

# GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO CÁLCULO DE ÍNDICES DE ÁREAS VERDES URBANAS: ESTUDO DE CASO DE PAULÍNIA (SP)

*Danúbia Caporusso BARGOS<sup>1</sup>*

*Lindon Fonseca MATIAS<sup>2</sup>*

## Resumo

Nas últimas décadas as geotecnologias têm sido amplamente empregadas nos estudos relacionados ao mapeamento e análise da distribuição das áreas verdes urbanas. O principal objetivo deste trabalho foi a realização de uma análise da disponibilidade de áreas verdes urbanas no município de Paulínia (SP) com base no cálculo do índice de áreas verdes para toda a cidade e em cada setor censitário a partir da utilização das geotecnologias. Os resultados obtidos possibilitaram a compreensão de alguns aspectos de fundamental importância para o estudo da distribuição das áreas verdes urbanas em Paulínia e indicam que a vegetação tem apresentado uma acentuada redução desde a emancipação do município. O cálculo dos índices de áreas verdes por habitante em cada setor censitário possibilitou uma análise diferenciada da disponibilidade de áreas verdes por habitante e revelou profundas disparidades entre os setores. Constatou-se que as áreas verdes estão distribuídas de forma heterogênea na área urbana do município e se apresentam, geralmente, na forma de pequenos fragmentos de vegetação arbórea remanescente.

**Palavras-chave:** Geotecnologias. Índices de Áreas Verdes Urbanas. Paulínia.

## Abstract

### **Geotechnologies applied to the calculation of indices of urban green areas: case study of Paulínia (SP)**

In recent decades the geotechnologies have been widely used in studies related to the mapping and analysis of the distribution of urban green areas. The main objective this work was the realization an analysis of the availability of urban green areas in Paulínia (SP) based on the calculation of the index of green areas throughout the town and in each census sector from the use of geotechnologies. The results provided an understanding of some aspects of fundamental importance for the study of the distribution of urban green areas in Paulinia and indicate that the vegetation has shown a marked decline since the emancipation of the municipality. The calculation of index of green areas per inhabitant in each census sector allowed for a differentiated analysis of the availability of green areas per inhabitant and profound differences among sectors. It was found that the green areas are heterogeneously distributed in the urban area and presented, usually in the form of small fragments of remaining trees.

**Key words:** Geotechnologies. Index of Urban Green Areas. Paulinia.

<sup>1</sup> Doutoranda em Geografia. DGEO/IG/UNICAMP, Cidade Universitária – Campinas (SP), Caixa Postal 6152, e-mail: danubia@ige.unicamp.br.

<sup>2</sup> Doutor em Geografia. Professor do Departamento de Geografia/IG/UNICAMP, Cidade Universitária – Campinas (SP), Caixa Postal 6152, e-mail: lindon@ige.unicamp.br.

## INTRODUÇÃO

As reflexões e resultados aqui apresentados estão relacionados ao trabalho de pesquisa sobre as transformações do uso da terra no município de Paulínia (SP) realizado junto ao grupo de pesquisas Geotecnologias Aplicadas à Gestão do Território (Geoget) no período de 2008 a 2010. Neste artigo, em particular, procurou-se realizar uma discussão relacionada à análise da disponibilidade de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP) por meio do cálculo dos índices de áreas verdes. Coube ao presente trabalho colaborar para o entendimento do processo de transformação do espaço urbano local assim como da distribuição das áreas verdes no município.

De um modo geral, considera-se que o processo de urbanização, intensificado no Brasil a partir da década de 1950, provocou algumas consequências negativas que contribuíram para a degradação da qualidade ambiental nas cidades, das quais podem ser citadas a poluição do ar, das águas, a impermeabilização do solo, o aumento dos processos erosivos, as alterações no microclima urbano, a diminuição da vegetação original, dentre outras que vão da escala local a regional.

Diante desta realidade a vegetação intraurbana assume um papel de destaque na melhoria da qualidade do ambiente urbano devido às funções sociais, ecológicas, estéticas, educativas e de lazer que ela exerce, principalmente naquelas cidades onde o processo de urbanização se deu de forma acelerado e não vigora um planejamento urbano e ambiental adequado. A vegetação intraurbana é considerada neste contexto, por diversos pesquisadores, como importante indicador para qualidade ambiental e de vida. No entanto, embora considerada um elemento importante, a cobertura vegetal tem sido um elemento negligenciado no desenvolvimento das cidades (NUCCI, 2001), e seu estudo dificultado devido às divergências conceituais relacionadas à vegetação intraurbana, onde nota-se que termos como áreas verdes, espaços livres, áreas de lazer, por exemplo, são utilizados indistintamente como sinônimos para referência à presença de vegetação no ambiente urbano.

Mesmo não havendo um consenso sobre a definição do termo apropriado, "área verde" é o termo mais utilizado para designar a vegetação urbana, sendo que a técnica mais utilizada para sua quantificação e avaliação tem sido a elaboração de índices.

