

Revista Brasileira de Cartografia (2015) N^o 67/3 527-544
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

ESTUDO DAS ÁREAS VERDES URBANAS COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE AMERICANA-SP

Study of Urban Green Areas as an Indicator of Environmental Quality in the City of Americana-SP

Marcelo Rodrigues de Ávila & Andréia Medinilha Pancher

Universidade Estadual Paulista – UNESP

Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Departamento de Planejamento – Campus de Rio Claro-SP

Av. 24A, 1515 – Bela Vista – Rio Claro/SP – CEP 13506-900

maxpln@ig.com.br

medinilh@rc.unesp.br

Recebido em 17 de Junho, 2014/ Aceito em 12 de Novembro, 2014

Received on June 17, 2014/ Accepted on November 12, 2014

RESUMO

Este estudo teve como objetivo mapear e analisar as áreas verdes na cidade de Americana-SP, com o uso de geotecnologias e cálculos dos índices Percentual de Áreas Verdes (PAV) e o Índice de Áreas Verdes por Habitante (IAVHab), fornecendo subsídios para a mensuração da qualidade ambiental urbana. O mapeamento das áreas verdes foi realizado através do mosaico de fotografias aéreas de 2008, na escala 1:5.000, utilizando-se o SIG/ArcGIS 9.3 para georreferenciamento, tratamento e análise, bem como para a integração de dados censitários do IBGE. Inicialmente, foram delimitadas manualmente as áreas de concentração de vegetação arbórea distribuídas nos setores censitários da área urbana. Algumas destas áreas foram selecionadas como pontos de visitação no trabalho de campo, o que permitiu calibrar a análise realizada para classificação destas como áreas verdes. Uma vez identificadas estas áreas, foram calculados o PAV, o IAVHab e as áreas de influência das mesmas. Como resultados, para a área urbana, o PAV e o IAVHab foram de 6,73% e 29,50 m²/hab. respectivamente. A influência exercida pelas áreas verdes, considerando um raio de 500m a partir de seu entorno, foi observada em quase todo o território urbano. No entanto, verificou-se que a qualidade ambiental urbana no município é deficitária.

Palavras chaves: Áreas Verdes, Geotecnologias, Qualidade de Vida.

ABSTRACT

This study aimed to map and analyze green areas from Americana-SP by using geotechnologies and calculation of the indexes as Percentage of Green Areas (PAV, in Portuguese) and Index of Green Areas per Inhabitant (IAVHab, in Portuguese), tools to support the measurement of urban environmental quality. The procedure of mapping green areas was possible by using aerial photography mosaics from 2008, scale of 1:5.000, using SIG/ArcGIS 9.3 for georeferencing, treatment, analysis and also integration with IBGE census data. First of all areas with concentration of woody vegetation, distributed in census sections of the urban area, were delimited manually. Few of these areas were selected as sample points during fieldwork, which allowed balancing the previous analysis, which was responsible for classifying the selected areas as green ones. Once these areas were identified it was possible to calculate the PAV, the IAVHab and their influence area. As results it was found 6,73% for PAV and 29,5 m²/inhab for IAVHab; and also these green areas influence was observed in almost all the urban area, considering the influence area a radius of 500m from its

surrounding area. However, it was found that urban environmental quality in the city is in deficit.

Keywords: Green Areas, Geotechnologies, Quality of Life.

1. INTRODUÇÃO

O homem, no decorrer da construção histórica da sociedade, modificou o espaço de forma crescente e irreversível. Este fato pode ser constatado pela documentação dos primeiros assentamentos humanos, que ocorreram entre os rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, ao final do processo de revolução neolítica (FALCÓN, 2007). Neste período, o homem passou de nômade a sedentário, graças ao domínio das técnicas de agricultura. Tal fato possibilitou uma organização social mais complexa, além do surgimento de uma identidade com o “lugar”, sendo este último transformado/adaptado conforme as necessidades de sobrevivência e conforto.

Para Santos (2001), as funções do espaço foram se alterando com o surgimento de novas necessidades criadas pelo homem. No início, a natureza selvagem era formada por objetos naturais, sendo estes substituídos por objetos fabricados, técnicos, mecanizados e, depois, cibernéticos, se tornando uma natureza artificial. Neste contexto, segundo Spósito (2003), a cidade se tornou a expressão máxima de apropriação da natureza, de sua transformação, sendo esta considerada por excelência a não-natureza, mesmo estando submetida às dinâmicas naturais tais como fatores climáticos, relevo etc.

Com o crescimento contínuo das áreas urbanas, a paisagem natural vem sofrendo com sérios impactos negativos. O contingente populacional concentrado das cidades, aliado a um planejamento ineficiente, vem favorecendo o surgimento e a intensificação de problemas como a geração de lixo e de esgoto, tanto doméstico como industrial, a impermeabilização do solo, o desconforto térmico (ilhas de calor), a degradação dos recursos naturais (solo, água e ar), a destruição de espécies da fauna e da flora etc. (PORTO-GONÇALVES, 2006). Nesta realidade, a população urbana convive com a ameaça de diversas doenças, com destaque ao *stress*, acompanhada pelos sentimentos de insegurança, medo, etc.

Neste contexto, segundo Bargas (2010), frente ao cenário desarmônico visualizado no

ambiente urbano, verificou-se, a partir de meados do século XX, uma busca pela natureza, pelos espaços verdes, uma vez que estes denotam lugares tranquilos, ideais para moradia e vivência, se contrapondo ao ambiente construído das cidades.

O equilíbrio entre os aspectos ambientais de uma cidade apresentam, segundo Buccheri Filho e Nucci (2006), relação direta com a qualidade de vida de sua população. Isso porque, de acordo com Tuan (1978), a qualidade de vida está vinculada diretamente com o “meio nutridor”, ou seja, com o lugar, das condições físicas, químicas e biológicas que o mantém. Para Morato e Kawakubo (2005), a qualidade de vida somente existirá realmente se uma população estiver inserida em um meio circundante que haja uma qualidade ambiental satisfatória, já que esta última está ligada diretamente à situação de conforto e saúde das pessoas.

No que diz respeito a qualidade ambiental, Lima e Amorim (2009) a consideram como sendo a resultante da interação de fatores ecológicos, biológicos, econômicos, socioculturais, podendo ser considerada como um equilíbrio entre elementos da paisagem urbana através de um ordenamento do espaço, com a conciliação dos benefícios da vegetação com os diversos tipos de usos da terra através de um planejamento urbano eficaz.

Schmidt *et al.* (2005), a partir de Van Kamp *et al.* (2003), explicam que a identificação da qualidade ambiental urbana é uma estratégia que vem sendo adotada em vários países e que está presente em uma série de publicações científicas. No entanto, ainda há uma falta de consenso entre os pesquisadores sobre quais fatores poderiam determinar a qualidade ambiental, se há uma qualidade mínima que não deveria ser ultrapassada e quais os métodos e técnicas com os quais se poderiam mapear e avaliar os efeitos de determinados usos da terra para a qualidade ambiental.

Neste contexto, uma das formas de verificar as condições ambientais de uma cidade é o estudo do verde urbano. O uso da vegetação como referência de análise permite mensurar a

qualidade ambiental urbana, já que ela promove uma série de benefícios ao ser humano, que vão além de questões estéticas ou sentimentais, uma vez que *“favorecen la aportación de oxígeno, fijan el CO₂, reducen la contaminación atmosférica, suaviza las temperaturas extremas, amortiguan el ruido y evitan la erosión del suelo [...] cumplen de manera natural funciones tan importantes como el control de plagas o la polinización. También hay que destacar la influencia positiva de la vegetación sobre el equilibrio psicosomático de la ciudadanía”* (FALCÓN, 2007, p. 25).

Segundo Nucci (2001), com o crescimento das cidades e o consequente aumento de problemas como poluição do ar, dos rios e dos solos, a vegetação é cada vez mais fundamental no ambiente urbano, uma vez que proporciona diversos benefícios a população urbana, como já citados anteriormente. Para Cavalheiro (1991) é importante se conhecer as alterações ambientais causadas pela urbanização, já que, para minimizar esses impactos negativos, não se pode somente estar atrelado à medidas tecnológicas, mas também ao ordenamento do meio físico, tendo a vegetação um papel importante neste contexto.

Para o estudo do verde urbano, segundo Bargas (2010), há que se considerar que existem diferenças na qualidade dos benefícios gerados pela vegetação se levarmos em consideração sua formação (arbórea, arbustiva ou gramíneas), sua localização e concentração. Os benefícios gerados, por exemplo, por uma vegetação arbórea concentrada, localizada em um parque ou em uma praça, serão diferentes aos de uma vegetação de acompanhamento viário, formada basicamente por árvores isoladas. Neste sentido, o verde urbano pode ser comumente categorizado como «áreas verdes», possibilitando destacar os benefícios efetivos gerados por estas.

É importante considerar que a definição do termo “áreas verdes”, conforme exposto por Lima *et al.* (1994), tem se confundido com a de outros termos como “área livre”, “espaço livre”, “arborização urbana”, “área de lazer”, entre outros, quer no ensino ou na pesquisa, assim como no planejamento e gestão dessas áreas, dificultando o intercâmbio de informações e de resultados, pela falta de uma linguagem única.

Para este estudo, a definição de “áreas

verdes” será a exposta por Oliveira (1996, p.17), na qual considera que estas “são áreas permeáveis (sinônimos de áreas livres [de construção]), públicas ou não, com cobertura vegetal predominantemente arbórea [...] (excluindo-se as árvores no leito das vias públicas) que apresentem funções potenciais capazes de proporcionar um micro clima distinto no meio urbano em relação à luminosidade, temperatura e outros parâmetros associados ao bem-estar humano (funções de lazer); com significado ecológico em termos de estabilidade geomorfológica e amenização da poluição e que suporte uma fauna urbana, principalmente aves e fauna do solo (funções ecológicas); representando também elementos esteticamente marcantes na paisagem (função estética), independentemente da acessibilidade a grupos humanos ou da existência de estruturas culturais como edificações, trilhas, iluminação elétrica, arruamento ou equipamentos afins; as funções ecológicas, sociais e estéticas poderão redundar entre si ou em benefícios financeiros”. Observa-se que nesta definição não é determinado a proporção de vegetação arbórea e de área permeável que estas áreas verdes devem apresentar. Desta forma, Buccheri Filho e Nucci (2006) sugerem que as áreas permeáveis, devendo estas serem ocupadas predominantemente por vegetação arbórea, devem corresponder a pelo menos 70% da área.

