

Avaliação das áreas verdes urbanas e da diversidade de aves do Município de Taubaté, SP.

Maria Cecília Barbosa de Toledo¹

Getulio Batista²

Janaina Sant'Ana Maia³

¹Laboratório de Ecologia, IBB - Universidade de Taubaté. Av. Tiradentes 500, CEP. 12010-180, E-mail: Cecília@unitau.br

² Universidade de Taubaté, Departamento de Ciências Agrárias, Taubaté – SP.
E-mail: getulio@agro.unitau.br

³ Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas
Rua José Manoel Reis, nº 100 - CEP 88200-000 - Tijucas – SC, Brasil
E-mail: jan_maia76@yahoo.com.br

Abstract. The urbanization process results in continuous increase of both urban area extension and constructions. This fact makes the urban environments more inhospitable to native fauna. Therefore, the green spaces have an important role in the equilibrium of the urban environment. In addition, remote sensing technology has great potential for acquisition of detailed and accurate land-use information for management and planning of urban green spaces. This work had the objective of analyzing the distribution of green spaces and its relation to bird diversity in the Taubaté city regarding the management and conservation of urban fauna. Was used panchromatic SPOT image data. The image was classified into built-up, green space, and wooded area thematic classes and manual reclassification was made to public green spaces and wooded areas. The results indicated that urban area had approximately 50% of the land covered by some type of vegetation. However, only 1.2% of the wooded patches are public owned areas in Taubaté. Public green spaces are primarily concentrated in downtown region that has high construction density and low diversity and high abundance of the synantropic non-native species. In conclusion, it is necessary to increase the number of the public tree plantations to improve the diversity of urban birds.

Palavras-chave: urban area, green space, bird diversity, area urbana, áreas verdes, diversidade de aves

Introdução

Segundo Miller & Small (2003), a urbanização é um fenômeno que começou na metade do século vinte, tendo seu grande impulso durante o período da revolução industrial e a partir daí vem crescendo rapidamente contabilizando 2,7% da superfície do planeta em 2004 (Center for International Earth Science Information Network, 2004) abrigando mais de 50% da população mundial (United Nations, 2007). O Brasil tem caminhado no mesmo sentido sendo que em 2000 apresentava 12% da área urbanizada (Miranda et al 2005) abrigando mais de 20% da população (IBGE, 2003).

A paisagem urbana, sem dúvida, representa a expressão máxima das atividades humanas, formando assim um ecossistema heterogêneo em função da diversidade de estruturas artificiais e naturais projetadas e construídas pelo homem (Luchiari, 2001; Flores et al. 1998). Por outro lado, as áreas verdes urbanas constituem, fisicamente, a fatia mais próxima do ambiente natural e suas funções ambientais e sociais são mais importantes para os cidadãos do que sua produtividade natural (Bolund e Hunhammar, 1999). As áreas verdes são aquelas que estão mergulhadas na matriz urbana fazendo parte da infra-estrutura das cidades e, diariamente, são utilizadas como vias de ciclistas e pedestres que representam boa parte da população, além de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (Flores et al. 1998).

Assim, as áreas verdes muitas vezes possuem características especiais de manejo e conservação para garantir suas funções ambientais e sociais, sendo de responsabilidade das diferentes escalas governamentais (Fernandez-Juricic e Jokimäki, 2001; Sarvad et al. 2000). Atualmente, os planejadores urbanos têm uma função emergente que é melhorar o desempenho ecológico das áreas verdes urbanas de forma a auxiliar na manutenção da biodiversidade das cidades tornando-as um refúgio para espécies de plantas e animais (Sarvad et al. 2000).

O presente trabalho buscou investigar uma paisagem urbana por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento com o objetivo de identificar e mapear as áreas verdes e a diversidade de aves visando subsidiar ações de manejo e conservação da biodiversidade urbana.