## ÍNDICES DE ÁREAS VERDES URBANAS

Ao longo dos últimos anos os índices de áreas verdes urbanas vêm sendo tema de diversos estudos relacionados ao planejamento por serem considerados um importante indicador no processo de manutenção da qualidade ambiental urbana. O índice de áreas verdes é "em termos gerais, [...] aquele que denota a quantidade de espaços livres de uso público, (em km<sup>2</sup>) (quilômetro quadrado) ou m<sup>2</sup> (metro quadrado) dividido pela quantidade de habitantes de uma cidade" (TOLEDO; SANTOS, 2008, p. 84).

Frequentemente tais índices acabam sendo calculados conforme os interesses das pesquisas e estudos aos quais são vinculados, o que representa, de certa forma, um problema ligado diretamente à falta de consenso quanto às terminologias e classificações da vegetação no ambiente urbano. Assim, índices como: Índice de Áreas Verdes (IAV), de Arborização Urbana (IAUrb), de Espaços Livres de Uso Público (IELUP), de Cobertura Vegetal em Área Urbana (ICVAU), de Verde por Habitante (IVH), podem ser entendidos, equivocadamente, como sinônimos. O que gera medidas aparentemente iguais, mas utilizando elementos diferentes para cálculo.

A necessidade de uma possível adequação e padronização do conceito de áreas verdes urbanas faz-se latente nos dias atuais devido à diversidade de concepções e concei-

tos adotados no âmbito técnico e científico para estudo desta temática. Um conceito para áreas verdes urbanas deve considerar que elas sejam uma categoria de espaço livre urbano composta por vegetação arbórea e arbustiva (inclusive pelas árvores das vias públicas, desde que estas atinjam um raio de influência que as capacite a exercer as funções de uma área verde), com solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes (em pelo menos 70% da área), de acesso público ou não, e que exerçam minimamente as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar e acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à fauna), estéticas (valorização visual e ornamental do ambiente) e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação), segundo proposição de Bargos (2010).

Dessa forma, além de quantificadas, essas áreas precisam ser qualificadas como tal. A dificuldade desta qualificação se encontra na valoração dos benefícios por elas trazidos, sejam valores ecológicos, estéticos, sociais ou financeiros, enquanto que para a quantificação as dificuldades se relacionam à classificação das mesmas. Embora também não haja um consenso relacionado a este aspecto acredita-se que as áreas verdes podem ser classificadas segundo o porte da vegetação e suas funções, pois se entende que estes são aspectos que podem contribuir para ambientes saudáveis e agradáveis além de propiciarem interações entre a natureza e a sociedade.

Como indicador de qualidade ambiental, as áreas verdes precisam ser consideradas ainda conforme sua distribuição e dimensão espacial para que o planejamento urbano e ambiental supra as necessidades da sociedade e não apenas seja conduzido à valorização e preservação da vegetação no meio urbano por uma questão meramente preservacionista (BARGOS, 2010).

A falta de clareza e consenso para a definição das terminologias e as diferentes metodologias utilizadas para obtenção do IAV pode induzir a falsas interpretações e a um uso político incorreto dos índices referentes a essas áreas no ambiente urbano. Como consequência, esses índices, desenvolvidos para auxiliar no estudo e monitoramento da vegetação, são expostos de diferentes formas por vários pesquisadores, para diferentes localidades. As comparações entre os índices têm sido realizadas tanto entre cidades brasileiras como entre estas e outras estrangeiras, na maioria das vezes desacompanhadas das devidas definições, o que gera equívocos, permitindo que os resultados de IAV de determinadas cidades, por exemplo, sejam elevados devido à contabilização inadvertida de todos os espaços não construídos da cidade como áreas verdes.

Nesta perspectiva, é importante ressaltar, como fizeram Cavalheiro e Del Picchia (1992), que os índices urbanísticos para espaços livres não devem ser receitas a serem seguidas, mas devem servir como apoio científico para o planejamento. Os autores comentam ainda que em contato por escrito junto à Organização das Nações Unidas (ONU), à Organização Mundial da Saúde (OMS) e à Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), não obtiveram confirmação do índice de 12 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, difundido por vários pesquisadores e arraigado no Brasil como recomendado por estas organizações. Para Cavalheiro e Del Picchia (1992), este índice refere-se "tão somente às necessidades de parque de bairro e distritais/setoriais, já que são os que, dentro da malha urbana, devem ser sempre públicos e oferecerem possibilidade de lazer ao ar livre" (p. 33).

Ao fazer referência ao índice supostamente recomendado pela ONU, Serpa (2008, p. 32) cita-o como "famoso e infundado índice de metros quadrados de áreas verdes por habitante cuja origem deve-se muito provavelmente a um boato ecológico". O autor faz esta afirmação baseada em Yazigi (1994, p. 89-90) que relatou que em colóquios com funcionários da ONU ouviu que até então a Organização "jamais estabelecera este patamar, que talvez tenha sido a opinião pessoal de alguém da ONU que visitou o Brasil há décadas".

O que se conhece para o Brasil em termos desses índices é a recomendação, feita em 1996 pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), do "estabelecimento de metodologias que permitam obter o índice 'per-capita' de áreas verdes públicas destinadas à

recreação, considerando como índice mínimo = 15 m<sup>2</sup>/habitante.” (SBAU, 1996). Deve-se observar que nesta recomendação é feita uma relação com a função de lazer das áreas verdes nesta proposta de índice. O índice de 15 m<sup>2</sup>/habitante diz respeito tão somente às áreas verdes públicas destinadas à recreação.