As áreas verdes, como indicador da qualidade ambiental urbana, precisam ser consideradas conforme sua distribuição, dimensão espacial e raio de influência, permitindo que o planejamento urbano e ambiental atenda as necessidades da sociedade, evitando políticas voltadas apenas para a preservação do verde urbano. Diante deste fato, Bargas (2010) afirma que o mapeamento e a elaboração de índices de áreas verdes, que leva em consideração a dimensão territorial da área estudada e a número de habitantes que aí vivem, são importantes para uma análise qualitativa. No entanto, a delimitação da área de influência é imprescindível, sendo necessária para visualização do alcance de dos benefícios gerados pela área verde e pelas funções exercidas por essas às populações vizinhas.

Bargas (2010) sugere que a área de influência corresponda a um raio de 500 metros a partir do entorno das áreas verdes.

Segundo a autora, não há um consenso entre os pesquisadores quanto a delimitação ideal de uma área de influência, no entanto, ela considera que o raio sugerido é uma distância razoável, que corresponde ao deslocamento médio de uma pessoa para chegar até uma determinada área verde.

Dentro deste tema de estudo, a Geografia tem significativa contribuição. Segundo Mendonça (2005), esta é uma ciência que desde sua formação se propõe a estudar a relação entre os homens e o espaço. Esta abrange conhecimentos e instrumentos valiosos que auxiliam na análise da produção e reprodução deste 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 geográficas. Para Longley *et al.* (2013), o avanço das geotecnologias, com destaque aos 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 precisos e completos.

Neste contexto, de acordo com Fasina Neto e Matias (2010), a partir de Elissald e Saint-Julien (2004), é possível estudar a localização relativa (dinâmica) de um determinado objeto (áreas verdes, no presente estudo) no espaço, levando em consideração suas relações com seu entorno, sendo esta característica definida na Geografia como “situação”. Desta forma, enquanto as coordenadas geográficas estão relacionadas com a posição deste objeto em um determinado lugar, a situação estará estritamente ligada a sua posição em relação a outros lugares similares ou complementares e nas diferentes redes que lhe asseguram as relações com estes, possibilitando a inferência acerca das interações aí existentes e dos fenômenos resultantes a partir destas.

Apartir da discussão até então desenvolvida, este estudo teve como objetivo central mapear e analisar as áreas verdes como indicador da qualidade ambiental urbana em Americana-SP, com aporte das geotecnologias. Para o propósito, foi utilizada a metodologia adaptada por Bargos (2010), a partir de Cavalheiro e Del Picchia (1992) e Nucci (2001), na qual consiste

na análise da distribuição das áreas verdes urbanas de forma qualitativa, através de produtos cartográficos originados a partir da análise de fotografias aéreas, e quantitativa, com o cálculo dos índices PAV (Percentual de Áreas Verdes) e IAVHab (Índice de Áreas Verdes por Habitante), utilizando-se como base a divisão do município por setores censitários.

1.1 Área de estudo

Americana-SP, município da Região Metropolitana de Campinas (RMC), localizado a 133 km da capital do Estado de São Paulo, foi selecionado como cenário de estudo. O município é caracterizado por área territorial relativamente pequena, com 133,6 km², sendo 92 km² ocupada pela cidade; 32,3 km² de área conhecida como “pós-represa” e 9,3 km² ocupada pela represa Salto Grande (Fig. 1). Além disso, o município apresenta elevado contingente populacional, com 210.638 habitantes, dos quais 99,53% correspondem à população urbana e 0,47% a população rural, segundo o último censo do IBGE realizado em 2010. Tais fatores explicam a densa mancha urbana encontrada no município. Esta realidade gera indagações quanto à qualidade ambiental urbana de Americana-SP, servindo de laboratório para estudos e contribuições à temática em questão.

O município, historicamente, teve uma urbanização intensa e precoce. A instalação das indústrias têxteis, além de colaborar para tal realidade, também foi a responsável pelo crescimento populacional acelerado, observado principalmente a partir da década de 1960. De acordo com Trentin (2008), nesta década o município já apresentava uma taxa de urbanização de 84,5% (a RMC chegou a esta taxa somente na década de 1990). Contudo, a ocupação urbana era de apenas 15,22 km², que demonstrava uma estrutura insuficiente para atender a demanda populacional da época, obrigando a população, nas décadas seguintes, a ocuparem outras áreas do município, favorecendo a intensificação da expansão da malha urbana. Atualmente, a população de Americana-SP está concentrada a oeste da rodovia Anhanguera (SP-330), que corta o município no sentido norte-sul. A Fig. 2 apresenta a densidade populacional pelos setores censitários em Americana-SP.

No que diz respeito a vegetação original,

o remanescente pode ser observado em duas pequenas áreas do pós-represa e uma nas proximidades da rodovia Anhanguera, no Distrito Industrial, na qual somadas atingem apenas 1,0 km² (0,69%) da área total do município. Outros exemplares são encontrados na forma de mata ciliar presentes às margens dos cursos d'água, não estando estas, presentes na totalidade, como determina as legislações ambientais, tais como a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, que revoga o Código Florestal (Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965), e as Resoluções CONAMA 302 e 303, ambas de 20 de março de 2002, que dispõem sobre os limites das áreas de preservação permanente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Pautada em uma metodologia empírico-analítica, a pesquisa foi embasada na fundamentação teórica na forma de revisão bibliográfica e na especificação das variáveis manipuladas durante o desenvolvimento das etapas metodológicas, estas últimas realizadas basicamente em ambiente SIG com a aplicação de técnicas de coleta e descrição de dados e análise de conteúdos em produtos de sensoriamento remoto, possibilitando uma análise integrada da área de estudo, fornecendo subsídios analíticos que permitiram atingir o objetivo aqui proposto.

2.1 Material

Os materiais selecionados e utilizados foram fundamentais para execução das etapas metodológicas realizadas em ambiente SIG, sendo estes compostos basicamente de produtos cartográficos e de sensoriamento remoto, que possibilitaram, inicialmente, um primeiro contato com a área de estudo e, posteriormente, servindo de base para coleta de dados de interesse. A utilização de *software* de SIG possibilitou a integração e análise dos dados coletados.

2.1.1 Documentos cartográficos e produtos de sensoriamento remoto

Foram utilizados:

- Planta Cadastral Digital do município de Americana-SP, 1:10.000, de 2010, cedida pela Prefeitura Municipal;
- Mapa Digital de Sistema de Áreas Verdes – SAV, 1:30.000, de 2006,

fornecida pela Prefeitura Municipal de Americana;

- Mapa Digital de Setores Censitários do IBGE, 1:10:000, de 2010;
- Carta topográfica, 1:50.000, IBGE, Folhas SF 23-Y-A-V-3 (Americana-SP), de 1970, e SF 23-Y-A-V-1 (Limeira-SP), de 1983.
- 15 fotografias aéreas, na escala de 1:5.000, de 2008; cedidas pela Prefeitura Municipal de Americana.

2.1.2 Software e Equipamentos

Foram utilizados:

- SIG/ArcGIS 9.3 da empresa ESRI, instalado no Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro-SP (DEPLAN/IGCE/UNESP);
- GPS de navegação, Modelo 76, da empresa Garmin;

2.2 Métodos

A execução deste estudo foi pautada em levantamento bibliográfico, técnicas de processamento digital de dados, que inclui fotointerpretação de fotografias aéreas, digitalização de feições em software de SIG e construção de banco de dados, além de trabalhos de campo, como suporte para análises quali-quantitativas das áreas verdes como indicador da qualidade ambiental urbana no município de Americana-SP. A Fig. 3 expõe a síntese da sequência metodologia adotada.

2.2.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico serviu de base para a fundamentação teórico-metodológica do tema em questão e a seleção da área de estudo. Foram selecionadas referências gerais e específicas que contribuíram significativamente para a compreensão da dinâmica urbana do município de Americana-SP, focando em questões envolvendo a qualidade ambiental urbana. Também, foi consultado um amplo número de obras abrangendo a temática “áreas verdes” para sua consistente definição.