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

O trabalho foi realizado na cidade de Taubaté que se localiza no Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, entre as coordenadas 23°03'00"S - 45°35'46"W e 22°59'32"S - 45°31'5"W. O município conta com uma área total de 626 km² apresentando uma área urbanizada de 66,88 km². Dentro da área urbanizada estão incluídos distritos, vilas rurais, entre outros tipos de ocupação. Entretanto, a área de estudo foi restrita ao centro urbano abrangendo 32,5 km².

2.2. Métodos

Realizou-se o georreferenciamento de uma imagem Spot 1995, pancromática, com resolução espacial de 10 metros restaurada para 5 metros. Para tanto, utilizou-se o aplicativo SPRING, Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, versão 4.0.

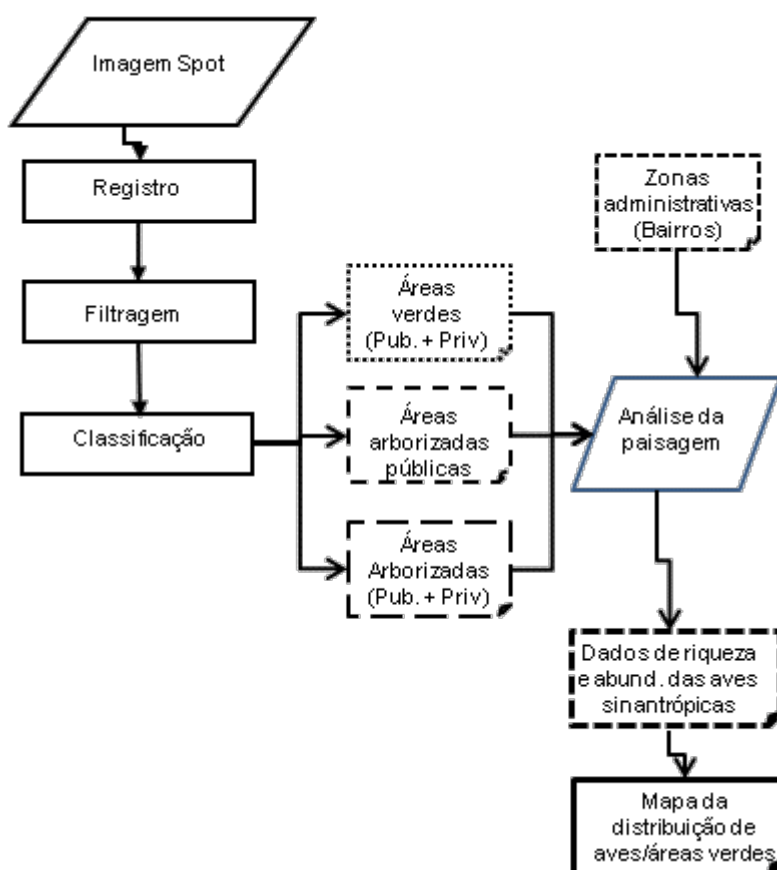


Figura 1. Fluxograma da metodologia para análise da imagem e da diversidade de aves do Município de Taubaté, SP.

Para atingir os objetivos propostos foram definidas três classes de interesse, sendo: áreas verdes não arborizadas, áreas verdes arborizadas, áreas urbanas (casas, ruas, avenidas, etc.) e, a partir de uma carta de zoneamento do município, foram identificadas as áreas verdes públicas que possibilitou identificar mais duas classes: áreas verdes públicas arborizadas e não arborizadas.

Uma vez definida as classes de interesse aplicou-se técnicas de geoprocessamento à imagem, tais como filtros, segmentação, classificação e mapeamento conforme proposto por Moreira (2001). A metodologia está disposta na Figura 1. Foram gerados três mapas finais com as seguintes classes: (1) mapa das áreas verdes públicas e privadas; (2) mapa da área arborizada total (públicas e privadas); (3) mapa das áreas arborizadas públicas. Considerou-se como áreas públicas as praças, parques, áreas de recreação, avenidas com arborização, ruas, canteiros e áreas abandonadas com presença de árvores pertencentes ao município, como terrenos baldios e matas ciliares aos ribeirões discriminados na carta de arruamento fornecido pela prefeitura do município de Taubaté maiores que 100 m².