Independente dos valores recomendados o que se percebe é que não há um padrão para o estabelecimento e cálculo destes índices de áreas verdes, o que revela que eles buscam a atender objetivos distintos: ora são consideradas as funções de lazer, ora as funções ecológicas e ora as funções estéticas. Sendo assim, algumas perguntas ainda não foram respondidas sobre o cálculo destes índices, algumas delas: Como foram estabelecidos esses valores? O que esses valores realmente indicam? São valores relacionados às necessidades humanas para amenização da temperatura, da radiação solar, do controle da poluição, da umidade do ar, à valorização visual e ornamental do ambiente, à manutenção da biodiversidade, para recreação? São conhecidas as necessidades humanas relacionadas a estes parâmetros para o cálculo de índice de áreas verdes urbanas “per-capita”? Como estabelecer índices de áreas verdes se nem mesmo o conceito de áreas verdes é unânime no Brasil e no mundo?

Deve-se concordar que o estabelecimento de padrões para o cálculo de um índice de áreas verdes urbanas é uma tarefa complexa devido à dinâmica do meio físico em cada localidade (cada cidade em determinado país em diferentes latitudes) e às constantes transformações a que são submetidas a natureza e a sociedade. Ainda assim, as indagações anteriores carecem de respostas e justificativas que sejam suficientes para o entendimento da relação de áreas verdes/habitante propostos pelos índices já estabelecidos.

Geralmente o cálculo do índice de áreas verdes é resultante da divisão entre o somatório do total de áreas verdes e o número de habitantes de determinada localidade, de acordo com a fórmula a seguir,

$$IAV = \frac{\sum AV}{H}$$

Onde:

IAV= Índice de Áreas Verdes;

ΣAV = somatório do total das Áreas Verdes;

H = N<sup>o</sup> de habitantes.

Este é um tipo de cálculo considerado simplificado, pois é tão somente o produto da divisão entre o somatório das áreas verdes e o número de habitantes, significando que esse índice é sempre dependente de fatores demográficos. Nesta perspectiva, o IAV pode ser elevado em certas localidades não pela quantidade de áreas verdes, mas pela reduzida quantidade de habitantes no local.

Vale ressaltar que este tipo de cálculo, embora simplificado, pode ser bastante útil quando utilizado corretamente e acompanhado de uma análise criteriosa. Alvarez (2004) considera que usar um índice de área verde (IAV) como indicador de qualidade de vida, fundamentando-o apenas em quantidades, é um primeiro passo para avaliação da questão ambiental. Limitar-se a isso, porém, implica em reducionismo. Complementando a idéia deste autor, Rosset (2005) argumenta que, em geral, esses índices expressam apenas uma informação quantitativa e não necessariamente o estado em que as áreas verdes se encontram ou como estão sendo utilizadas ou, ainda, a distribuição das mesmas na área urbana. Zanin (2002) considera que a manutenção, conservação e a ampliação das áreas verdes urbanas constituem as principais estratégias na perspectiva da melhoria da qualidade ambiental e de vida associada ao ambiente urbano.

As geotecnologias se inserem neste contexto na medida em que elas auxiliam e agilizam o tratamento e a associação dos dados, garantindo a clareza da informação espacial e possibilitando a realização de análises quantitativas e qualitativas das áreas verdes

urbanas. Como exemplo, pode-se citar as imagens de satélites que facilitam o mapeamento e permitem a realização de análises multitemporais das áreas verdes, contribuindo para o processo de monitoramento e gestão dessas áreas. O fato das mesmas apresentarem resoluções temporais distintas contribui para o entendimento das mudanças ocorridas nas áreas estudadas ao longo do tempo, enquanto as resoluções espacial e espectral colaboram para a precisão na quantificação das áreas e dos elementos a serem mapeados.

## METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em cinco etapas principais. A primeira etapa relacionada ao desenvolvimento deste trabalho foi a investigação e levantamento bibliográfico geral e específico que serviu de referência para orientação da escolha do tema e da área a serem estudados. Para seleção das referências a serem utilizadas foram priorizadas obras que contribuem significativamente para a compreensão da dinâmica da produção do espaço no município de Paulínia e das questões ligadas às áreas verdes urbanas. Além delas, foram selecionadas também algumas obras que apoiaram o entendimento e a formulação de uma definição para o termo áreas verdes, assim como para elaboração de um esquema de classificação dessas áreas.

A segunda etapa constou da elaboração da base de dados a partir de dados e informações cartográficas e de sensoriamento remoto, que foram processados com o suporte do software ArcGis™ 9.3 (ESRI, 2006), seguindo os princípios da metodologia recomendada por Zeiler (1999). Os arquivos digitais para composição da base cartográfica digital foram fornecidos pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) do Estado de São Paulo, pela Prefeitura Municipal de Paulínia (PMP) e processados conforme descrito em Matias (2009). Foram integrados também à base os dados censitários, referentes ao censo do ano 2000, e referentes à contagem da população de 2007 produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de quatro imagens de satélite (EROS-A, 2005; CBERS/CCD, 2008; CBERS/HRC, 2008 e ALOS/AVNIR-2, 2008).