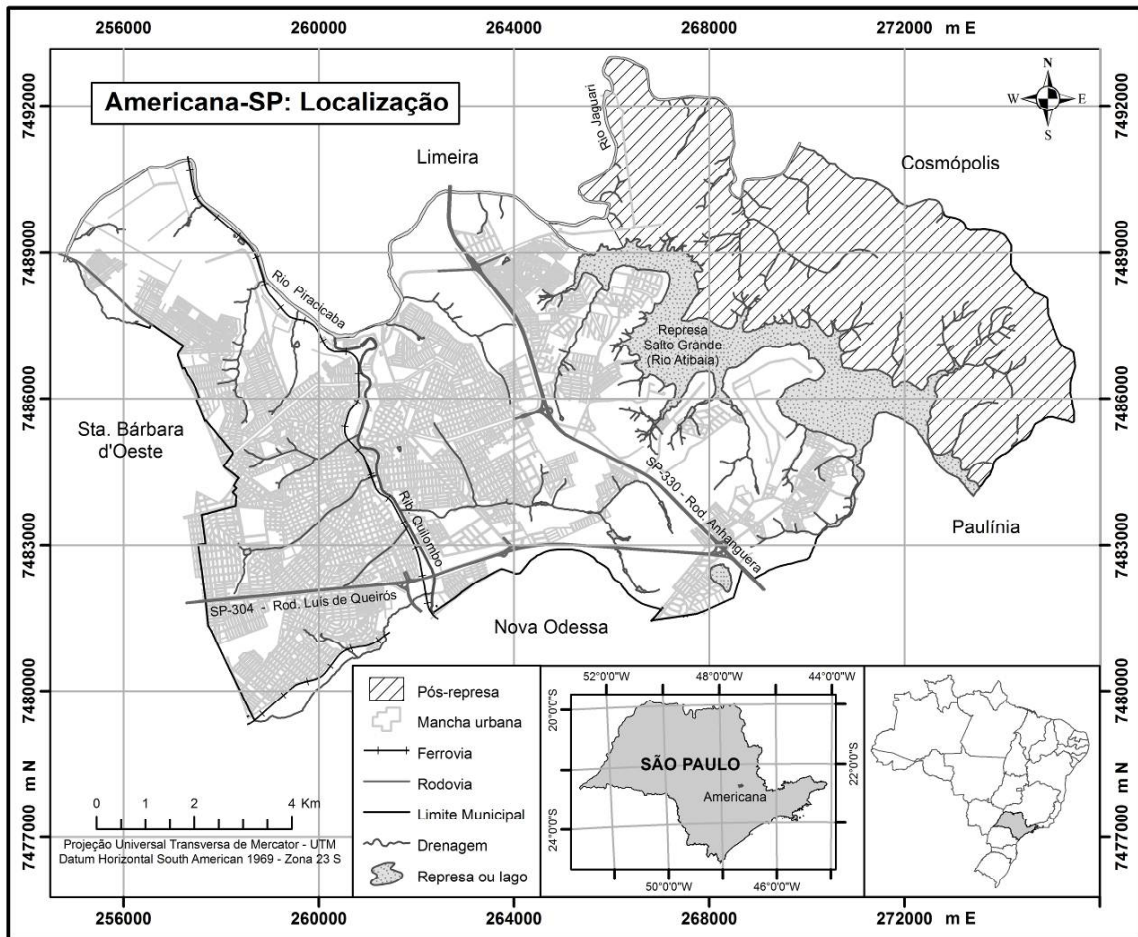


Fig. 1 - Localização da área de estudo.

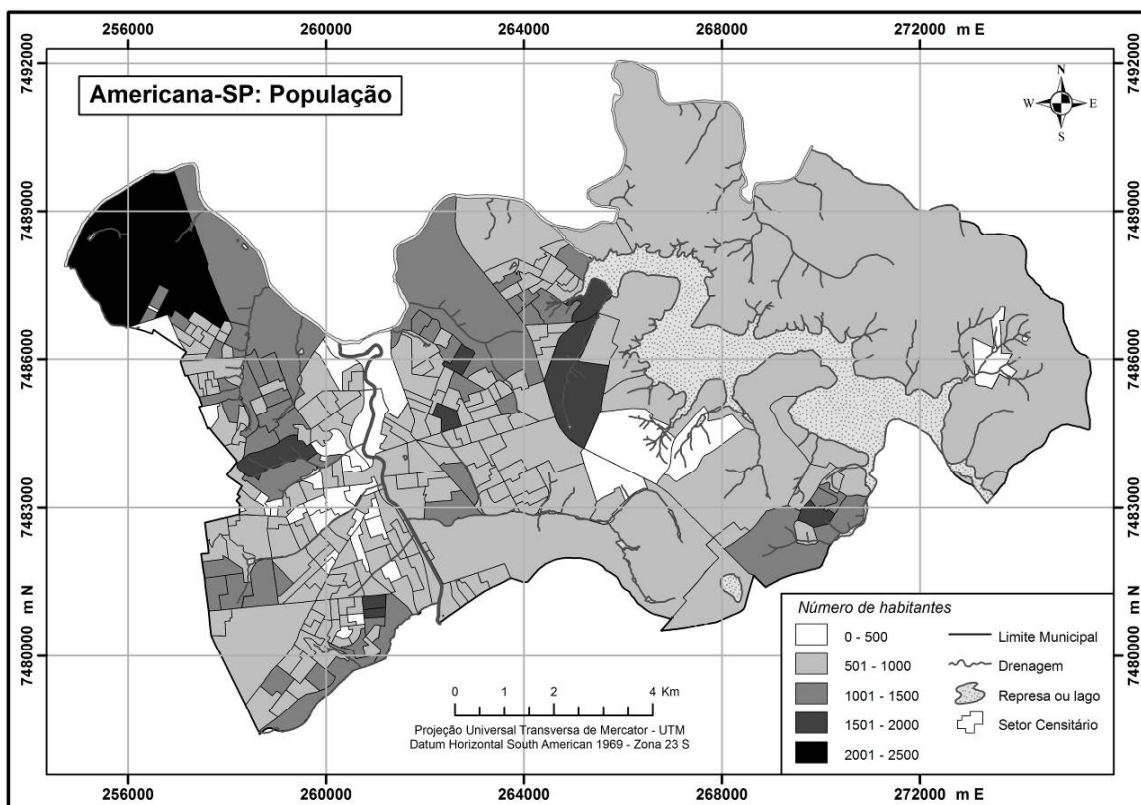


Fig. 2 - Densidade populacional pelos setores censitários em Americana-SP. Fonte: IBGE, 2010.

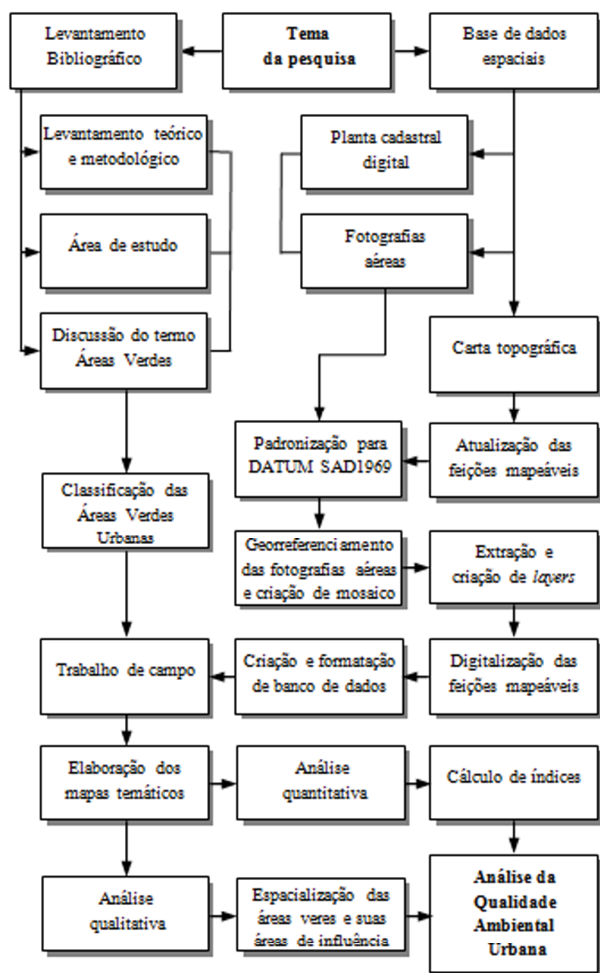


Fig. 3 – Síntese da sequência metodológica adotada.

2.2.2 Classificação das áreas verdes

Para classificação das áreas verdes, não foi considerada a área denominada como “pós-represa”. Apesar desta ser uma área de expansão urbana, não foi analisada por não apresentar qualquer tipo de urbanização, sendo ocupada basicamente por atividades agrícolas, com destaque ao cultivo de cana-de-açúcar.

A área analisada compreende a cidade. Esta é composta por espaços edificados, espaços de integração e espaços livres de construção. No presente estudo considera-se como espaços edificados àqueles em que o uso da terra é de efetiva ocupação humana, ou seja, habitação, indústria, comércio, escolas etc. Espaços de integração são caracterizados pela rede viária (ruas, avenidas etc.). Espaços livres de construção são constituídos por espaços ao ar livre, destinados a diversos tipos de usos como conservação da natureza e/ou recreação ou práticas de esporte ou entretenimento.

Considerando que as áreas verdes estão

localizadas nos espaços livres de construção, os espaços edificados e os de integração não foram avaliados por não fazerem parte dos objetivos deste estudo. As áreas consideradas como “áreas verdes” foram identificadas quando estas atenderam os critérios expostos na Fig. 4.

2.2.3 Análise quali-quantitativa

A análise quantitativa foi realizada considerando a relação da área total ocupada pelas áreas verdes com a área total do território, através do cálculo do índice PAV (Percentual de Áreas Verdes). Também realizou-se uma relação da área total ocupada por estas áreas verdes com o total de habitantes que vivem no território delimitado, resultante do cálculo do índice de IAVHab (Índice de Áreas Verdes por Habitante). Estes índices foram aplicados no território a oeste da represa Salto Grande, onde se localiza a cidade de Americana-SP, e nos 259 setores censitários que o compõem. Vale ressaltar que o município é dividido em 261 setores censitários, sendo apenas dois destes não pertencentes a área delimitada para este estudo (Fig. 5).

O cálculo do PAV (1), segundo Bargas (2010), é o quociente da divisão entre a somatória das áreas verdes de um setor censitário ou

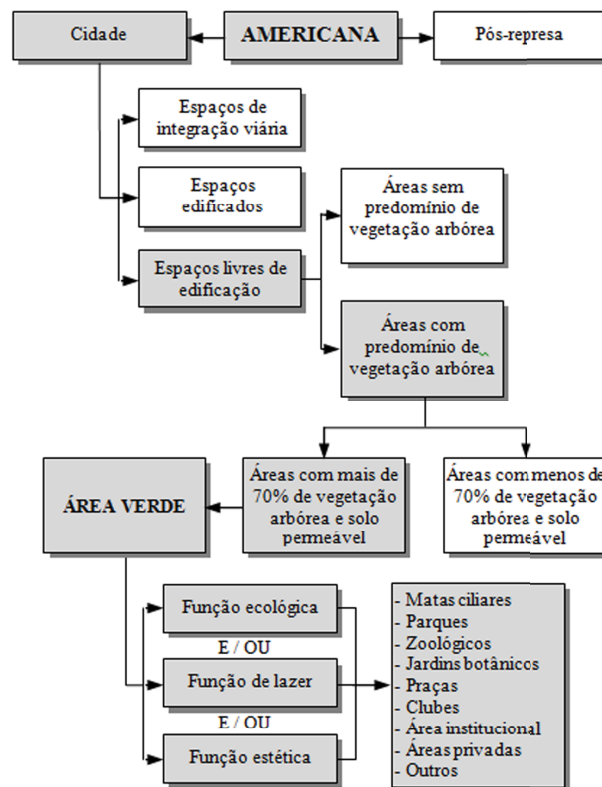


Fig. 4 – Esquema para identificação das áreas verdes

território delimitado, em m² (ΣAV), por sua área total, em m² (AT):

$$PAV=(\Sigma AV/AT) \quad (1)$$

O cálculo do IAVHab (2), expresso em m²/hab., de acordo com Bargos (2010), é o quociente da divisão entre a somatória das áreas verdes de um setor censitário ou território delimitado, em m² (ΣAV), pelo número total de habitantes dos mesmos (H):

$$IAVHab=(\Sigma AV/H) \quad (2)$$

Para a análise qualitativa, foram elaborados mapas para os índices PAV e IAVHab calculados, possibilitando uma visualização da distribuição efetiva das áreas verdes no território delimitado e nos seus respectivos setores censitários, verificando suas concentrações e dispersões.

