

## **O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA DETERMINAÇÃO DO PERCENTUAL DE ÁREAS VERDES URBANAS NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP**

Andréia Medinilha Pancher  
Universidade Estadual Paulista  
medinilh@rc.unesp.br

Marcelo Rodrigues de Ávila  
Universidade Estadual Paulista  
maxpln@ig.com.br

### **EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS**

**RESUMO** - O modo de vida nas cidades priva o homem do contato com a natureza. Como forma de escape da realidade conturbada do sistema urbanizado, o planejamento urbano prevê áreas que permitem o contato homem/natureza: jardins botânicos, parques, praças arborizadas entre outros. Estes últimos, através de análises específicas, podem ser caracterizadas como áreas verdes. Diante do exposto, o objetivo central deste trabalho foi determinar o percentual de áreas verdes urbanas no município de Americana, no Estado de São Paulo. Para tanto, utilizou-se a metodologia proposta por Bargas (2010), que consiste em levantamento bibliográfico sobre o tema, construção de base cartográfica da área de estudo, mapeamento das porções de concentração de vegetação arbórea no perímetro urbano, identificação das áreas verdes urbanas e, por fim, o cálculo de seu percentual. Como resultado, estimou-se que o percentual de áreas verdes urbanas (PAV) em Americana é de 6,73%. Através deste estudo foi possível observar a importância da vegetação ciliar para a distribuição das áreas verdes urbanas, a proporção elevada de áreas ausentes de vegetação, principalmente nas áreas de maior densidade urbana. Também, a importância do uso das geotecnologias para a determinação das áreas verdes existentes, servindo de subsídios à administração pública para a implementação das áreas verdes em setores da cidade carentes de vegetação.

**Palavras-chaves:** cidade, geotecnologia, qualidade ambiental.

**ABSTRACT** - The style of life in the cities deprives the man of the contact with nature. As a way to escape from the turbulent reality of the urban system, the urban planning provides areas that allow the contact between man and nature like: botanical gardens, parks, leafy squares, etc. These places, through specific analysis, are also called green areas. Therefore, the main purpose of this research is to outline and analyze, through geoprocessing techniques, green areas of Americana, São Paulo. For this purpose it was used a methodology introduced by Bargas (2010), which is a bibliographic survey about the subject; cartographic base construction of the studied area; mapping of concentration portions of woody vegetation in urban areas; identification of urban green areas, and finally, calculation of its percentage. As a result, it was estimated that the percentage of urban green areas (PGA) in Americana-SP is 6,73%. With this study it was possible to notice the importance of riparian vegetation to the distribution of urban green areas, and to the high proportion of treeless areas, mainly in areas of high urban density. It was also important to emphasize the use of geo-technology to indicate existing green areas, thus, providing support for the public administration to set up green areas in treeless areas of the city.

**Keywords:** city, geo-technology, environmental quality.

## INTRODUÇÃO

O crescimento contínuo das áreas urbanas, muitas vezes de forma desordenada, vem ocorrendo em detrimento da paisagem, causando a deterioração do meio natural. Nas cidades, a cor cinza do concreto substitui o verde da vegetação que compunha, anteriormente, a paisagem local, contribuindo para um ambiente desconfortável no ponto de vista natural. Esta realidade traz problemas de diversas ordens destacando-se a degradação de recursos naturais (solo, água e ar), destruição de espécies da fauna e da flora, impermeabilização do solo, enchentes, desconforto térmico (ilhas de calor), doenças (*stress*, asma etc.), além de insegurança, intranquilidade, medo, enfrentados pelas pessoas que residem no conglomerado urbano.

Os aspectos ambientais na cidade apresentam relação direta com a qualidade de vida urbana. Desta forma é uma temática de extrema relevância para o planejamento urbano. Isso porque, conforme Buccheri Filho e Nucci (2006), o crescimento urbano contínuo provoca grandes modificações na qualidade ambiental urbana. Rocha (1991), por sua vez, expõe que o comportamento humano, dentre outros parâmetros, é regido por fatores ambientais, enfatizando que a cidade se tornou o seu “habitat”. Portanto, observa-se que um planejamento ambiental deve estar integrado ao planejamento urbano.

Como forma de verificar as condições ambientais de uma cidade, o estudo do verde urbano pode ser utilizado como parâmetro em análises quali-quantitativas. O uso da vegetação como referência de análise permite mensurar a qualidade ambiental urbana, já que promove uma série de benefícios ao ser humano, extrapolando questões estéticas ou sentimentais.