A etapa seguinte foi a realização do mapeamento das áreas verdes urbanas em Paulínia. Para isso foram selecionadas as áreas correspondentes com base no mapa de uso da terra do município referente ao ano de 2008, e da interpretação das imagens captadas pelo sensor AVNIR-2 do satélite ALOS (2008) e pelo sensor HRC do satélite CBERS-2B (2008), que serviram de referência para delimitação da projeção das copas das árvores. As unidades que representam as áreas verdes no mapa de uso da terra do município de Paulínia (2008) foram selecionadas e exportadas para um novo plano de informação. Essas áreas foram classificadas em grupos, definidos conforme a classificação proposta para o desenvolvimento deste trabalho.

Para assegurar que as áreas verdes selecionadas a partir do mapa de uso da terra atendiam à definição aqui proposta foi realizada uma nova interpretação dos dados, baseada em imagens dos satélites EROS-A, ALOS e CBERS-2B, que subsidiaram a identificação das áreas com predominância de vegetação arbórea e o mapeamento das áreas verdes no município de Paulínia. Para que as áreas selecionadas fossem classificadas como áreas verdes urbanas foram observados os elementos importantes contidos no conceito de áreas verdes adotado neste trabalho, tais como a localização em área urbana, a predominância de vegetação arbórea e de solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes e as funções ecológicas, estéticas e de lazer que elas podem exercer. Atendendo a estas condições as áreas selecionadas foram, de acordo com o sistema de classificação adotado neste trabalho, classificadas como *áreas verdes*.

Na quinta etapa do trabalho buscou-se estabelecer as relações entre as áreas verdes e a área urbana total do município e entre as áreas verdes e o número de habitantes na

área urbana. Para representação destas relações em valores numéricos foram elaborados índices de áreas verdes que permitiram a realização de comparações entre os diferentes setores censitários do município.

Para o cálculo do índice de área verde urbana municipal (IAVUrb) ou percentual de áreas verdes urbanas foram divididos os valores referentes à área total ocupada por áreas verdes e a área urbana oficial do município. Já o cálculo do índice de área verde urbana setorial (IAVSet) foi realizado com base na divisão entre a área total ocupada por áreas verdes e a área do setor censitário. Por fim, o cálculo do índice de área verde por habitante setorial (IAVHSet) foi feito com base na divisão entre a área ocupada por áreas verdes e o número de habitantes em cada setor censitário.

Visando a compreensão da dinâmica de distribuição das áreas verdes no contexto urbano atual de Paulínia foram realizados ainda outros tipos de análises a partir da espacialização dos índices calculados em conjunto com os mapas de uso da terra, de distribuição da população, de áreas verdes e de influência destas áreas.