Os mapas foram analisados posteriormente utilizando-se o aplicativo FRAGSTAT para a análise da paisagem. Também foi gerado o mapeamento das zonas administrativas (ZA) da cidade de Taubaté, sendo estes: Areão, Aeroporto, Belém, Estiva, Imaculada, Independência, São José, Três Marias e Água Quente (Figura 2). A partir de um cadastro contendo informações quanto ao percentual de área verde, percentual de área arborizada, diversidade de aves e abundância de aves sinantrópicas, foi realizada a análise espacial do município. Para análise estatística dos resultados foi utilizado o teste binomial de proporções (Z) para $p < 0,05$.

2.3 Levantamento da avifauna

Foi realizado o levantamento das aves (espécies nativas e exóticas abundantes nas áreas urbanas) ao longo de um ano. Para tanto foi utilizado o método de contagem por pontos (3 pontos/ZA) e o Índice de Shannon-Wiener (H') para cada uma das ZAs. Foi analisada, separadamente, a distribuição das espécies sinantrópicas nativas e exóticas: *Columba livia*, *Columbina talpacoti*, *Eupetomena macroura*, *Pitangus sulphuratus*, *Poychelidon cyanoleuca*, *Coereba flaveola*, *Troglodites aedon*, *Thraupis. sayaca* e *Passer domesticus*.

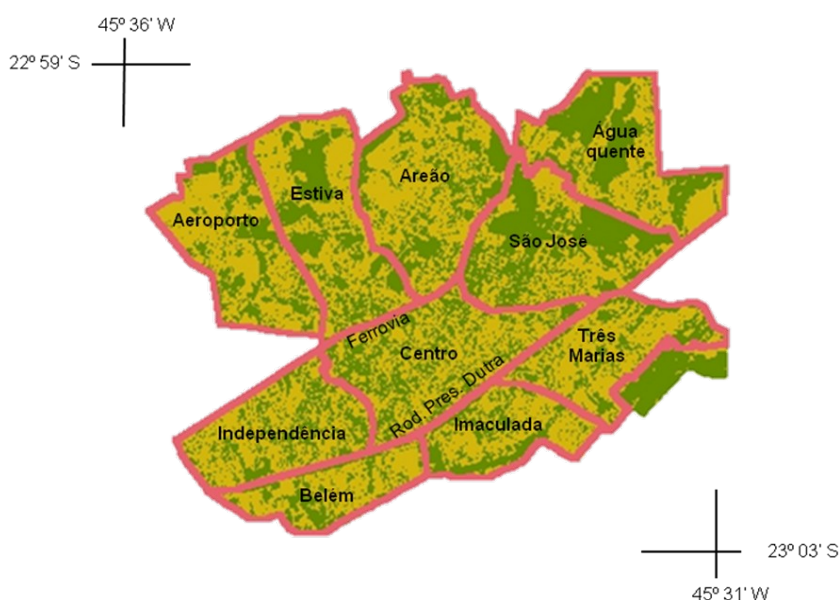


Figura 2. Mapa das áreas verdes e impermeabilizadas e a Divisão por Zonas Administrativas (ZA) do município de Taubaté.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise da área urbana do município de Taubaté:

A cidade de Taubaté, centro urbano, apresentou uma área impermeabilizada de 20,8 km² e 11,6 km² de áreas verdes, sendo significativa a diferença, segundo o teste binomial de duas proporções ($Z = 2,25$; $p = 0,01$). A análise das áreas exclusivamente arbóreas resultou em uma área total de 9,91 km² pertencentes a particulares e ao poder público. Comparando a quantidade de áreas verdes arborizadas com a área impermeabilizada as diferenças foram significativas ($Z = 2,76$; $p = 0,002$). Para as áreas exclusivamente públicas foi obtida uma área total de 1,25 km², sendo altamente significativa a diferença entre a quantidade de área impermeabilizada e arborizada pública ($Z = 5,05$; $p < 0,01$). A diferença entre as áreas arborizadas públicas e particulares também foi altamente significativa ($Z = 3,57$; $p < 0,000$).