Para o estudo proposto, a Geografia tem significativa contribuição, já que, conforme Mendonça (2005), esta é uma ciência que desde sua formação se propõe a estudar a relação entre os homens e o meio natural. Esta abrange conhecimentos e instrumentos valiosos que auxiliam na análise da produção e reprodução do espaço, contribuindo para o planejamento e organização do território. A ciência em questão, por utilizar recursos tecnológicos que fornecem informações cada vez mais precisas do território, permite a contínua ampliação das bases de dados geográficos. O avanço das geotecnologias, destacando-se os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), potencializa o processo de organização, atualização e contínua inserção de informações nas referidas bases de dados, contribuindo para estudos cada vez mais completos.

O município de Americana/SP (Figura 01), localizado a 133 km da capital São Paulo, foi selecionado como cenário de estudo e desenvolvimento do tema proposto. O município é caracterizado pela pequena área territorial, com 133,6 Km<sup>2</sup>, sendo 92 Km<sup>2</sup> ocupada pela cidade, 32,3 Km<sup>2</sup> de perímetro rural, área conhecida como “pós-represa” e 9,3 Km<sup>2</sup> ocupada pela represa Salto Grande, além de um elevado contingente populacional, com 210.638 habitantes, dos quais 99,53% correspondem à população urbana e 0,47% a população rural (IBGE, 2010). Tais fatores explicam a densa mancha urbana encontrada no município. Esta realidade gera indagações quanto à qualidade ambiental urbana de Americana, servindo de laboratório para estudos e contribuições à temática em questão.