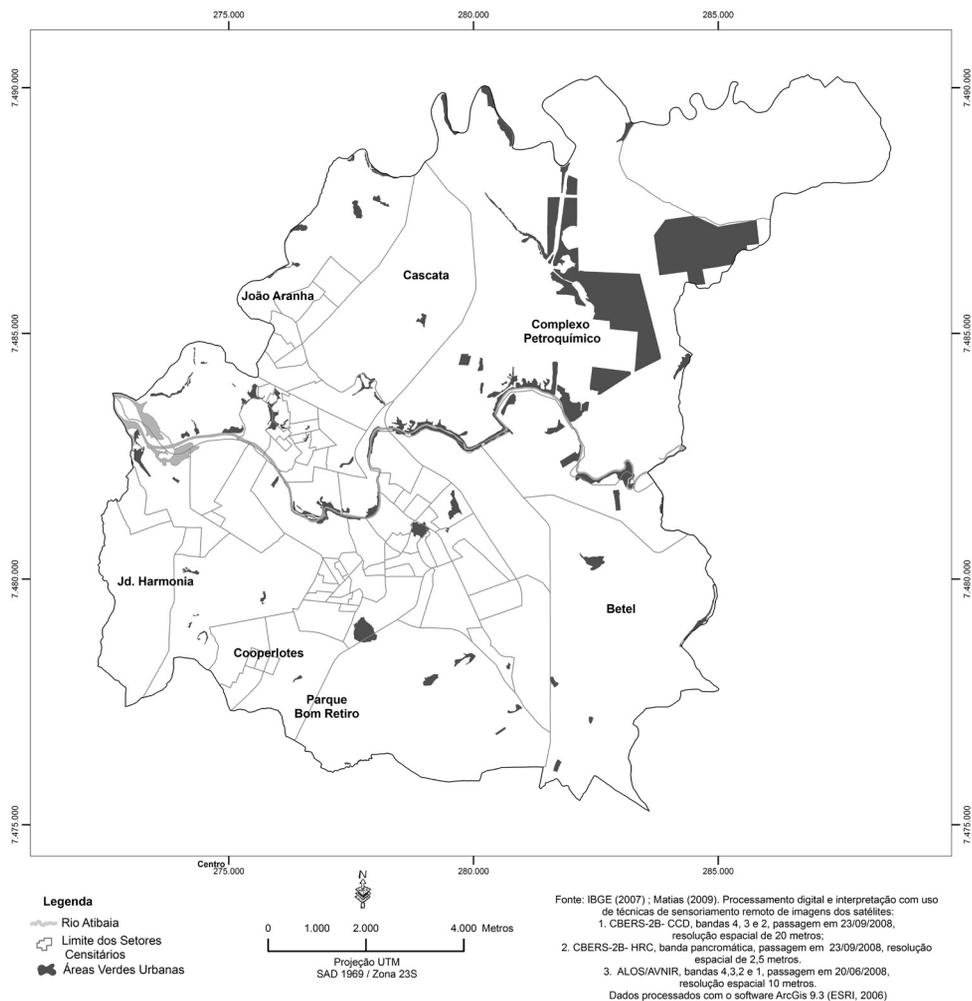
## RESULTADOS

A cidade de Paulínia, localizada a uma distância de 118 km da Capital do estado de São Paulo, está inserida na Região Metropolitana de Campinas, uma das principais regiões econômicas e industriais do estado e do país. Possui 76.014 habitantes (IBGE, 2007) e sua área urbana oficial é igual a 123,63 km<sup>2</sup>. O município de Paulínia (SP) foi escolhido como referencial para análise espacial das áreas verdes urbanas por apresentar um papel relevante no cenário regional, estadual e, mesmo, nacional, como importante polo industrial processador de derivados de petróleo, e pela carência de estudos que evidenciam a referida temática no município. Embora o acelerado crescimento econômico e as transformações pelas quais o município vem passando nas últimas décadas tenham contribuído para a diminuição das áreas verdes urbanas, estas ainda não foram objeto de estudos particularizados.

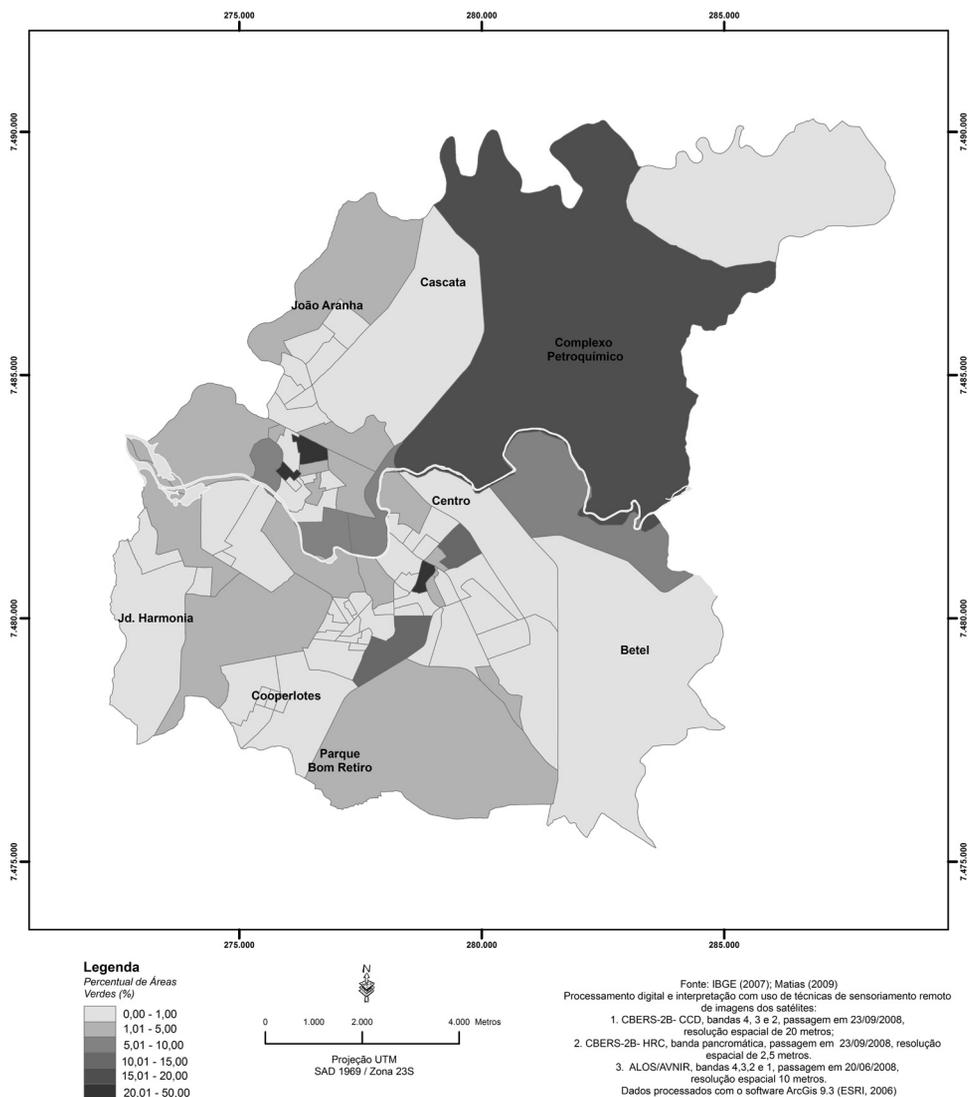
A figura 1 retrata a distribuição das áreas verdes urbanas em Paulínia que correspondem a uma área de 7,79 km<sup>2</sup>, equivalente a 6,3% da área urbana e 5,6% da área total do município.