Na análise qualitativa ainda foi considerada a delimitação das áreas de influência das áreas verdes, representada através de produto cartográfico, que possibilitou a visualização do alcance dos benefícios gerados por estas referidas áreas pelo território delimitado. Para tal, foi considerado um raio de 500 metros a partir do entorno destas áreas verdes, conforme sugerido por Bargos (2010), já exposto anteriormente.

2.2.4 Trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado como suporte para:

calibração e validação da análise das áreas verdes mapeadas através do mosaico de fotografias aéreas de Americana de 2008, considerando os pontos de visita com diferentes padrões de áreas verdes pré-selecionadas (praça, mata de reflorestamento, mata nativa, mata ciliar, área arborizada em local privado). Esses padrões foram escolhidos pois são comumente encontrados nas cidades e, no caso de Americana-SP, esses foram identificados em uma análise preliminar do mosaico de fotografias aéreas;

validação do georreferenciamento realizado nas fotografias aéreas através da medição das coordenadas por GPS de navegação;

2.2.5 Elaboração da base de dados cartográficos e de mapas temáticos

A base digital de dados cartográficos foi

elaborada a partir da Planta Cadastral Digital (arquivo dwg) do município de Americana-SP, na escala 1:10.000 e das fotografias aéreas de 2008, na escala 1:5.000, ambas fornecidas pela Prefeitura Municipal, e da Base Digital de Setores Censitários de 2010 do IBGE.

Inicialmente padronizou-se as bases no sistema de coordenadas UTM (metros) e no Datum Horizontal South American 1969, no ambiente do SIG/ArcGIS. Realizou-se o georreferenciamento das fotografias aéreas utilizando pontos de controle da Planta Cadastral Digital, possibilitando a criação do mosaico. Foram selecionados 15 pontos de controle para cada fotografia aérea, que coincidiram com formas geométricas definidas (esquinas de cruzamentos de ruas, drenagem, estradas etc.). O PEC (Padrão de Exatidão Cartográfico) foi calculado a partir de pontos de controle coletados em campo com GPS de navegação, sendo também selecionados 15 pontos nas áreas correspondentes a cada fotografia aérea. O EMQ (Erro Médio Quadrático) encontrado foi 5,7 m e o PEC foi 9,38 m, sendo determinado o padrão de exatidão como Classe A, para a escala de 1:100.000 utilizado nos produtos cartográficos.

A etapa seguinte foi à extração dos *layers* estradas, ferrovias, limite municipal, hidrografia, quadras entre outros, da Planta Cadastral Digital de Americana, para elaboração dos mapas temáticos. Foram criados arquivos do tipo *shapefile* para cada *layer*:

Posteriormente, a hidrografia foi atualizada, com base no mosaico de fotografias aéreas de 2008 e, como suporte, nas cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, folhas de Americana-SP e Limeira-SP, realizando-se a delimitação manual das informações inexistentes na Planta Cadastral Digital de Americana.

Com a base de dados cartográficos digitais devidamente construídas e tratadas, foram elaborados os mapas, na escala de 1:100.000, compreendendo os seguintes temas:

- áreas de concentração de vegetação arbórea;
- distribuição das áreas verdes urbanas;
- Percentual de Áreas Verdes Urbanas por setor censitário – PAV;
- Índice de Áreas Verdes Urbanas por habitantes por setor censitário – IAVHab;

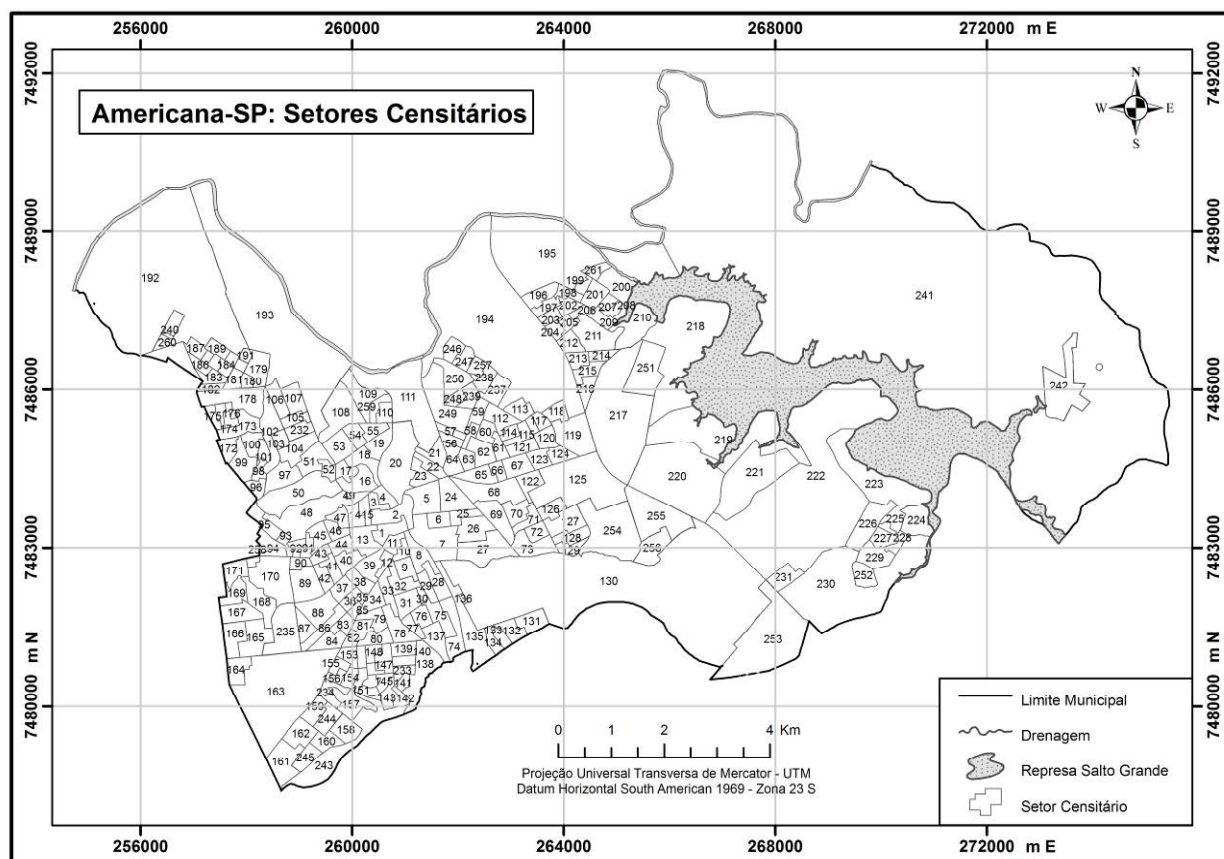


Fig. 5 - Divisão e identificação dos setores censitários em Americana-SP. Fonte: IBGE, 2010.

- áreas de influência das áreas verdes.

O mapa das áreas de concentração de vegetação arbórea foi elaborado a partir da análise do mosaico de fotografias aéreas 1:5.000 de 2008. Foram delimitadas as áreas com predominância de vegetação arbórea, exceto as de acompanhamento viário, pois, conforme a metodologia utilizada, estas não se enquadram na categoria de área verde. Para a delimitação, consideraram-se as copas das árvores, sendo determinada como concentração de vegetação arbórea as que apresentavam uma dimensão maior que 50 m² (na escala de trabalho de digitalização em tela de 1.2.000). Este mapa (Fig. 6) foi preliminar na classificação das áreas verdes urbanas.

Na etapa seguinte, alguns locais de concentração de vegetação arbórea, sendo considerados neste momento como possíveis áreas verdes, foram selecionados como amostras para serem verificadas em campo. Diferentes padrões foram analisados (praça, mata de reflorestamento, mata nativa, mata ciliar, área arborizada em local privado), sendo estes identificados no mosaico de fotografias aéreas

por parâmetros de fotointerpretação (forma, tamanho, textura, cor etc.). Esses locais são apresentados na Fig. 7 na e Tabela 1.

Posteriormente, o mapa de distribuição das áreas verdes urbanas foi elaborado. Neste foram mantidas somente as áreas de concentração arbórea que foram classificadas, após trabalho de campo e reavaliação do mosaico de fotografias aéreas, como áreas verdes, seguindo a metodologia exposta na Fig. 4. Este mapa foi à base para a elaboração dos mapas seguintes. Para o PAV e o IAVHab, elaboraram-se os mapas com base nos dados de setores censitários de Americana-SP de 2010 do IBGE e do mapa da distribuição das áreas verdes urbanas. Os cálculos de PAV e do IAVHab foi realizado em planilha eletrônica, que posteriormente foi transferida para o banco de dados do SIG/ArcGIS.