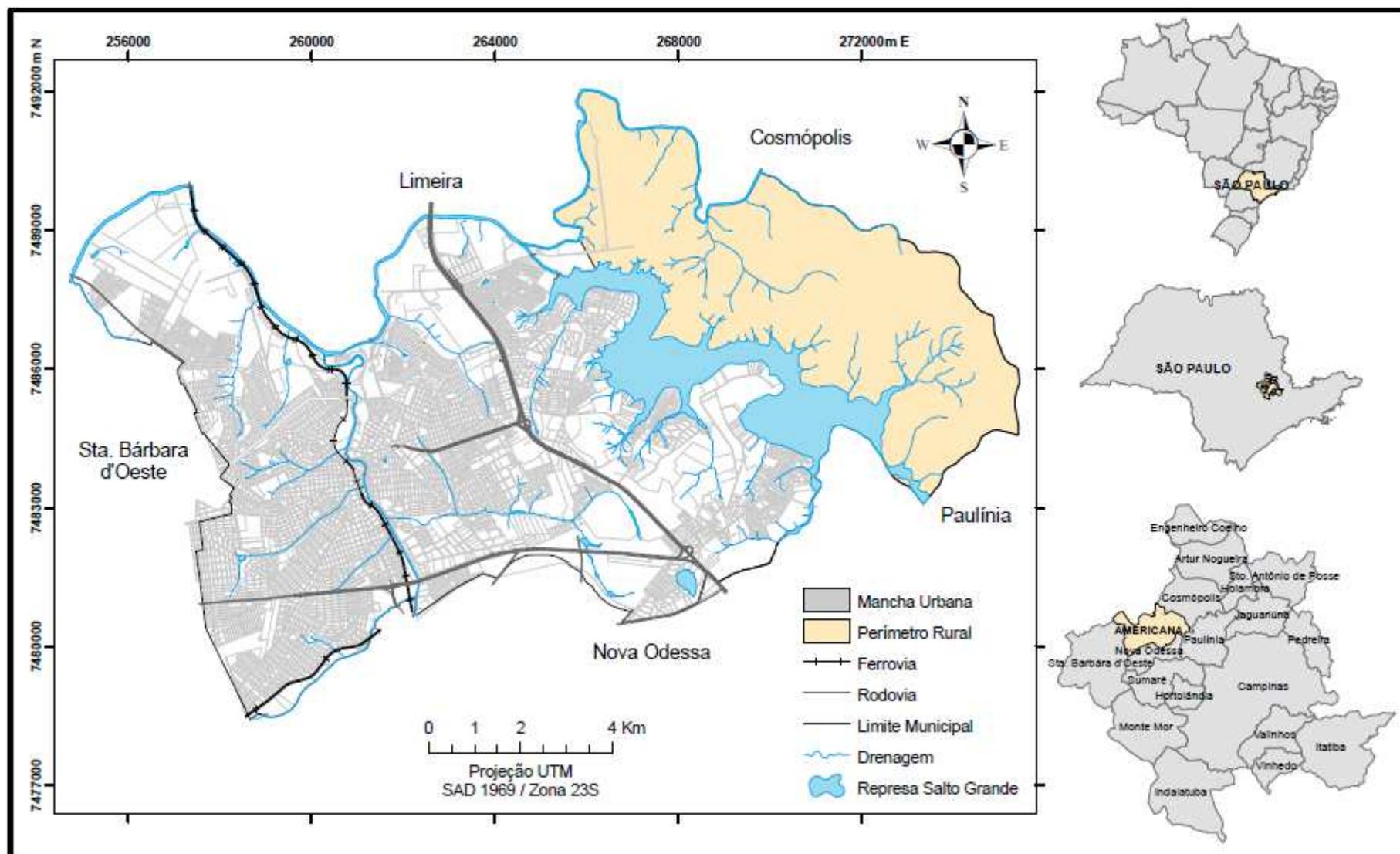


Figura 01: Localização da área de estudo.

## OBJETIVOS

O presente artigo teve como objetivo mapear e analisar as áreas verdes urbanas no município de Americana/SP, através das geotecnologias. Para o propósito, foi utilizada como base a metodologia adaptada por Bargas (2010) a partir de Cavalheiro e Del Picchia (1992) e Nucci (2001), na qual consiste na análise quali-quantitativa das áreas verdes através de produtos cartográficos, imagens aéreas e imagens orbitais, além de cálculo de índices. Assim, este artigo contempla a determinação do Percentual de Áreas Verdes (PAV), o qual permite relacionar a área total ocupada pelas áreas verdes urbanas com a área territorial do perímetro urbano. Desta forma, a presente pesquisa poderá contribuir para os estudos geográficos relacionados ao planejamento urbano e subsidiar as políticas públicas do município de Americana.

## MÉTODOS PARA A DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS VERDES

O desenvolvimento desta pesquisa teve início com um embasamento teórico-metodológico sobre o tema. A partir do conhecimento bibliográfico foram elaborados produtos cartográficos temáticos relativos às áreas verdes existentes em Americana/SP, através da utilização de documentos cartográficos, produtos de sensoriamento remoto e *softwares*. A seguir, serão destacados os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa (figura 2).

### Levantamento bibliográfico

A etapa do levantamento bibliográfico teve como objetivo a fundamentação teórica do tema em questão e a seleção da área de estudo. Foram selecionadas referências gerais e específicas, que contribuam significativamente para a compreensão da dinâmica urbana do município de Americana, focando nas questões envolvendo as áreas verdes urbanas. Para um estudo desta natureza, é importante delimitar, o significado de áreas verdes, de acordo com os objetivos da pesquisa a ser desenvolvida, já que, entre os pesquisadores desta temática, são encontradas diferentes definições. Obras como as de Cavalheiro e Del Picchia (1992), Lima et al. (1994), Oliveira (1996), Cavalheiro et al. (1999) e Bargas (2010) foram fundamentais para o entendimento deste termo.

Para classificação de áreas verdes da cidade, utilizou-se a proposta de Bargas (2010). Esta consiste na classificação hierárquica das áreas verdes, considerando que os níveis subsequentes estão contemplados nos níveis superiores. A primeira etapa foi à seleção da área urbana no município e a determinação dos “espaços livres de edificações”. Logo, classificaram-se como áreas verdes urbanas àquelas em que a vegetação é predominantemente arbórea e o solo esteja com no mínimo de 70% permeabilidade (sem pavimento ou edificações). A etapa seguinte consistiu na análise das funções das áreas verdes selecionadas. As que não se enquadraram na classificação utilizada foram consideradas espaços edificados e de integração, sendo estes últimos não analisados neste trabalho.