De modo geral as áreas verdes urbanas encontram-se dispersas no território paulinense, e em sua grande maioria representadas por pequenos fragmentos de vegetação remanescente, com exceção de duas grandes áreas localizadas a nordeste do município que correspondem a uma área de reflorestamento (próxima à REPLAN) de 3,22 km<sup>2</sup> e uma área de vegetação típica de Floresta Estacional Semidecidual (FES) de 1,9 km<sup>2</sup> pertencente à Fazenda Meia Lua, cuja principal atividade é o cultivo da cana-de-açúcar.

Em relação à distribuição das áreas verdes por setores censitários pode-se constatar que dos 81 setores censitários urbanos apenas 36 (44,4%) apresentam áreas verdes (figura 2). O setor onde está instalado o complexo industrial concentra 5,94 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 76,25% do total de áreas verdes do município. As áreas verdes com dimensões mais significativas deste setor correspondem exatamente às áreas de vegetação típica de FES e de reflorestamento anteriormente mencionadas. Neste sentido, se excluirmos estas áreas do cálculo do total de áreas verdes urbanas de Paulínia o novo valor seria correspondente a 1,85 km<sup>2</sup> ao invés de 7,79 km<sup>2</sup>.



**Figura 1 - Distribuição das áreas verdes urbanas em Paulínia (SP)**

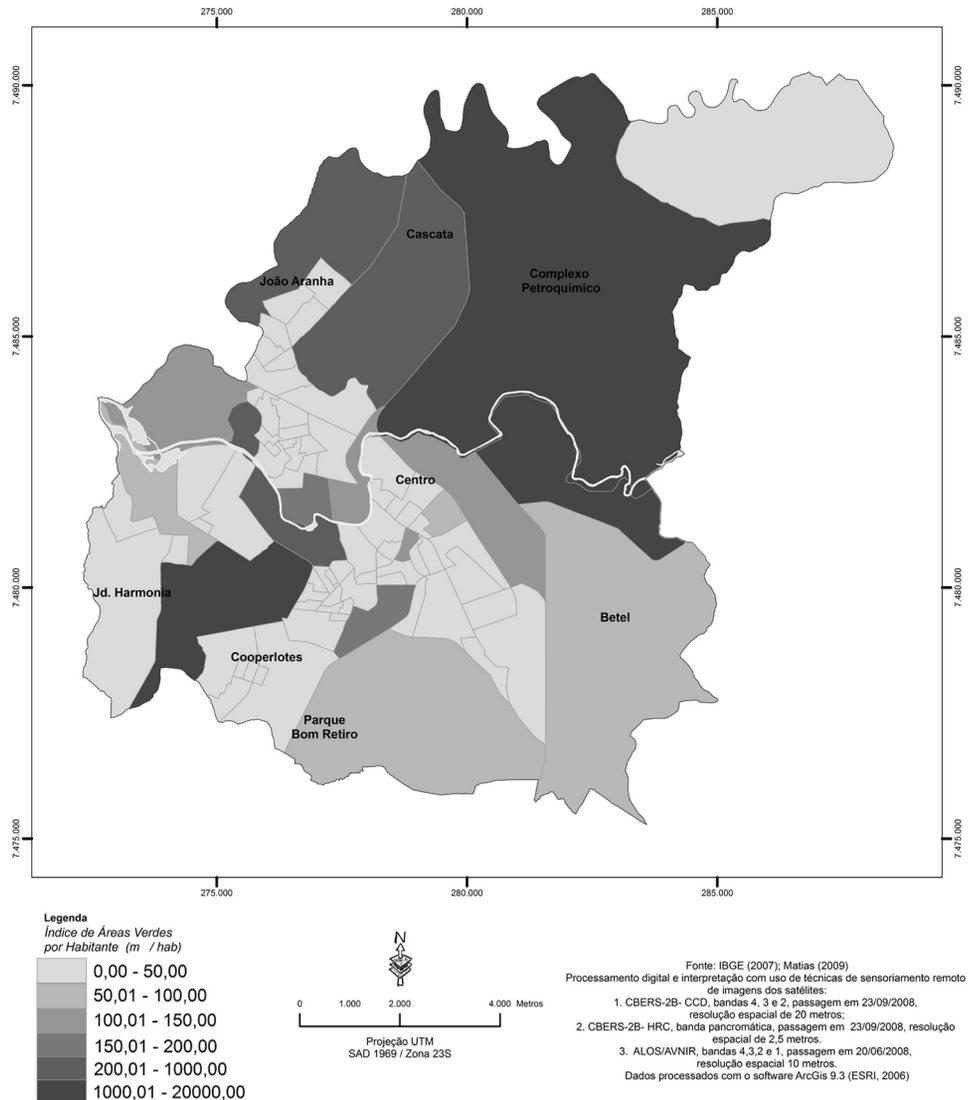


**Figura 2 - Espacialização dos índices de áreas verdes por setor censitário na área urbana de Paulínia (SP)**

Outro tipo de análise a ser realizada em relação à distribuição das áreas verdes urbanas em Paulínia é a disponibilidade de áreas verdes por habitante no município. O Índice de Áreas Verdes Urbanas por Habitante (IAVHab) de Paulínia corresponde a 106,95 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante. Esse valor supera o índice de 12 m<sup>2</sup> de área verde por habitante recomendado em alguns trabalhos. Vale lembrar que este índice é questionado e que não se trata de um índice recomendado pela OMS ou pela ONU, embora tenha sido amplamente utilizado em trabalhos científicos e adotado em projetos municipais e estaduais. O valor do