Por fim, o mapa de áreas de influência das áreas verdes foi construído a partir do mapa de distribuição das áreas verdes urbanas. A delimitação das áreas de influência foi realizada de forma automática pelo SIG/ArcGIS, através da ferramenta *buffer*, levando-se em conta o raio de 500 metros a partir do entorno imediato da

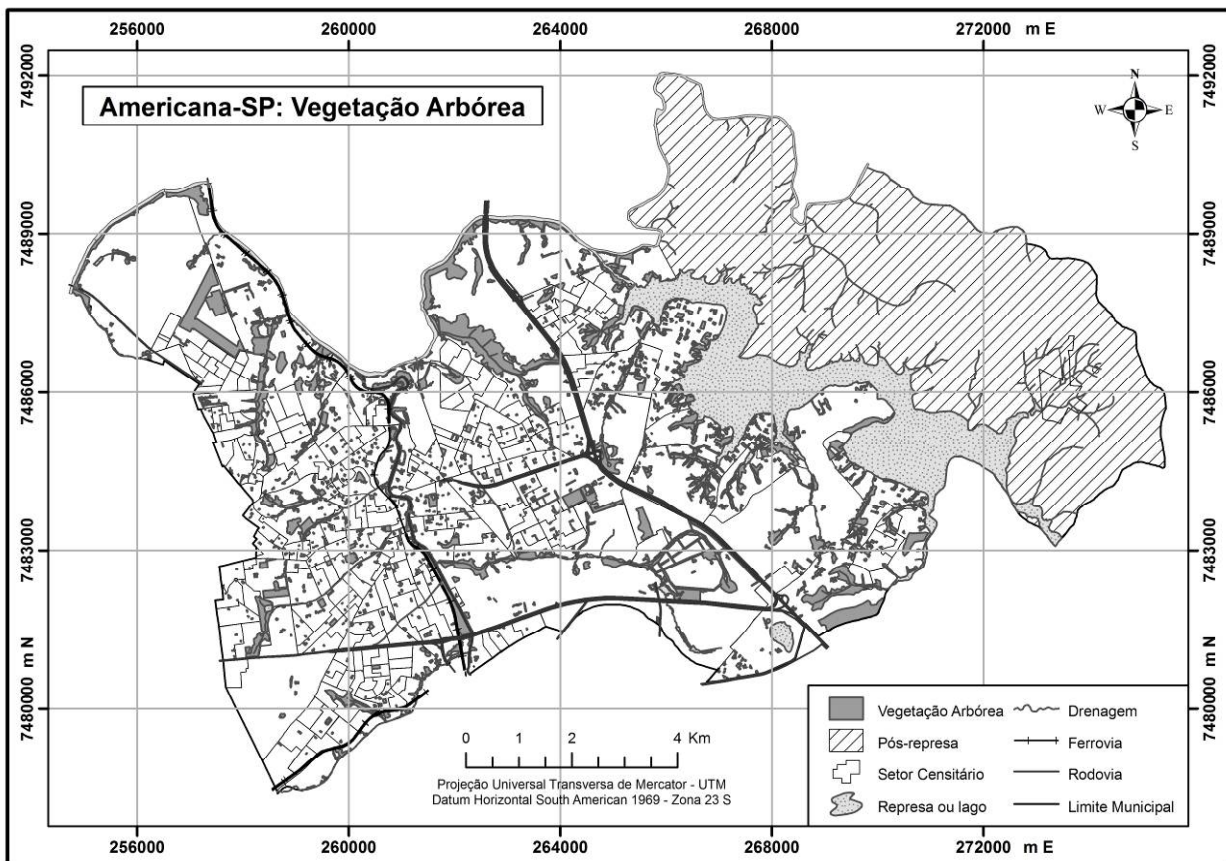


Fig. 6 - Distribuição das áreas de concentração de vegetação arbórea em Americana-SP.

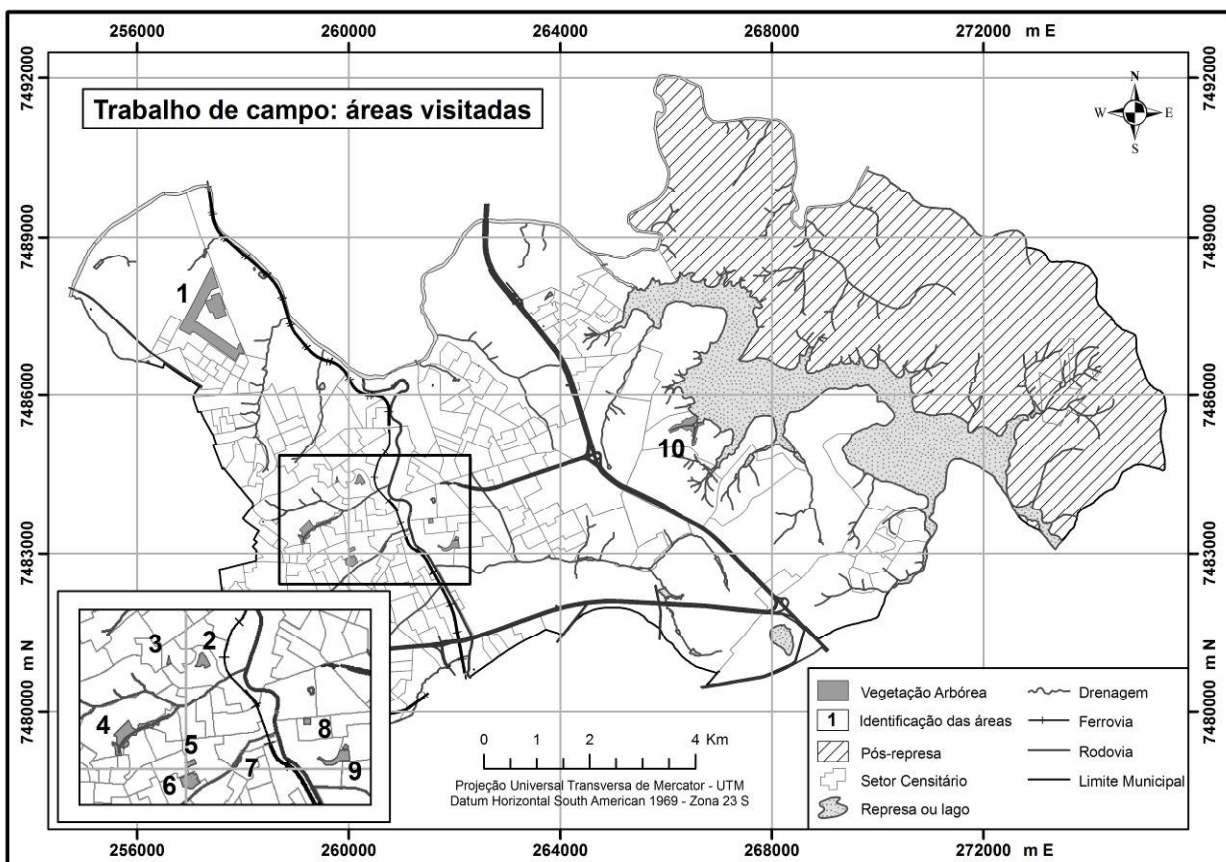


Fig. 7 - Áreas visitadas no trabalho de campo para identificação das áreas verdes.

Tabela 1: Áreas analisadas no trabalho de campo

Área de análise	Categoria	Bairro	Área Verde
01	Área de reflorestamento	Jardim da Paz	Sim
02	Praça	Jardim Bela Vista	Sim
03	Praça	Jardim S. Domingos	Não
04	Mata ciliar (APP)	Vila Massucheto	Sim
05	Praça	Jardim Girassol	Não
06	Área arborizada privada	Jardim Girassol	Sim
07	Praça	Centro	Não
08	Praça	Vila N. S. de Fátima	Não
09	Área de reflorestamento	Werner Plaas	Sim
10	Mata ciliar (APP)	Barroca	Sim

área verde, conforme sugerido por Bargos (2010).

3. RESULTADOS

Os resultados são apresentados seguindo uma sequência lógica a partir das etapas metodológicas empregadas neste estudo, partindo das análises realizadas durante o trabalho de campo, fundamentais para a identificação efetiva das áreas verdes e das análises quali-quantitativas, pautadas na avaliação da concentração e distribuição destas áreas e do cálculo de índices, assim como a identificação da área de influência exercida pelas mesmas.

3.1 Áreas analisadas no trabalho de campo

A área 01 (Fig. 8a) é caracterizada por reflorestamento de eucaliptos. Localizada no bairro Jardim da Paz, sendo este caracterizado por moradias populares. Sua dimensão é de 579.396 m², sendo a maior área verde do município. Sua classificação se deu pelo fato de apresentar vegetação arbórea predominante, solo permeável em toda sua totalidade e por exercer as funções ecológica e estética.

A área 02 (Fig. 8b) é uma praça com uma área de 14.235 m². É classificada como área

verde pela predominância de vegetação arbórea e solo permeável maior que 70%, além de exercer as funções ecológicas e estéticas.

A área 03 (Fig. 8c) é uma pequena praça (2.837m²). Não é classificada como área verde, uma vez que é predominantemente pavimentada, abaixo do mínimo de 70% de área permeável.

A área 04 (Fig. 8d) é formada por mata ciliar. É uma área de APP (Área de Preservação Permanente), com exemplares de vegetação nativa, sendo classificada como área verde. Apresenta fortes sinais de pressão urbana, como restos de construção, pichação nas rochas afloradas, poluição da água (visível pela sua coloração esbranquiçada) etc. As APP's são por excelência áreas verdes, uma vez que apresentam predominância de vegetação arbórea, são livres de impermeabilização e exercem função estética, e, principalmente, função ecológica.

A área 05 (Fig. 8e) é uma praça que ocupa uma área de 7.800 m². Não é classificada como área verde, já que a relação entre gramado e árvore é de aproximadamente 1:1, não havendo, então, predominância de vegetação arbórea.

A área 06 (Fig. 8f) com aproximadamente 20.000 m², é considerada uma área verde de uso privado, caracterizada por solo com permeabilidade maior que 70% e predominância de vegetação arbórea, com funções estética e ecológica.

A área 07 (Fig. 8g) é uma praça localizada no centro da cidade. No momento da visita, obras de revitalização estavam sendo realizadas, estando o local totalmente descaracterizado. Desta forma, naquele momento, não foi possível categorizá-la como área verde.

A área 08 (Fig. 8h), com 6.900 m², é uma praça não considerada como área verde, já que a área de solo permeável é menor que 70%.

