www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

AVALIAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ARBÓREA NA CIDADE DE BIRIGUI COM EMPREGO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO

MÁRCIO FERNANDO GOMES[1]
DEISE REGINA ELIAS QUEIROZ[2]

RESUMO

A cobertura vegetal arbórea, através de suas funções ecológicas, econômicas, estéticas e recreativas assume lugar de destaque e podem desempenhar importante papel na melhoria da qualidade ambiental e devida das populações urbanas, como: conforto térmico; equilíbrio do ciclo hidrológico; amenização da poluição sonora, visual e do ar; quebra da artificialidade do meio urbano; entre outras. Apesar de toda a importância ressaltada, a maior parte das cidades brasileiras sofre com os baixos índices de cobertura vegetal e com a sua distribuição irregular. Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar a cobertura vegetal arbórea na cidade de Birigui - SP, avaliando o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) e o Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH) por setor censitário e a sua distribuição pelo espaço urbano. O desenvolvimento do trabalho foi realizado com emprego de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Para o mapeamento da cobertura vegetal foram utilizadas fotografias aéreas na escala de 1:10.000 e os softwares Global Mapper 7 e ArcGIS 9. A cidade apresentou 7,75% de cobertura vegetal e uma média de 36m² por habitante. Levando em conta a distribuição intra-urbana da cobertura vegetal, nota-se uma heterogeneidade e ausência de uma vegetação contínua. Analisando superficialmente o arranjo espacial da cobertura vegetal na cidade, ficam evidentes os seguintes resultados: baixos valores na área central e em alguns bairros periféricos, principalmente em loteamentos recentes e /ou áreas de transição com a área rural; índices acima de 5% de vegetação nos bairros que cercam a área central; os maiores valores de cobertura vegetal possuem situações muito peculiares, sendo em sua totalidade localizados próximos a fragmentos de matas. Em relação ao ICVH, de um modo geral, os menores valores

[1] Mestre em Geografia – Universidade Estadual de Maringá; E-mail: marcioparker@hotmail.com.
[2] Professora Doutora - Departamento de Geografia - Universidade Estadual de Maringá; E-mail: deisequeiroz@ig.com.br.

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

foram registrados na área central e região leste, enquanto os maiores índices estão localizados nas regiões periféricas da cidade, em área de transição com a zona rural. Os resultados demonstraram que a utilização das técnicas de geoprocessamento representa uma valiosa ferramenta na gestão da cobertura vegetal e consequentemente no planejamento ambiental em áreas urbanas.

Palavras-chave: Cobertura Vegetal; Arborização Urbana; Geoprocessamento; Sensoriamento Remoto; Birigui-SP.

ASSESSMENT TREE VEGETATION COVER BIRIGUI CITY WITH EMPLOYMENT GEOPROCESSING TECHNIQUES AND REMOTE SENSING

ABSTRACT

The tree cover through its ecological, economic, aesthetic and recreational assumes a prominent position and can play an important role in improving the lives of urban populations, such as thermal comfort, balance of the hydrological cycle; mitigation of noise pollution, visual and air, breaking the artificiality of the urban environment, among others. Despite all emphasized the importance, most of Brazil's cities suffer from low levels of vegetation cover and its irregular distribution. Against this background, this paper aims to study the tree cover in the city of Birigui - SP, evaluating the Vegetation Cover Index (VCI) and Vegetation Cover Index per inhabitant (VCII) by census tract and their distribution in urban space. The development work was accomplished with the use of GIS and remote sensing. For the vegetation mapping were used aerial photography scale of 1:10,000 and the Global Mapper 7 software and ArcGIS 9. The city had 7.75% of plant cover, values below the 30% proposed by Oke (1973) as ideal. Taking into account the intra-urban distribution of vegetation, there is a heterogeneity and a lack of continuous vegetation. Analyzing the spatial arrangement of surface vegetation in the city, the following results are evident: lower values in the central area and in some suburbs, especially in recent subdivisions and / or transition areas to the rural area indices above 5% of vegetation in the neighborhoods surrounding the downtown area, the higher values of vegetation cover have very peculiar situations, being in its entirety located near forest fragments. Regarding VCII, in general, the lowest values were recorded in central and eastern region, while the highest rates are located in remote areas of the city in a transition zone with the countryside.The results demonstrated that the use of GIS is a valuable tool in the management of vegetation and consequently the environmental planning in urban areas.

Key words: Vegetation Cover Index; urban forestry; GIS; Remote Sensing; Birigui-SP.

1 INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX o Brasil passa por um intenso e acelerado processo de urbanização. O advento da industrialização e as transformações no meio rural, as alterações nas relações de trabalho no campo e na cidade, geram um intenso êxodo rural, contribuindo para o crescimento das cidades e aumento da população urbana. A população urbana que representava 32,2% da população total do país em 1940 passa para 84% em 2010 (IBGE, 2010).