IAVHab de Paulínia supera também a meta estabelecida pela Resolução 055/2009 da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (Projeto "Município Verde Azul") e a recomendação de 15 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante feita pela SBAU em 1996 (SBAU, 1996).

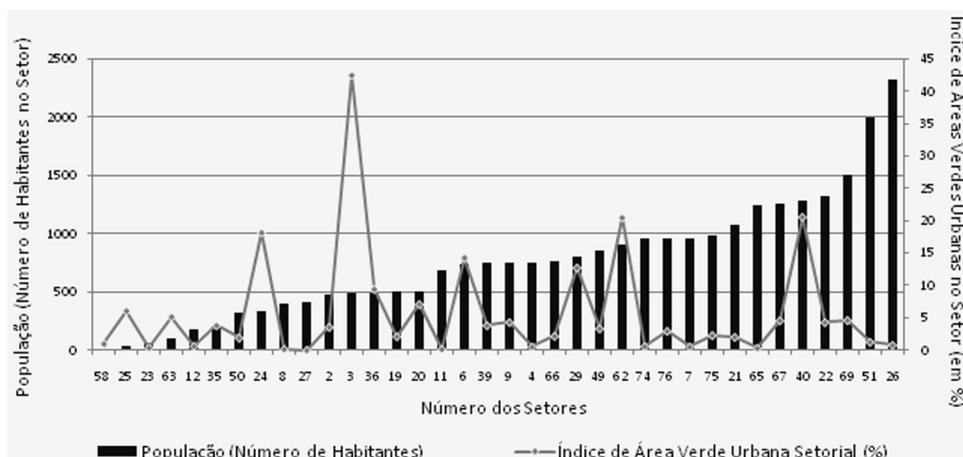
Na busca por uma melhor compreensão da distribuição das áreas verdes urbanas e de sua relação com a população do município de Paulínia foram calculados também os índices de áreas verdes por habitantes em cada setor censitário (IAVHSet), cujos valores podem ser visualizados na figura 3.



**Figura 3 - Mapa do índice de áreas verdes por habitante em cada setor censitário na área urbana de Paulínia (SP)**

Os valores resultantes deste cálculo revelaram que são poucos os setores (apenas 13) que apresentam o IAVHSet iguais ou superiores a 106,95 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, que é o valor estimado para o município de Paulínia. Apenas 24 setores apresentam índices maiores que 12 ou 15 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, representando 29,6% do total de setores censitários do município.

Além da análise isolada de cada índice considera-se importante estabelecer relações entre o número de habitantes e a quantidade de áreas verdes, e destes com os índices de áreas verdes por habitantes calculado para cada setor censitário. A relação entre o número de habitantes e a quantidade de áreas verdes em cada setor não é direta, sendo que a maioria dos setores mais populosos apresentam, em sua maioria, pouca ou nenhuma área verde, resultando assim em IAVHSet 's baixos ou nulos. Desse modo, os habitantes destes setores não usufruem do índice de 106,95 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, nem tampouco cada setor possui 6,3% de seu território ocupado por áreas verdes, o que seria um índice médio para todo o município. Dos 36 setores onde há a presença de áreas verdes urbanas em Paulínia, 10 (ou 28% do total de setores) apresentam IAVSet menor que 1% e 28 (78% do total de setores) possuem IAVSet menor que 6,3% (figura 4).



**Figura 4 - Relação entre o número de habitantes e o índice de áreas verdes em cada setor censitário na área urbana de Paulínia (SP)**

Diante dessas constatações, é importante ressaltar que, uma vez que o cálculo do percentual e do índice de áreas verdes por habitante depende da quantidade de áreas verdes, da área total e do número de habitantes do setor censitário, um resultado elevado pode não significar que um setor apresenta grande quantidade de áreas verdes, mas sim que sua área não é extensa ou que o número de habitantes que ali reside não é elevado.

Um exemplo claro desta situação ocorre no setor 24 cuja área total corresponde a 32.747.411,53 m<sup>2</sup>, a população a 336 habitantes e a área ocupada por áreas verdes a 5.947.143,03 m<sup>2</sup> (18,16%). Dessa forma, o índice de áreas verdes por habitante é elevado neste setor não necessariamente por apresentar uma extensa área ocupada por áreas verdes, mas sim por apresentar um reduzido número de habitantes. Situação diferente ocorre no setor 26 cuja área total é menor que a metade da área total do setor 24 (14.581.239,77 m<sup>2</sup>), mas sua população é igual a 2.321 habitantes e a área ocupada por áreas verdes é de 118.995,80 (0,82% da área total do setor).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada neste estudo se mostrou eficiente para o mapeamento e a análise da configuração espacial das áreas verdes urbanas de Paulínia. A utilização de um conceito de áreas verdes que considera sua localização, a predominância de vegetação arbórea e de solo livre de edificações e que enfatize as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar e acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à fauna), estéticas (valorização visual e ornamental do ambiente e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação) que essas áreas podem exercer, foi fundamental para a classificação das áreas verdes urbanas de Paulínia.