Na área 09 (Fig. 8i) localiza-se uma porção de reflorestamento de pinus e uma de vegetação de capoeira. Estas se encontram no bairro Werner Plaas, no qual residem famílias de classe média e alta. A área em questão é de aproximadamente 84.000 m². A classificação como área verde se deve por apresentar vegetação arbórea predominante, solo permeável em toda sua totalidade e por exercer as funções ecológica e estética.

Na área 10 (Fig. 8j), encontra-se uma porção de mata ciliar (APP), as margens da

represa Salto Grande. Há predominância de chácaras nas áreas vizinhas. Por se tratar de uma APP, é classificada como área verde.

Após a análise em campo das amostras que foram selecionadas preliminarmente, iniciou-se efetivamente a identificação das áreas verdes, através de uma análise cuidadosa das áreas demarcadas como concentração de vegetação arbórea, estas delimitadas a partir do mosaico de fotografias aéreas. A Fig. 9 retrata a distribuição das áreas verdes identificadas nesta análise.

3.2 Áreas verdes na cidade de Americana-SP

Com a identificação e o mapeamento das áreas verdes, verificou-se que estas correspondem a uma área total de 6.185.654 m² (6,19 km²).

Realizando uma análise na Fig. 9, é possível observar que as áreas verdes de maiores dimensões (com exceção da maior, a noroeste do município) encontram-se nas proximidades da rodovia Anhanguera (área de concentração industrial) e as margens da represa Salto Grande, local onde há uma expressiva quantidade de nascentes e áreas de APP, além da presença considerável de chácaras. Na área de maior densidade urbana, localizada próximo às margens do ribeirão Quilombo e de seus afluentes, as áreas verdes são encontradas como pequenos fragmentos dispersos pelo território, tais como praças e remanescentes de mata ciliar. À noroeste do município estão localizadas duas áreas verdes de dimensões expressivas, sendo uma caracterizada por reflorestamento de eucaliptos, com 579.396 m², e a outra, vizinha da primeira, ao sul, uma mata ciliar com 258.166 m².

Analisando a distribuição das áreas verdes pelos setores censitários, verifica-se que estas estão presentes em 94 (36,3%) dos 259 setores localizados na área de estudo.

Observa-se que a vegetação ciliar, mesmo estando presente de forma fragmentada às margens dos corpos d'água, é fundamental na composição das áreas verdes, uma vez que estas correspondem a 73,5% do total destas áreas, o que implica na necessidade de políticas públicas de manutenção e conservação deste tipo de vegetação no município.

3.3 Áreas verdes: índices da cidade de Americana-SP

No cálculo do índice PAV, considerando que a área correspondente a oeste da represa Salto Grande é de 92 km² e a área total ocupada pelas áreas verdes é de 6,19 km², o valor encontrado foi de 6,73%.

O cálculo do PAV também foi realizado para cada um dos 259 setores censitários presentes na área delimitada para estudo, dos quais 165 (63,7%) apresentaram PAV igual a zero (ausência de áreas verdes). Para os setores censitários com PAV maior que zero, 45,8% apresentaram um percentual menor que 5,0% de áreas verdes (Fig. 10).

Para o cálculo do IAVHab, considerando que a população urbana oficial de Americana-SP é de 209.654 habitantes (que corresponde a população da área delimitada para estudo) e que as áreas verdes ocupam uma área 6.185.654 m², o resultado obtido para este índice foi de 29,50 m²/hab.

O IAVHab mensurado para a área de estudo aparenta ser elevado. No entanto, se considerarmos a recomendação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - SBAU, que orienta um índice mínimo de 15 m²/hab. de áreas verdes públicas destinadas à recreação, o valor de IAVHab cairá drasticamente. Isso porque há somente cinco áreas verdes nesta categoria em toda a cidade, que juntas correspondem a uma área de 270.984 m², gerando um índice de apenas 1,29 m²/hab. Além disso, as áreas verdes estão fragmentadas e distribuídas de forma heterogênea, fato que pode ser visualizado pelo índice baixo ou nulo de PAV em mais da metade dos setores censitários, sendo estes, em sua maioria, localizados na região central (área de maior densidade construtiva).

Entre os setores censitários analisados, 54 (57,5%) com PAV maior que zero apresentam IAVHab menor que o 29,50 m²/hab. calculado para a área delimitada para estudo. Três setores apresentam o IAVHab maior que 500 m²/hab., sendo que um destes atinge 2.007,52 m²/hab., mas com apenas 52 habitantes, justificando este elevado valor. Estes três setores têm em comum o fato de estarem fora da área de maior densidade construtiva e por serem ocupados por drenagens

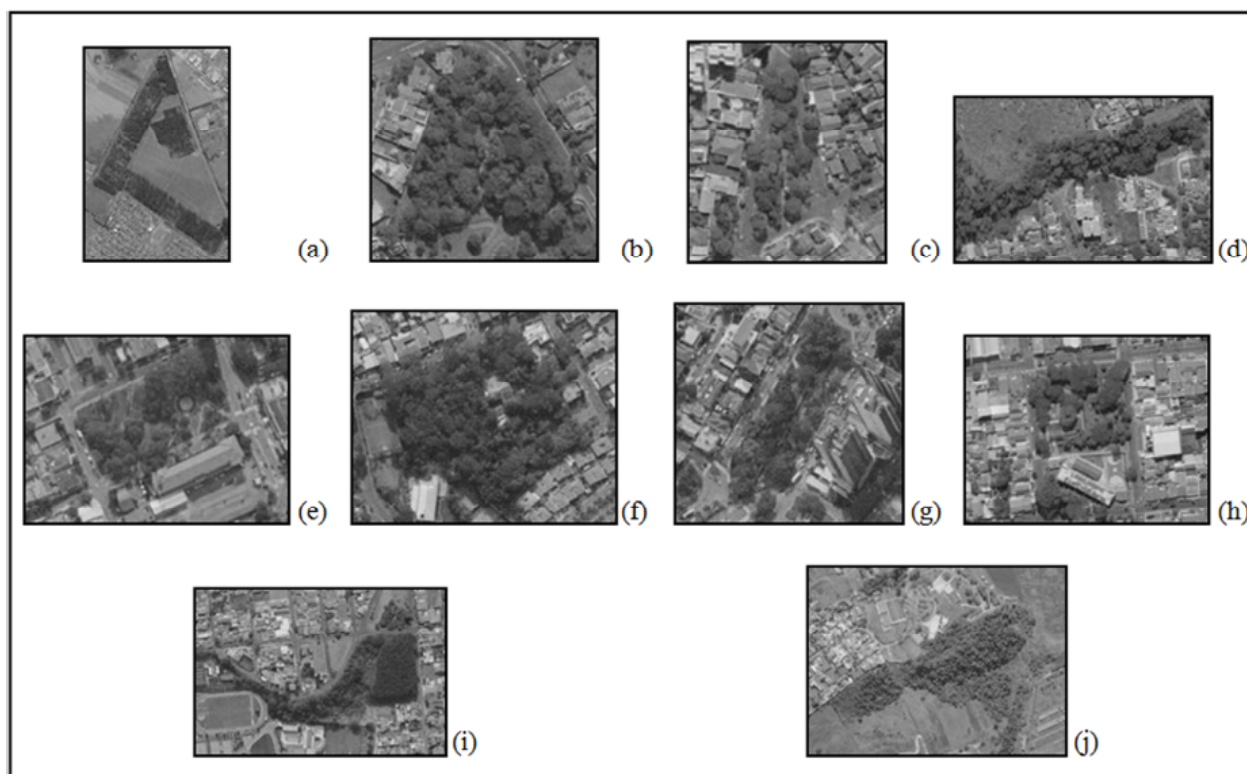


Fig. 8 - Áreas analisadas no trabalho de campo. (a) Área de reflorestamento no Jardim da Paz; (b) Praça no Jardim Bela Vista; (c) Praça no Jardim São Domingos; (d) Mata ciliar na Vila Massucheto; (e) Praça no Jardim Girassol; (f) Área arborizada privada no Jardim Girassol; (g) Praça no centro da cidade; (h) Praça na Vila Nossa Senhora de Fátima; (i) Área de reflorestamento no bairro Wener Plaas; (j) Mata ciliar no bairro Barroca. Recorte de fotografias aéreas 1:5.000 (2008).