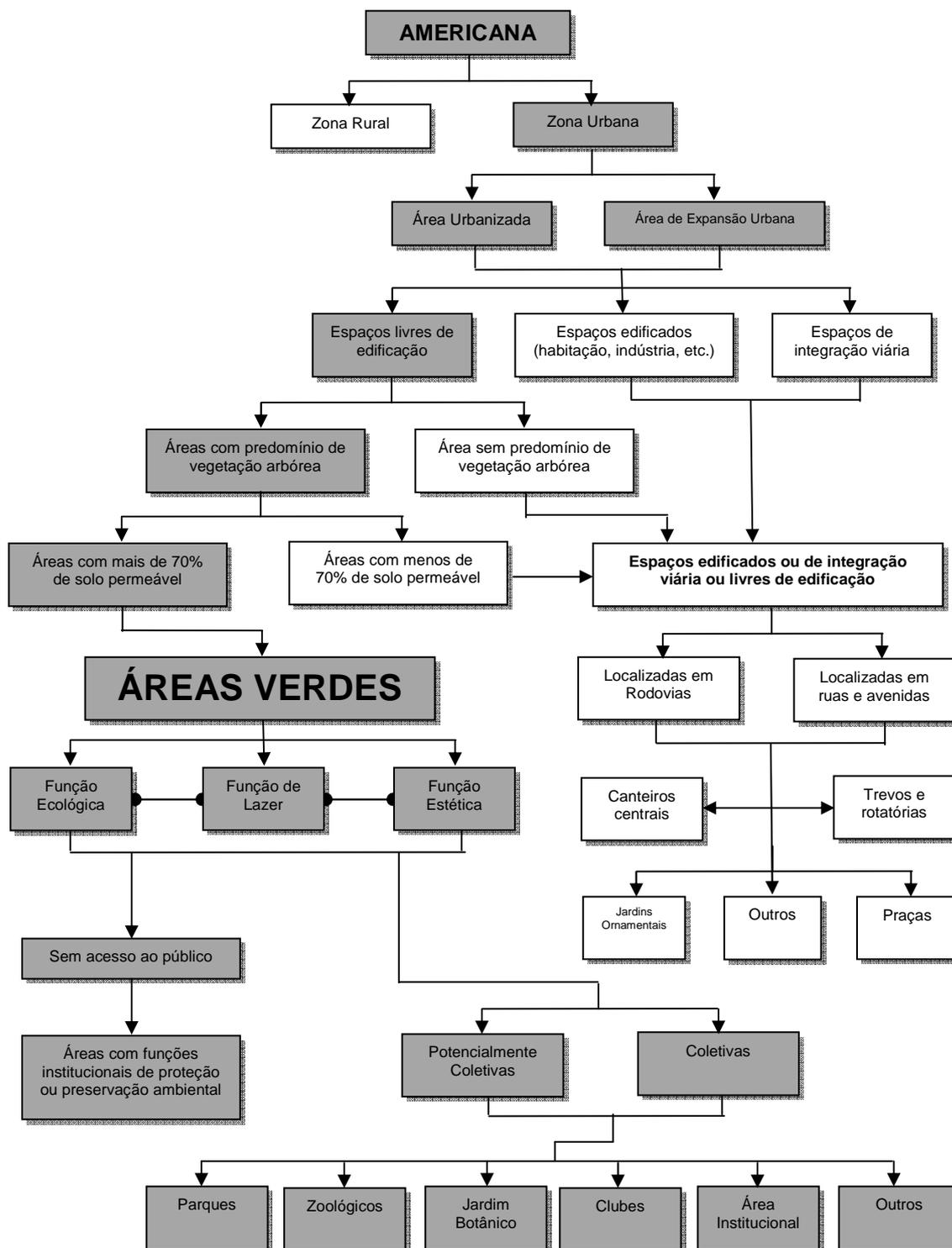


Figura 02: Esquema para classificação de áreas verdes urbanas – Fonte: Bargas (2010).

## Seleção de áreas verdes urbanas

Para classificação das áreas verdes, primeiramente dividiu-se o município em zona rural e zona urbana, já que as análises foram realizadas na área urbana de Americana. As áreas urbanizadas compreendem a Zona Urbana e Zona de Expansão Urbana, sendo compostos por espaços edificados, espaços de integração e espaços livres de construção. No presente estudo entende-se que espaços edificados são aqueles que o uso da terra é de efetiva ocupação humana, como habitação, indústria, comércio, escolas etc. Espaços de integração são caracterizados pela rede viária e rodoviária. Espaços livres de edificação são constituídos por espaços ao ar livre, destinados a tipos de utilização como conservação da natureza e/ou recreação ou práticas de esporte ou entretenimento.

Considerando que as áreas verdes são uma categoria de espaços livres, os espaços edificados, de integração e áreas rurais não foram estudados por não estarem nos objetivos deste trabalho. Segundo a metodologia de Bargas (2010), os espaços livres, para serem analisados como áreas verdes, devem apresentar composição vegetal predominantemente arbórea e solo com mais de 70% de permeabilização.

Quanto ao requisito de 70% de área permeável, para classificação de áreas verdes, observa-se esta orientação em trabalhos como o de Cavalheiro et al. (1999), Nucci (2001) e Bargas (2010). Esta proporção de área permeável é aceita na comunidade científica, já que, para os referidos autores, este valor pode ser justificado, no contexto de áreas verdes, na existência de condições ecológicas adequadas para as funções que estas áreas podem exercer. Além disso, o solo permeável permite infiltração das águas pluviais, reduzindo o escoamento e colaborando para o abastecimento dos lenções freáticos.

Assim, frente à importância das árvores para a classificação das áreas verdes, mapearam-se as áreas de concentração de vegetação arbórea no perímetro urbano, exceto às de acompanhamento viário, pois não se enquadram, conforme metodologia utilizada, na categoria de áreas verdes. Logo após seleção, realizou-se uma análise em cada área mapeada, classificando-as ou não como áreas verdes.