O mapeamento das áreas verdes urbanas de Paulínia subsidiou as análises iniciais que revelaram a heterogeneidade da distribuição destes elementos na área urbana do município, enquanto o cálculo dos índices de áreas verdes calculados para o município e para cada setor censitário possibilitou uma análise diferenciada da disponibilidade de áreas verdes por habitante na área urbana. Enquanto três setores possuem mais de 1.000 m<sup>2</sup> de áreas verdes disponíveis por habitante outros 45 setores apresentam ausência total de áreas verdes urbanas. Essas observações fortalecem a idéia da necessidade de se trabalhar com unidades menores que a área total do município para melhor representar a realidade e evitar uma homogeneização incorreta da informação espacial relacionada à disponibilidade de áreas verdes em um município. Vale salientar que não se trata de desprezar o cálculo da disponibilidade de áreas verdes por habitante para o município como um todo, mas de utilizá-lo para comparar os índices calculados para as diferentes localidades do município e, diante dos valores calculados, avaliar e comparar a situação de cada setor.

O percentual geral de áreas verdes urbanas mostrou-se elevado em relação ao percentual da maioria dos setores censitários analisados devido à maior parte do município (88,5%) ser considerada atualmente como área urbana, o que resultou no cômputo de quase todos os fragmentos de vegetação original existentes no município como integrantes das áreas verdes urbanas. Entretanto, é preciso ressaltar que são poucos os fragmentos de grandes extensões na área urbana de Paulínia, sendo que estes se encontram, em sua maioria, fora da área efetivamente urbanizada do município. A exclusão destes fragmentos no cálculo do total de áreas verdes expressaria uma redução significativa do valor equivalente a estas áreas em Paulínia.

As considerações relacionadas às áreas com presença ou ausência de áreas verdes urbanas em Paulínia justificam a necessidade de análises particulares da distribuição e do cálculo dos índices das áreas verdes, devendo estas análises sempre estarem vinculadas às formas de uso da terra e à densidade populacional no local. As metodologias aplicadas aos cálculos e às análises dos índices de áreas verdes devem ser aprimorados buscando o trabalho com unidades ainda menores, para dessa forma reduzir cada vez mais a homogeneização da informação espacial. Nesta perspectiva recomenda-se a utilização das geotecnologias nos estudos relacionados à temática em questão. O emprego dos produtos de sensoriamento remoto, principalmente imagens de alta resolução espacial e dados hiperespectrais, pode facilitar o mapeamento e o acesso à informação espacial relacionados às áreas verdes de uma dada localidade, e o uso do SIG na elaboração de diferentes cenários, de forma ágil e precisa, para melhor analisar as questões de interesse.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, I.A. **Qualidade do espaço verde urbano**: uma proposta de índice de avaliação. 2004. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz /USP, Piracicaba-SP, Fevereiro de 2004.

BARGOS, D.C. **Mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como indicador da qualidade ambiental urbana**: estudo de caso de Paulínia-SP.2010. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências/UNICAMP, Campinas-SP, Fevereiro de 2010.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. **Áreas verdes**: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1 e ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4, Vitória, **Anais...** 13 a 18 de setembro de 1992, Vitória: P.M. Vitória, p. 29-38, 1992.

IBGE. **Dados do município de Paulínia – Contagem Populacional de 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>

MATIAS, L.F. **Geoprocessamento Aplicado à Análise das Transformações no Uso da Terra no Município de Paulínia – SP (1964-2006)**. Relatório Final de Pesquisa. FAPESP. 2009

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo: Humanitas, 2001. 150p.

ROSSET, F. **Procedimentos Metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas**. Estudo de caso: Erechim, RS. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. A Carta de Londrina e Ibitiporã. **Boletim da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Botucatu, Ano III, n. 35 – março de 1996.

SERPA, A. Cidade e Metrôpoles: Uma perspectiva geográfica para a análise dos “problemas ambientais urbanos”. **GEOUSP**, São Paulo - SP, n. 23, p. 30-43, 2008.

TOLEDO, F.S; SANTOS, D.G. Espaços Livres de Construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v.3, n.1, p. 73-91, 2008.

YÁZIGI, E. O ambientalismo: ação e cientificidade em dúvida. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 85-96, 1994.

ZANIN, E. M. **Caracterização Ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque Municipal Longines Malinowski. Erechim-RS**. 2002. Tese (Doutorado em Ciências). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde /Universidade Federal de São Carlos. São Carlos - SP, 2002.

ZEILER, M. **Modeling our World**: The ESRI® Guide to Geodatabase Design. Redlands: ESRI, 1999.200p.

Recebido em março de 2011

Aceito em novembro de 2011