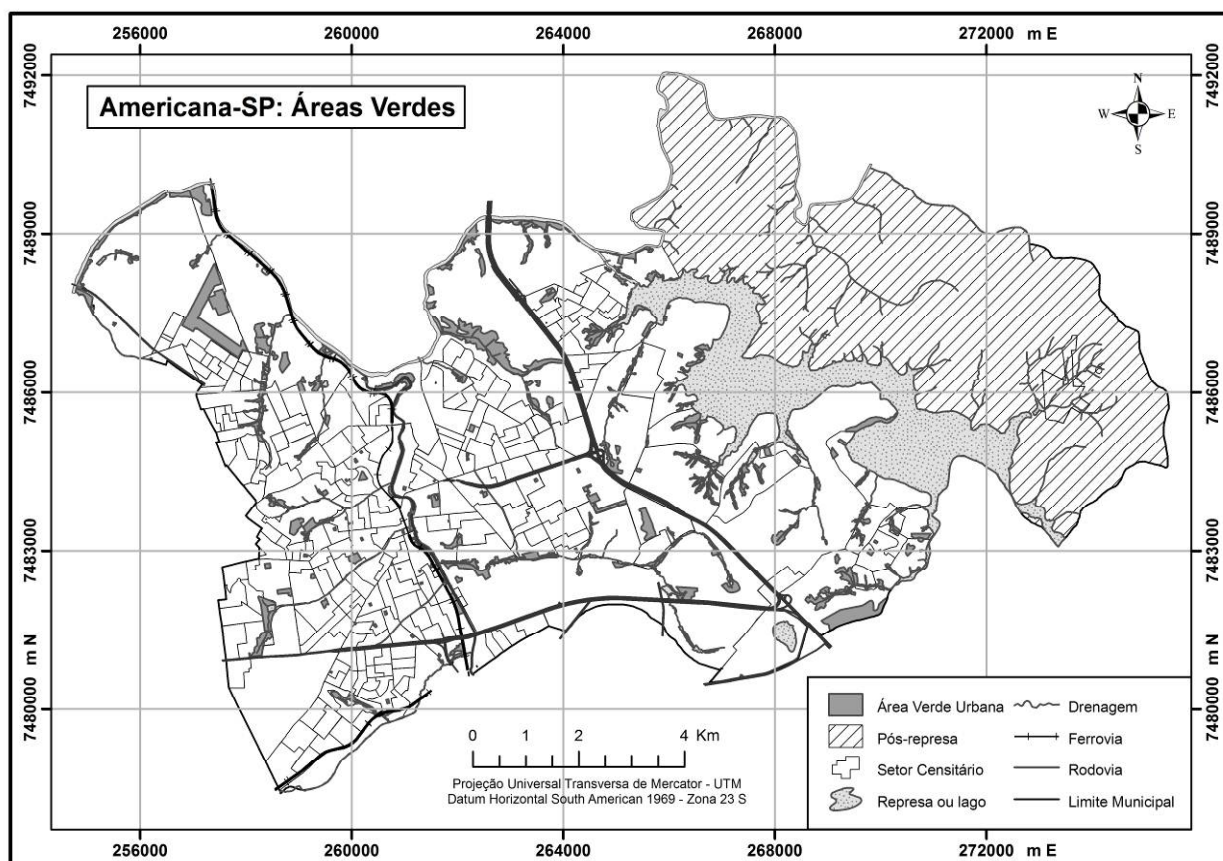


Fig. 9 - Distribuição das áreas verdes na cidade de Americana-SP.

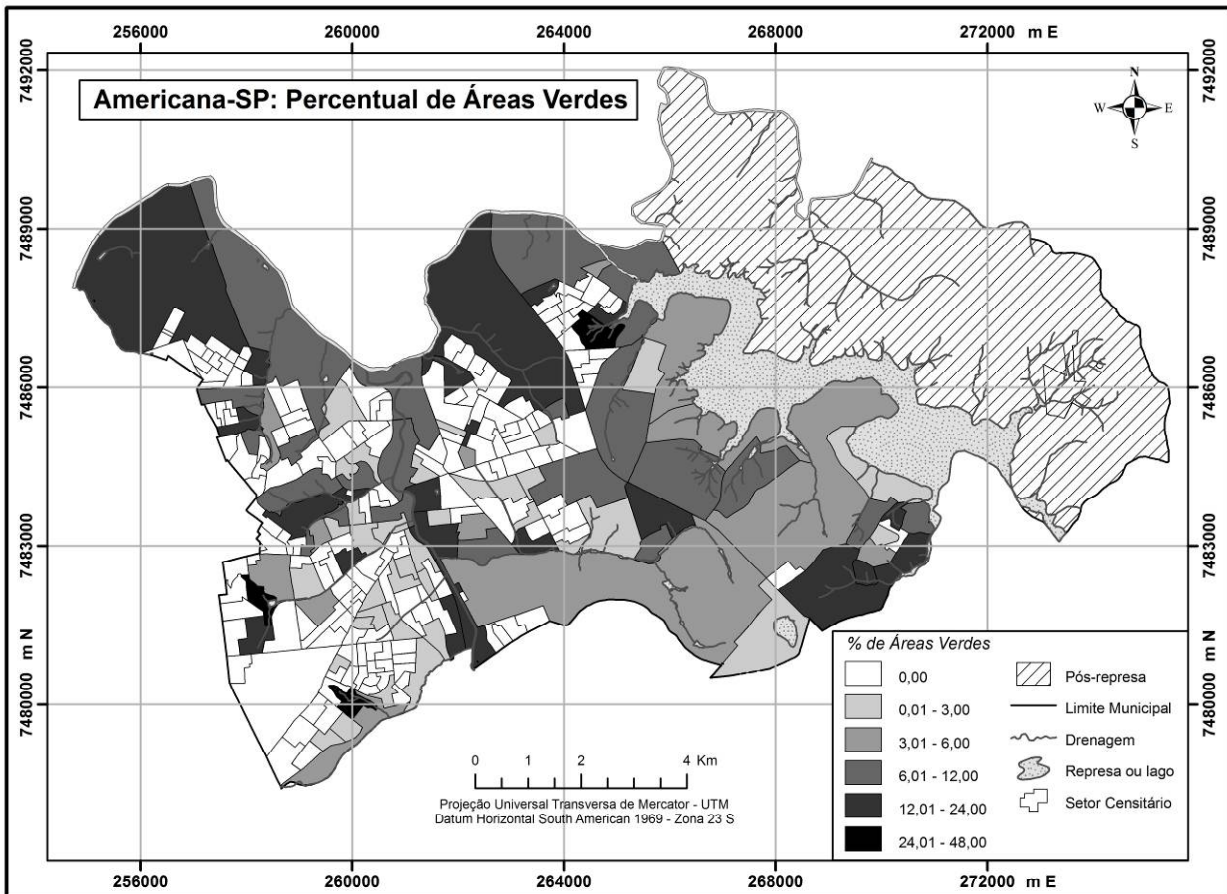


Fig. 10 - Percentual de áreas verdes por setor censitário em Americana-SP.

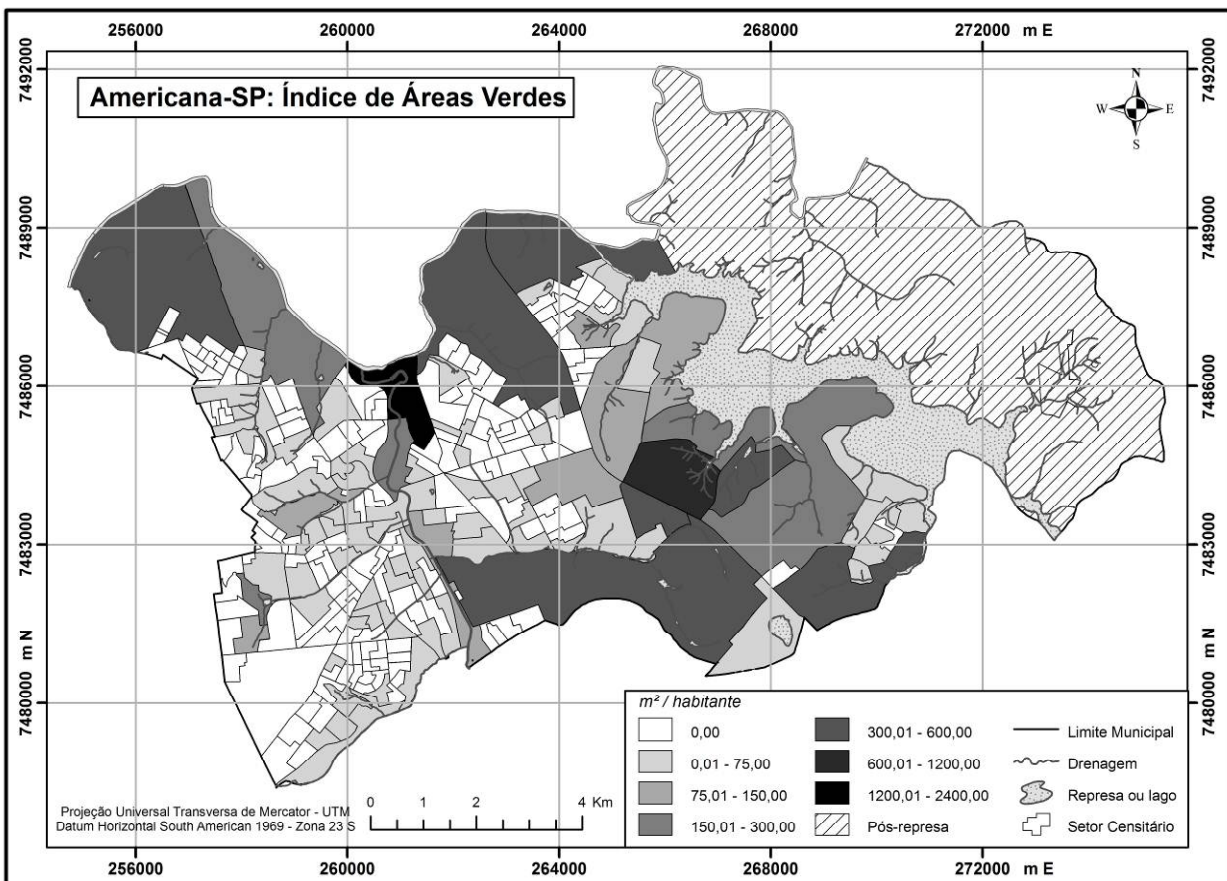


Fig. 11 - Índice de áreas verdes por habitante por setor censitário em Americana-SP.

que apresentam vegetação ciliar preservada (Fig. 11). Se o IAVHab destes três setores não forem considerados no cálculo para todo o território estudado, este índice diminui para 24,46 m²/hab.

A população dos setores censitários com IAVHab baixos ou nulos não usufruem diretamente do índice de 29,50 m²/hab., já que este é um valor médio. Essas pessoas são beneficiadas pela influência exercida pelas áreas verdes de setores censitários vizinhos.

Para a análise da área de influência, como exposto anteriormente, foi considerado um raio de alcance dos benefícios gerados pelas áreas verdes de 500 metros a partir de seu entorno. Na Fig. 12, observa-se que a cidade de Americana-SP recebe influência das áreas verdes quase que em sua totalidade, havendo pequenos vazios na área central e a noroeste do município. Já o setor sudoeste pouco se beneficia destas áreas, fato constatado pela presença dos maiores vazios de área de influência. Porém, nesta localidade, conforme visualizado durante a análise do mosaico de fotografias aéreas, encontram-se áreas e lotes desocupados, além de uma pequena propriedade rural, apresentando baixa densidade demográfica.

Na análise das áreas de influência, observa-se mais uma vez a importância da vegetação ciliar que acompanha as drenagens.