O município de Taubaté apresentou uma ótima cobertura vegetal, entretanto, apenas 4% das áreas verdes estão sob proteção do poder público. Os outros 7%, dos 11% de áreas verdes, estão sob a guarda de particulares. Esse resultado é preocupante, pois a previsão é a rápida ocupação imobiliária dos espaços não construídos pertencentes a particulares. A tendência de diminuição das áreas verdes tem sido também documentada nas cidades européias de acordo com o aumento da urbanização em função da densidade demográfica (Fuller e Gaston 2009).

Quanto ao tamanho médio das áreas administrativas municipais (bairros) foi de 2,94±0,66 km². A cobertura de áreas verdes média dos bairros foi de 0,99±0,46 km² (34%) e de área urbana foi de 1,95±0,53 km² (66%).

As ZA mais urbanizadas foram aquelas de expansão urbana mais recente e, portanto mais periféricas, tais como Três Marias, Aeroporto e Independência. No outro extremo as mais arborizadas foram Água Quente, São José, Areão, Estiva. As ZA mais arborizadas não foram em função das áreas públicas sendo Centro e Independência as que abrigam maior número de parques, praças e ruas arborizadas (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados obtidos para área total (km²) das classes com vegetação e sem vegetação em cada bairro analisado do município de Taubaté, SP.

Bairros	Área total (km ²)	Área urbanizada (% em relação à área total)	Área verde (% em relação à área total)	Área arborizada total (% em relação ao total verde)	Área arborizada pública (% em relação ao total verde)
Areão	4,12	2,75 (66%)	1,37 (33%)	0,89 (21%)	0,06 (1,57%)
Aeroporto	2,93	2,15 (73%)	0,78 (27%)	0,46 (16%)	0,11 (3,89%)
Belém	1,73	1,24 (71%)	0,49 (28%)	0,27 (15%)	0,05 (2,94%)
Centro	3,89	2,75 (70%)	1,14 (30%)	0,40 (10%)	0,22 (5,75%)
Estiva	2,25	1,41 (62%)	0,84 (38%)	0,47 (21%)	0,11 (4,80%)
Imaculada	2,01	1,38 (68%)	0,63 (32%)	0,34 (17%)	0,08 (4,22%)
Independência	2,89	2,14 (74%)	0,75 (26%)	0,32 (11%)	0,15 (5,22%)
São José	3,64	1,82 (50%)	1,83 (50%)	1,24 (34%)	0,19 (5,16%)
Três Marias	2,51	1,99 (79%)	0,53 (21%)	0,16 (7%)	0,07 (3,06%)
Água Quente	3,44	1,86 (54%)	1,58 (46%)	1,29 (37%)	0,09 (2,70%)

A maior parte das áreas verdes públicas está localizada no centro velho da cidade. Por outro lado, as regiões periféricas de expansão urbana são pobres em áreas públicas

arborizadas. Nesse sentido, observa-se que um dos maiores problemas de desenvolvimento urbano para o município de Taubaté é cultural, as áreas de expansão não mantêm as possíveis oportunidades de preservação da vegetação remanescentes nas novas áreas loteadas. Como exemplo, tem-se o bairro São José, que obteve um índice de arborização excelente, no entanto, a maioria é pertencente a particulares. O resultado para o ZA São José está principalmente em função da história recente de urbanização, visto que essa região era constituída de antigas chácaras e sítios que no processo de urbanização quintais amplos arborizados foram mantidos o que torna um bairro economicamente valorizado (Hermann & Haddad, 2005).

A arborização da região central também é resultado de um processo de colonização antigo. O Centro obteve uma maior concentração de áreas verdes públicas constituída de praças e parques que foram estabelecidos antes do período da industrialização, período este de maior desenvolvimento urbano. No entanto, as áreas verdes localizadas nas áreas fortemente construídas são pequenas e isoladas.