## Cálculo do Percentual de Áreas Verdes - PAV

A análise realizada de caráter quantitativo teve o objetivo de estabelecer relações entre as áreas verdes e a área urbana total. Esta relação se dá pelo cálculo do percentual de áreas verdes urbanas (PAV), cuja fórmula é a seguinte:

$$PAV = \sum AV \div AT$$

Onde:

PAV = Percentual de Áreas Verdes (%);

$\sum AV$  = somatório do total de Áreas Verdes (m<sup>2</sup>);

AT = área do perímetro urbano ou do setor censitário (m<sup>2</sup>).

### **Construção da base de dados cartográficos digitais e elaboração de mapas temáticos**

A base de dados cartográficos digitais foi construída por meio de técnicas e metodologias de geoprocessamento. Para isso utilizou-se a Planta Cadastral Digital do município de Americana, na escala de 1:10.000 e o mosaico de quinze fotos aéreas de 2008, com escala de 1:5.000, ambas fornecidas pela Prefeitura Municipal de Americana.

Assim, no ambiente do *software* de SIG ArcGIS, versão 9.3, padronizou-se o sistema de projeção das bases cartográficas selecionando-se as coordenadas UTM (metros) e Datum Horizontal South American 1969, sendo este utilizado para todos os mapas temáticos gerados. O mosaico de fotos aéreas do município de Americana, de 2008, foi disponibilizado pela prefeitura, já georreferenciado no referido sistema de coordenadas e Datum. Desta forma, as demais bases cartográficas foram georreferenciadas a partir deste mosaico, selecionando-se pontos do mosaico e seus correspondentes nas bases cartográficas a serem georreferenciadas. Logo, por meio de trabalho de campo, os pontos utilizados como padrão foram confirmados através de GPS de navegação.

A partir da Planta Cadastral Digital de Americana (arquivo *.dwg*), a etapa seguinte foi a exportação dos *layers* de interesse (estradas, ferrovias, limite municipal, hidrografia, quadras, entre outros) para a elaboração dos mapas temáticos por meio de recursos do ArcGIS, convertendo-os em arquivos *shapefile*.

Logo, elaboraram-se os mapas temáticos “Áreas de concentração de vegetação arbórea no perímetro urbano” e “Distribuição das áreas verdes urbanas”.

O mapa das áreas de concentração de vegetação arbórea no perímetro urbano foi elaborado a partir da interpretação dos dados presentes no mosaico de fotos aéreas 1:5.000 de 2008. Foram vetorizadas as áreas com predominância de vegetação arbórea, exceto as de acompanhamento viário, pois, conforme a metodologia utilizada, não se enquadra na categoria de áreas verdes urbanas. Cabe ressaltar que para a vetorização considerou-se projeção das copas das árvores, excluindo-se a sombra projetada pelas mesmas. Este mapa foi elaborado como subsídio para a classificação das áreas verdes urbanas.

O mapa de distribuição das áreas verdes urbanas foi resultante da análise, interpretação e mapeamento da vegetação presente nas fotos aéreas de 2008, do mapa de áreas de concentração arbórea no perímetro urbano e do trabalho de campo. Desta forma, vetorizou-se a projeção das copas das árvores somente das porções caracterizadas como áreas verdes urbanas, de acordo com os atributos considerados para sua classificação, tratados anteriormente.

## **Trabalho de Campo**

A realização do trabalho de campo foi necessária para a calibração e validação da análise das áreas verdes urbanas realizadas através da interpretação das fotos aéreas de 2008 (1:5.000), do município de Americana, considerando os pontos de parada nos diferentes padrões de áreas verdes pré-selecionadas (praça, mata de reflorestamento, mata nativa, mata ciliar, área arborizada em local privado). Também permitiu validar o georrefenciamento das bases digitais utilizadas, através da medição das coordenadas por GPS de navegação. Ainda, elaborar um banco de dados fotográfico para complementar as análises propostas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A localização e vetorização das áreas de concentração de vegetação arbórea no perímetro urbano do município foram fundamentais para a posterior delimitação e análise das áreas verdes urbanas, já que as árvores são a base para este tipo de estudo. A Figura 03 evidencia a distribuição destas porções.

Construída a base cartográfica com as áreas de vegetação arbórea no perímetro urbano de Americana, a análise cuidadosa de cada uma destas, por meio de fotos aéreas, foi indispensável para extrair as áreas verdes, permitindo fazer uma relação entre as porções selecionadas no primeiro instante com estas últimas. Considerou-se satisfatória esta técnica, contribuindo para as etapas seguintes deste trabalho.