Estas funcionam como uma conexão entre as áreas de influências dos pequenos fragmentos, favorecendo todo o território em questão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a vegetação é fundamental para a manutenção da qualidade ambiental e, que a presença de áreas verdes podem ser utilizadas como indicador para avaliação desta qualidade ambiental, como já exposto anteriormente, pode-se considerar que a metodologia adotada para este estudo foi satisfatória, uma vez que possibilitou o mapeamento e a análise da configuração espacial das áreas verdes urbanas, como indicador, através de cálculo dos índices.

O uso das geotecnologias foi fundamental para este estudo, já que promoveu agilidade na identificação das áreas verdes, através da fotointerpretação de fotografias aéreas e do uso de *software* de SIG, favorecendo também na análise geral da cidade e em cada setor censitário,

contribuindo para a realização das análises quali-quantitativas.

O trabalho de campo foi imprescindível para calibração do mapeamento das áreas verdes, permitindo a confirmação *in locu* dos atributos considerados para delimitação das mesmas nas fotografias aéreas.

A realização de uma análise das áreas verdes, a partir de sua distribuição e concentração pelos setores censitários, permitiu um detalhamento da cidade, comparando diferentes regiões dentro da área de estudo. Este tipo de escala de análise evitou uma homogeneização incorreta da informação espacial relacionada as áreas verdes no território estudado. Desta forma, foi possível visualizar os locais na cidade com maior carência de áreas verdes, contribuindo para a construção de um banco de dados que servirá de base para a elaboração políticas voltadas para melhoria da qualidade ambiental na cidade.

A análise por setores censitários possibilitou verificar ainda a importância que as matas ciliares apresentam na composição das áreas verdes pelo território da cidade, respondendo estas por 73,5% do total. Isso se demonstra no mínimo preocupante, se avaliarmos sob dois fatores: primeiro, as matas ciliares se apresentam de forma fragmentada e sofrem forte pressão da urbanização, sendo um constante ameaça a sua preservação, mesmo estando amparada por legislação ambiental; o segundo fator a ser avaliado é o de se as matas ciliares têm grande participação na composição das áreas verdes, significa que a presença de praças arborizadas e de parques urbanos estão deficitários pela cidade, devendo haver uma atenção da administração pública sobre este tema.

A delimitação das áreas de influências das áreas verdes demonstrou que há um alcance dos benefícios gerados por estas em quase todo o território da cidade. No entanto, observa-se a necessidade de aprimoramento, em estudos futuros, da metodologia para a este tipo de análise. Isso porque, há áreas verdes de diversas dimensões, o que nos faz indagar se há diferença entre os benefícios gerados por uma de grande e outra de pequena dimensão territorial. Além disso, qual seria o raio de influência adequado para um área verde de grande dimensão? E para uma área verde de pequena dimensão? Desta forma, uma pesquisa aprofundada se faz

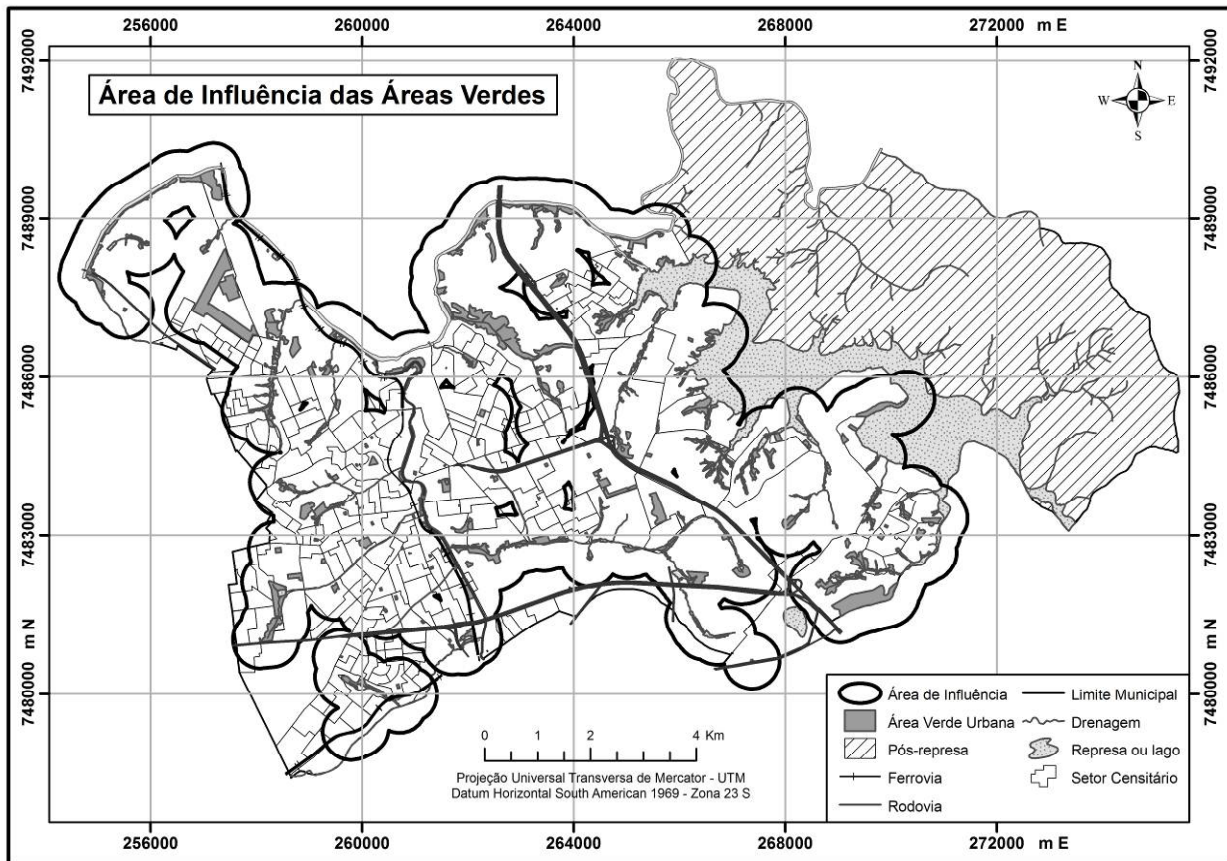


Fig. 12 - Áreas de influência das áreas verdes em Americana-SP.

necessária para avaliar tais questões, uma vez que este não foi o objetivo deste presente estudo.

Frente a análise realizada, pode-se considerar que a qualidade ambiental da cidade de Americana-SP, tendo as áreas verdes como indicador, é deficitária, já que, se considerarmos somente as áreas públicas destinadas para recreação (onde ocorre o contato efetivo entre o homem e estas áreas), o IAVHab calculado cai para apenas 1,29 m²/hab. Além disso as áreas verdes estão distribuídas de forma heterogênea pela cidade, com destaque para a área central, apresentando setores com PAV de 0%. Portanto, frente a esta problemática, o conhecimento da distribuição espacial destas áreas e de sua localização relativa pelo território se demonstra imprescindível para a implantação de programas de preservação e expansão destas, sendo fundamentais para que os benefícios por estas gerados atinjam a população como um todo. Neste sentido, é importante considerar que para a efetivação destes programas, o planejamento ambiental deverá estar integrado ao planejamento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BRASIL. Decreto-Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/112651.htm>. Acesso em: 15 ago. 2012.

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. 111p.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: TAUKE, S. M.; GOBBI, N.; FOWLER, H. G. (Org.). **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** São Paulo: Editora UNESP, 1991, p.88-99. 169p.

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.
- FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión.** Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 2007. 175p.
- FASINA NETO, J.; MATIAS, L. F. Mapas contínuos: uma aplicação ao estudo da cobertura vegetal natural na APA municipal de Campinas-SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro/RJ, n.62/04, p.595-604, 2010. 683p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados da Sinopse por setor censitário.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 mai. 2014.
- _____. **Americana-SP: carta topográfica, Folha SF 23-Y-A-V-3.** 1970. 1 mapa. Escala: 1:50.000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/arquivos/index1.shtm>>. Acesso em: 17 mai. 2014.
- _____. **Americana-SP: malha digital de setores censitários.** 2010. 1 mapa. Escala: 1:10.000. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>>. Acesso em: 10 mai. 2014.
- _____. **Limeira-SP: carta topográfica, Folha SF 23-Y-A-V-1.** 1983. 1 mapa. Escala: 1:50.000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/arquivos/index1.shtm>>. Acesso em: 17 mai. 2014.
- LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUSA, M. A. L. B.; FIALHO, N. O.; DEL PICCHIA, P. C. D. 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.
- LIMA, V.; AMORIM, M. C. T. Metodologias para analisar a qualidade ambiental urbana através de geoprocessamento. In: 12º Encontro de Geógrafos da América Latina, 2009, Montevideu/Uruguai. **Anais...** Montevideu, 2009.
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica.** Porto Alegre: Bookman, 2013. 540p.
- MENDONÇA, F. **Geografia e Meio Ambiente.** São Paulo: Editora Contexto, 2005. 80p.
- MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S., LUCHARI, A. Geografia da Desigualdade Ambiental na Subprefeitura de Campo Limpo, Município de São Paulo. In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, 2005, p.2281-2288. 4568p.
- NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília, MSP.** São Paulo: Humanitas, 2001. 235p.
- 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, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 1996.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006. 461p.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: Edusp, 2001. 384p.
- SCHMIDT, E.; BUCCHERI FILHO, A. T.; KRÖKER, R.; NUCCI, J. C. Método para o mapeamento da qualidade ambiental urbana. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, XI, 2005, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo/SP, Universidade de São Paulo, 2005, p.393-404.
- SPÓSITO, M. E. B. Os embates entre as questões ambientais e sociais no urbano. In: CARLOS, A. F.; LEMOS, A. I. G. (Org.). **Dilemas Urbanos – Novas abordagens sobre a cidade.** São Paulo: Contexto, 2003. 430p.
- TRENTIN, G. **A expansão urbano-industrial do município de Americana-SP: geotecnologias aplicadas à análise temporal e simulação de**

cenários. 2008. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro/SP, 2008.

TUAN, Y. F. Sacred Space: explorations of an idea. In: Butzer, K. W. (Ed.). **Dimension of human geography**. Chicago: University of Chicago, 1978, p.84-100.