3.2 Análise da paisagem urbana

Para a análise da paisagem, foi realizada uma avaliação das três classes de áreas verdes (área verde total, área arborizada total e área arborizada pública) e os valores obtidos estão dispostos na Tabela 2. Os resultados revelam que os valores dos parâmetros avaliados decrescem menos 10% quando das áreas verdes totais para as áreas verdes arborizadas públicas, como é o caso da % de ocupação do maior fragmento.

Tabela 2: Apresentação dos resultados da análise dos mapas: áreas verdes, área arborizada total e áreas arborizadas públicas. As classes analisadas foram urbana e verde/arbórea.

Parâmetro avaliado	Mapas		
	Verde	Arbóreo	Público
Área da classe (ha)	1.453,9	791,3	125,2
% de ocupação classes	29,2	15,9	2,5
Índice do maior fragmento (%)	8,77	1,57	0,11
Número de fragmentos	2.028	2.137	415
Tamanho médio de fragmentos (ha)	0,72	0,37	0,30
Distância média do vizinho mais próximo (m)	16,9	25,6	57,1
Índice de interposição e justaposição	20,9	13,2	7

3.3 Diversidade da avifauna do município de Taubaté

A diversidade (Índice de Shannon-Wiener) do município de Taubaté foi da ordem de $H' = 2,78$, para as áreas arborizadas de $H' = 2,82$ e para as áreas urbanizadas de $H' = 1,81$. Quanto ao índice de diversidade obtidos por ZA, observou-se que as ZA com os maiores números de áreas verdes foram as que obtiveram maiores valores de diversidade.

3.4 Zoneamento das áreas arborizadas e diversidade de aves

A espacialização das percentagens das áreas arborizadas por bairro permite visualizar que as áreas menos arborizadas são aquelas que estão na região perimetral da cidade. A Figura 4a mostra o mapeamento das classes segundo a percentagem de ocupação da classe área arborizada verde. A outra variável que foi utilizada para mapeamento foi o índice de diversidade (Figura 4b) que mostra o valor único de H' para cada um dos dez bairros analisados. Comparando os dois mapas pode-se observar que as áreas com maior percentagem de cobertura florestal foram as que obtiveram menores índices de diversidade. Ao contrário, aqueles que estão localizados mais interiormente e que também são mais antigos foram os que apresentaram maiores índices.