Como próxima etapa, foram selecionados locais de diferentes padrões de áreas verdes (praça, mata de reflorestamento, mata nativa, mata ciliar, área arborizada em local privado) para serem verificados em campo, com objetivo de validar a análise realizada através das fotos aéreas.

Para o trabalho de campo, procurou-se selecionar pontos que representassem diferentes partes da cidade: área de bairro popular, área central (maior número de pontos pela densidade urbana), área a leste do ribeirão Quilombo e área próxima da represa Salto Grande. Foram selecionados 10 pontos de verificação e análise. Vale salientar que não foram selecionados para o trabalho de campo os parques urbanos, pois, segundo análise das fotos aéreas, estas são grandes áreas com predominância de vegetação arbórea, solo permeável e apresentam minimamente função ecológica e estética. Desta forma são considerados áreas verdes.

Com a validação, através do trabalho de campo, da análise das fotos aéreas para identificação das áreas verdes urbanas, verificou-se que estas áreas correspondem a 6.185.654 m<sup>2</sup> (6,19 Km<sup>2</sup>) do território municipal. A Figura 04 retrata a distribuição das áreas verdes urbanas.

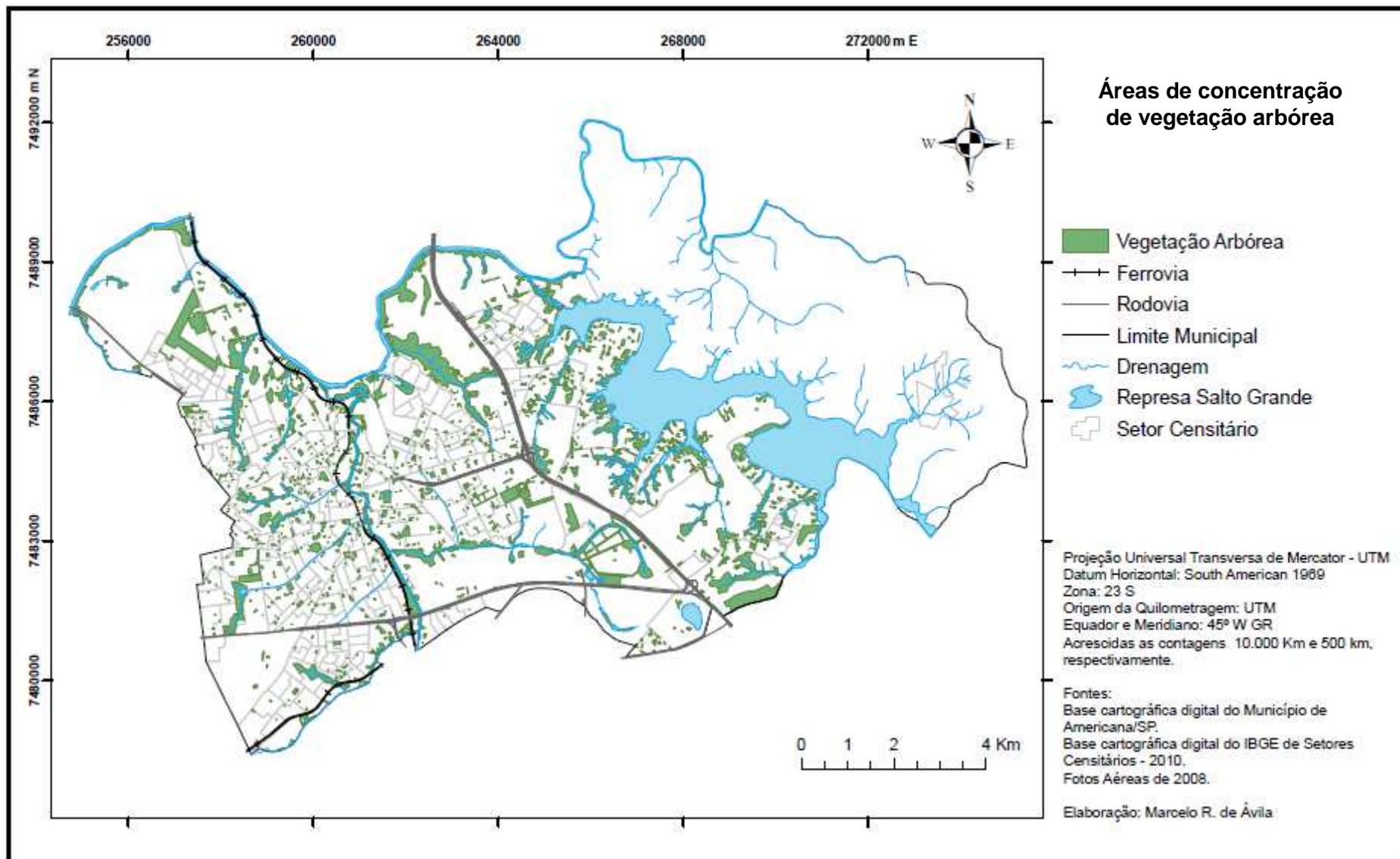


Figura 03: Distribuição das áreas de concentração de vegetação arbórea na cidade de Americana.

