresentados pelos índices IPCPB e IPCPH pode-se concluir que a distribuição das áreas verdes é desigual no município. Estes valores indicaram em quais bairros, ou locais, as ações de arborização urbana do município devem ser priorizadas.

A implantação de áreas verdes no município deve estar associada a um programa de educação ambiental, fazendo com que a população se conscientize da importância destas áreas na diminuição da poluição atmosférica e sonora, na eliminação das ilhas de calor e na melhoria da qualidade de vida nos centros urbanos, proporcionando o bem estar das pessoas, lazer, além de áreas de descanso e recreação.

### **Agradecimentos**

Às estagiárias de Engenharia Ambiental Luane Carvalho Guimarães, Maiara Lima Souza e Thaís Sousa Arantes, as quais participaram deste trabalho, contribuindo muito para a edição gráfica e interpretação visual das imagens. À Prefeitura Municipal de São José dos Campos pelas imagens do satélite Quickbird e pelos dados vetoriais, cadastrais dos bairros e populacionais.

### **Referências Bibliográficas**

Buccheri Filho, A.T.; Nucci, J.C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 18, p. 48-59, 2006.

Cavalheiro, F.; Nucci, J.C.; Guzzo, P.; Rocha, Y.T. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 8, n. 3, p.7, 1999.

Costa, R.G.S.; Ferreira, C.C.M. Uma análise dos benefícios oferecidos pelas áreas verdes a partir do cálculo do IAV e PAV na região central de Juiz de Fora, MG. In: Semana de Biologia e Mostra de Produção Científica, 29 e 12, 2006, Juiz de Fora. **Anais...Juiz de Fora: UFJF**, 2006. Resumos, p. 75-79.

Couto, H.T.Z. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: Congresso Brasileiro De Arborização Urbana, 2, 1994, São Luis. **Anais... São Luis: SBAU**, 1994. p.169-179.

Escada, M.I.S. **Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo**. 1992. 133 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1992.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15.out.2008.

Jesus, S.C.; Braga, Braga, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de Águas de São Pedro – SP. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 16, p. 207- 224, 2005.

Lima Neto, E.M.; Resende, W.X.; Melo e Souza, R. A utilização da cartografia digital em estudos das áreas verdes urbanas nas zonas norte e centro de Aracaju-SE. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GeoNordeste, 3, 2006, Aracaju. **Anais...Aracaju: Embrapa**, 2006. Artigos.

Lombardo, M.A.; Leite, D.A.N.O.; Moura, S. Mapeamento de áreas verdes urbanas: o exemplo da cidade de Rio Claro - SP. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 21, 2003, Belo Horizonte. **Anais...Rio Claro: 2003**. Artigos.

Milano, M.S., E.C. Dalcin. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226 p.

Miller, R.W. **Urban forestry: planning and managing urban green spaces**. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 502p.

Nucci, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo da ecologia e do planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. São Paulo: Humanitas / FFLCH / USP, 2001. 236p.

Oliveira, C.H.; Santos, J.E. ; Pires, J.S.R. Indicadores de arborização urbana da cidade de São Carlos (SP) com o uso do SIG-IDRISI. **Brazilian Journal of Ecology**, v. 3, n.1, p. 01-09, 1999.

Prefeitura Municipal de São José dos Campos, A Cidade, População. Disponível em: [http://www.sjc.sp.gov.br/acidade/bairro\\_populacao.asp](http://www.sjc.sp.gov.br/acidade/bairro_populacao.asp). Acesso em: 08.set.2008.

Silva Filho, D. F. **Silvicultura Urbana: o desenho florestal da cidade**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em: <http://ipef.br/silvicultura/urbana.html>. Acesso em: 03.out.2008.