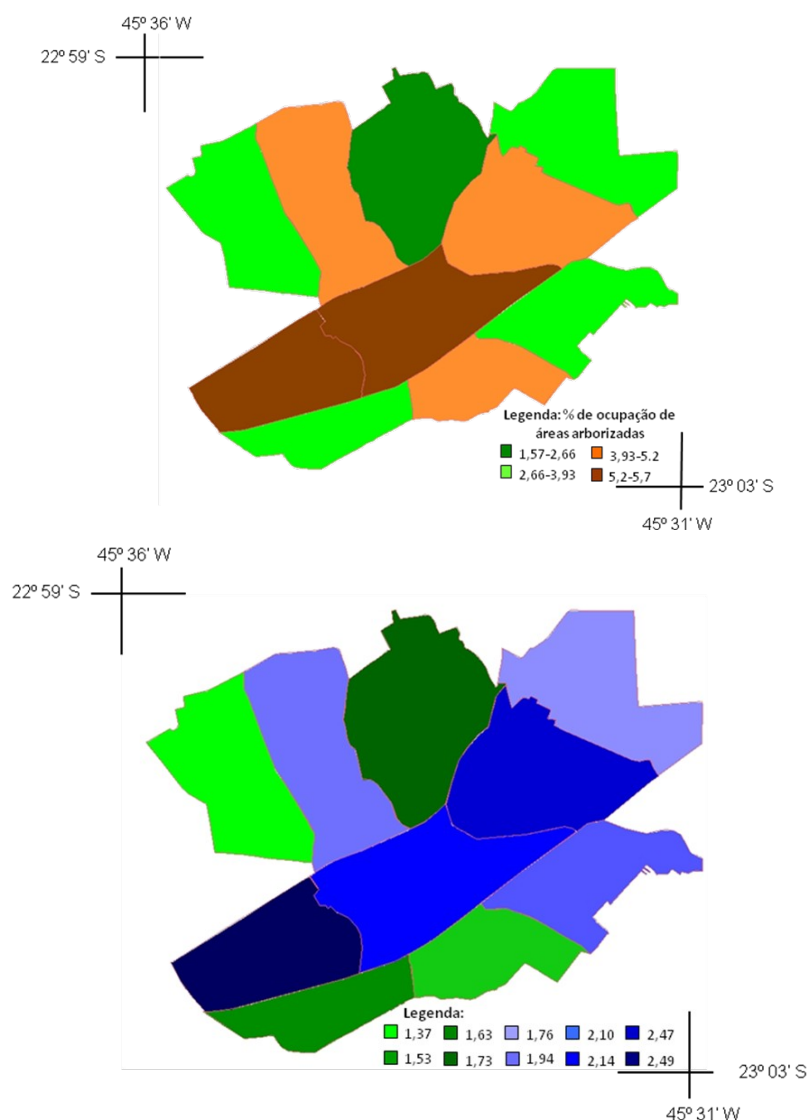


Figura 4: (a) Mapa das classes de porcentagem de cobertura arbórea e (b) mapa da distribuição por índice de diversidade (H') dos bairros do município de Taubaté, SP.

Na Figura 5 apresenta-se o mapa de porcentagem de cobertura arbórea e os valores de abundância e distribuição das espécies sinantrópicas. Das espécies avaliadas *C. livia* e *P. domesticus* são exóticas e o restante, nativas. Entre as nativas observa-se que *E. macroura* e *C. flaveola* são nectarívoras, *C. talpacoti* e *P. sulphuratus* são onívoras, *N. cyanoleuca* é insetívora aérea, *T. aedon* insetívora de chão e *T. sayaca* é frugívora/insetívora.

O mapeamento evidenciou que as áreas perimetrais apresentaram um conjunto de espécies com populações equitativas. A maior variação populacional é observada nas áreas mais antigas e centrais, porém as populações que mostraram um maior aumento populacional foram as espécies onívoras (*C. Livia* e *P. domesticus*) e insetívoras (*N. cyanoleuca* e *T. sayaca*).