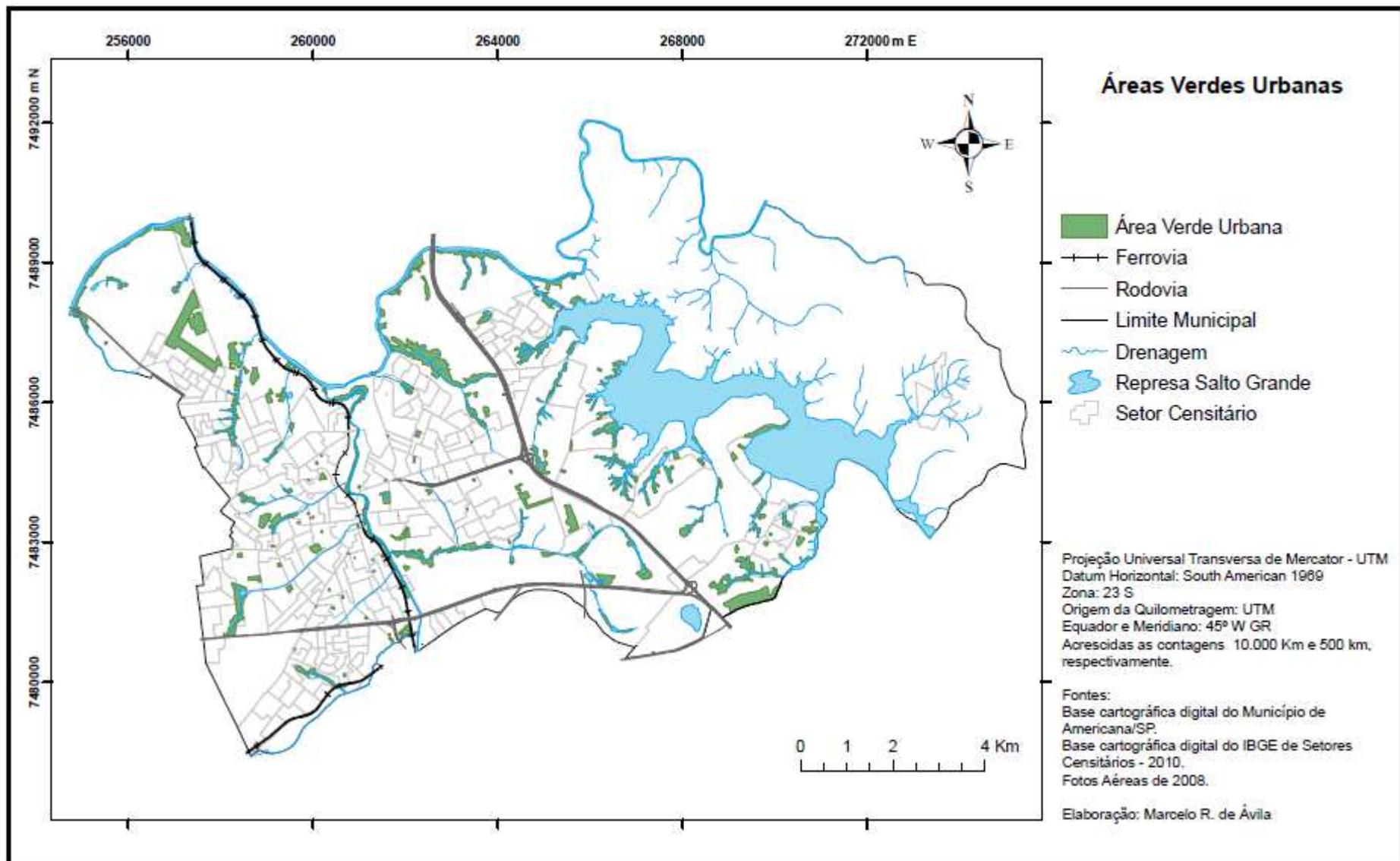


Figura 04: Distribuição das áreas verdes na cidade de Americana.