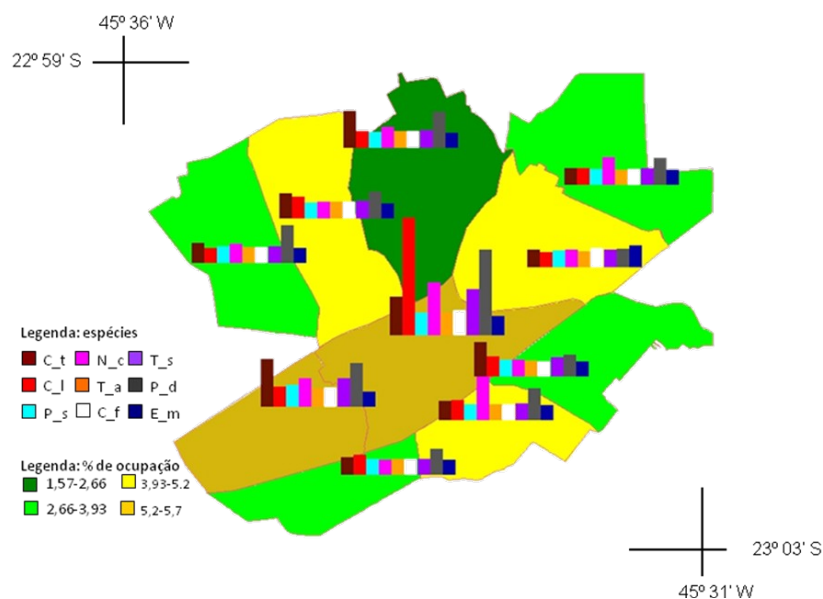


Figura 5: Mapa dos bairros classificados de acordo com a % de área arborizada pública e gráfico de barras para abundância das nove espécies mais frequentes. Siglas: C_l = *C. livia*, C_t = *C. talpacoti*, E_t = *E. macroura*, P_s = *P. sulphuratus*, N_c = *N. cyanoleuca*, C_f = *C. flaveola*, T_a = *T. aedon*, T_s = *T. sayaca* e P_d = *P. domesticus*.

Na relação entre diversidade de aves e densidade de áreas verdes arborizadas observou-se que o Centro e Independência foram as ZAs que apresentaram a maior concentração de áreas arborizadas públicas, entretanto, foram também as regiões com maior índice de espécies sinantrópicas não nativas (*C livia* e *P. domesticus*). Esse resultado traz à luz a discussão quanto à intensidade de construções. Isto é, áreas verdes localizadas em regiões fortemente urbanizadas tornam-se isoladas e assim poucas espécies nativas conseguem se estabelecer enquanto as sinantrópicas exóticas tornam-se extremamente abundantes diminuindo o papel dessas áreas que seria o de garantir uma ambiente mais natural (Strohbach et al 2009).

4. Conclusão

Em conclusão, o trabalho indica que as áreas verdes têm um papel fundamental na conservação da diversidade de aves urbanas, porém o poder público municipal detém apenas 1% das áreas arborizadas. As áreas arborizadas contidas em regiões altamente transformadas são dominadas por espécies exóticas abrangendo os menores índices de diversidade.

5. Referências

- Center for International Earth Science Information Network. **Global rural-urban mapping project**. Columbia University. New York, USA. 2004. [online] URL: <http://sedac.ciensin.columbia.edu/gpw>.
- Fuller, R.A.; Gaston, K. The scaling space coverage in European cities. **Biology Letters** [online] 2009. doi: 10.1098/rsbl.2009.0010.
- Strohbach, M.W.; Haase, D.; Nadja Kabisch. Birds and the city: Urban biodiversity, land use, and socioeconomics. **Ecology and Society**, 14(2): 31 [online] 2009. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art31/>
- United Nations. **World urbanization prospects: the 2007 revision**. New York, NY: United Nations. 2007.
- Miller, R. B.; Small, C. Cities from space: potential applications of remote sensing in urban environmental research and policy. **Environmental Science & Policy**. 6: 129–137. 2003.
- Miranda, E.E. de; Gomes, E.G.; Guimarães, M. Mapeamento e estimativa da área urbanizada com base em imagens orbitais e modelos estatísticos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, Goiânia. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos,

p. 3813-3820. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em:

<[HTTP://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.44](http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.44)> Acesso em 29 ago.2010.

Luchiari, A. Identificação da cobertura vegetal em áreas urbanas por meio de produtos de sensoriamento remoto e de um sistema de informação geográfica. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, 4: 47-58. 2001.

Moreira, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2001. 305p.

Flores, A.; Pickett, S. T.A.; Zipperer, W. C.; Pouyat, R. V.; Pirani, R. Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: the case of a greenspace system for the New York City region. **Landscape and Urban Planning**, 39: 295–308. 1998.

Bolund, P.; Hunhammar, S. Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics** 29: 293-301. 1999.

Fernández-Juricic, E.; Jokimäki, J. A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and northern Europe. **Biodiversity and Conservation**, n.10, p.2023-2043, 2001.

Sarvad, J.P.L.; Clergeau, P.; Mennechez, G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. **Landscape and Urban Planning**, 8: 1-142.

Hermann, B.M.; Haddad, E.A. Mercado imobiliário e amenidades urbanas: a view through the window. **Est. Econ.**, v.35, n2, p. 237-269. 2005.