Analisando-se a Figura 04, é possível observar que as áreas verdes urbanas de maiores dimensões (com exceção da área de maior dimensão, a de reflorestamento de eucaliptos, com 579.396 m<sup>2</sup>, e a expressiva faixa de APP do córrego da Gruta, ambos a noroeste do município) encontram-se a oeste, nas proximidades da Rod. Anhanguera (área de concentração industrial), que corta o município ao meio, e às margens da represa Salto Grande, área onde há uma expressiva quantidade de nascentes e áreas de APP, além de apresentar uma elevada concentração de chácaras. Na área de maior densidade urbana, às margens do ribeirão Quilombo (marguada pela linha férrea que corta o município) e de seus afluentes, com exceção dos parques urbanos e da APP do córrego da Fazenda Angélica (ao sul), as áreas verdes se resumem a pequenos fragmentos dispersos pelo território.

O Percentual de Áreas Verdes Urbanas (PAV) do município foi calculado a partir da divisão entre a área total ocupada pelas áreas verdes e a área urbana oficial do município. Considerando que a área urbana oficial de Americana é de 92 Km<sup>2</sup> e o total de áreas verdes urbanas corresponde a 6,19 Km<sup>2</sup>, o valor do PAV é de 6,73%, superando o recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), que é de 15m<sup>2</sup>/hab., o que equivale, a partir da extensão do perímetro urbano do município e sua população total (209.648) a um PAV recomendado de 3,42%. Se considerarmos a área total do município (133,6 Km<sup>2</sup>), o PAV decresce para 4,63%.

## CONCLUSÃO

Na realização deste trabalho, verificou-se a importância das áreas verdes na manutenção da qualidade ambiental urbana, já que estas contribuem para a *“conformación de un hábitat saludable, comfortable y capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sustentabilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano”* (LUENGO, 1998, p.01).

Com o mapeamento das áreas verdes urbanas foi possível constatar a distribuição das mesmas em Americana. Observou-se a existência de um número elevado de vazios que não apresentam fragmentos de área verde. Estes vazios são comuns principalmente nas áreas de maior densidade urbana, destacando-se a área central, por exemplo. Outro fato de extrema relevância é a importância da vegetação ciliar que acompanha os córregos e ribeirões distribuídos pela cidade. Estas são as grandes responsáveis pelo PAV de 6,73%, já que, em muitas partes do perímetro urbano, estas são as únicas áreas verdes existentes.

Para este tipo de estudo, qualquer que seja a metodologia utilizada pelo pesquisador, observa-se que a utilização de geotecnologias traz inúmeros benefícios, principalmente com a utilização de imagens orbitais e de fotos aéreas, permitindo resultados satisfatórios, minimizando os trabalhos de campo, além de economia de tempo e de recursos financeiros. Por sua vez, o SIG se torna uma ferramenta poderosa para o pesquisador na elaboração de cenários de análise, permitindo enriquecer ainda mais a pesquisa, contribuindo para a obtenção de resultados confiáveis que reproduzam a realidade da área estudada.

## REFERÊNCIAS

- BARGOS, D.C. **Mapeamento e Análise das Áreas Verdes Urbanas como Indicador da Qualidade Ambiental Urbana**: estudo de caso de Paulínia-SP. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2010.
- 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**, São Paulo/SP, FFLCH/USP, n.18, p.48-59, 2006.
- CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. **Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento**. In: Anais do 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 1992, Vitória/ES. **Anais...** Vitória/ES: Hotel Porto do Sol, 1992, p.29-38.
- CAVALHEIRO, F. et al. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Rio de Janeiro/RJ, Ano VII, n.3, jul/ago/set, 1999.
- FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible**: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 05 mai. 2011.
- LIMA, A.M.L.P. et al. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos**. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, II, 1994, São Luís/MA. **Anais...** São Luís/MA, 1994, p.539-553.
- LOBODA, C.R.; DE ANGELIS, B.L.D. **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções**. **Ambiência**, Guarapuava/PR, v.1, n.1, p.125-139, jan/jun, 2005.
- LUENGO, G. **Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana. Una propuesta teórico-metodológica**. In: Seminário Latinoamericano de Calidad de Vida Urbana, IV, 1998, Tandil/Argentina. **Anais...** Tandil, 1998.
- MENDONÇA, F. **Geografia e Meio Ambiente**. São Paulo: Editora Contexto, 2005.
- NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. Curitiba: Humanitas, 2001.
- OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes**: diagnóstico e proposta. 1996. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCAR, São Carlos/SP, 1996.
- ROCHA, A.A. **Do lendário Anhembi ao poluído Tietê**. São Paulo: EDUSP, 1991.