O processo de urbanização ocorreu na maioria dos casos sem um planejamento adequado, com as cidades crescendo de forma desordenada e sem o acompanhamento de infra-estrutura e equipamentos urbanos. Aliados ao processo de urbanização surgem inúmeros “problemas” de ordem ambiental, econômica e social.

Um dos principais problemas relacionados à expansão urbana no Brasil é a geração de impactos ambientais. O crescente processo de urbanização tem trazido inúmeras modificações no ambiente. A transformação e alteração do ambiente natural se dão pela humanização dessa natureza e alcança “maior expressão nos espaços ocupados pelas cidades, criando um ambiente artificial” (LOMBARDO, 1985, p.17). Segundo Monteiro (1987) "(...) as pressões exercidas pela concentração da população e de atividades geradas pela urbanização e industrialização, concorrem para acentuar as modificações do meio ambiente, com o comprometimento da qualidade de vida".

Entre os principais impactos ambientais nas cidades destacam-se: retirada da cobertura vegetal; excessiva impermeabilização do solo e conseqüentes episódios de enchentes; processos erosivos, com perda de solo e movimentos de massas; poluição sonora, visual e do ar; contaminação dos mananciais e perda de qualidade da água; alterações climáticas e a formação de ilhas de calor; entre outros.

Conforme evidenciado, diversos elementos que influenciam na qualidade ambiental das cidades são alterados pelo avanço da urbanização. Em meio a este processo, as áreas verdes e a cobertura vegetal assumem posição de destaque. Segundo Lombardo (1990) o crescimento desordenado das cidades e o aumento crescente do consumo de espaço colaboram diretamente para carência de áreas verdes e a conseqüente degradação das condições de vida

Considerando que as áreas verdes e a cobertura vegetal, através de suas funções ecológicas, econômicas, estéticas e recreativas assumem lugar de destaque e podem desempenhar importante papel na melhoria da qualidade ambiental e de vida das populações urbanas, os estudos voltados para a avaliação da vegetação urbana são fundamentais para o planejamento ambiental urbano e para manutenção da qualidade de vida e um ambiente saudável nas cidades.

Em meio a esta realidade, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a cobertura vegetal arbórea na cidade de Birigui-SP. Para realização desta pesquisa foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

2 A COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS URBANAS

Entre os diversos elementos que influenciam na qualidade de vida e ambiental nas cidades, a cobertura vegetal, através de suas funções ecológicas, econômicas e estéticas, assume lugar de destaque e pode desempenhar importante papel na melhoria de vida das populações urbanas. (DE ANGELIS, 2009).

A cobertura vegetal nas cidades compreende toda vegetação existente nos espaços livres de construção, espaços de integração urbana e espaços com construções, e nas Unidades de Conservação (MOURA; NUCCI, 2005).

Dentro da vegetação urbana, destaca-se a arborização urbana, representada pelo conjunto de terras públicas e particulares situados no perímetro urbano e com cobertura arbórea (GREY; DENEKE, 1978). Assim, cabe destacar que a cobertura vegetal engloba toda vegetação, independentemente do porte, podendo ser arbórea, arbustiva e herbácea, enquanto a arborização urbana é representada apenas pelos indivíduos vegetais de porte arbóreo (LIMA *et al*., 1994).

A arborização urbana possui uma série de benefícios à qualidade de vida da sociedade, atuando desde o lado físico até o lado psicológico e mental dos homens.

> Nos dias atuais, a presença de vegetação dentro dos centros urbanos vem adquirindo extrema importância, pois quebra a artificialidade do meio, além de possuir um papel primordial na melhoria da qualidade de vida do mesmo. Dessa forma, a arborização urbana vem se tornando cada vez mais um agente importante na melhoria do micro-clima local, assim como na diminuição da poluição, sem contar com o papel estético inerente ao seu próprio uso (BONAMETTI, 2003, p. 52).

Os benefícios apresentados pela arborização urbana vêm sendo muito estudados nos últimos anos, entre eles destacam-se: o sombreamento; amenização e controle da poluição do ar; controle da poluição acústica; conforto térmico; equilíbrio do índice de umidade relativa do ar; proteção contra os ventos; retenção de água no solo; estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas; proteção das nascentes e dos mananciais; abrigo à fauna; valorização visual; recreação; diversificação da paisagem construída; caracterizam e sinalizam espaços; bem estar físico e psicológico; a psicologia indica que para a saúde psíquica do homem é necessário um suficiente contato com a natureza; entre outros (MARCUS e DETWYLER, 1972; CAVALHEIRO e DEL PICCHIA, 1992; LIMA *et al*., 1994; HENK-OLIVEIRA, 1996; NUCCI, 2001; TOLEDO e SANTOS, 2008; LOMBARDO, 1990).

Nas áreas urbanas, onde há uma excessiva impermeabilização do solo, decorrente do excesso de construções e pavimentação das vias, aliado a um déficit de espaços livres, a arborização urbana atua como um agente valioso de depuração do meio e de minimização das condições adversas do clima.

Neste aspecto, Mascaro, 1994 e Puppi, 1981 (*apud* DE ANGELIS, 2009) citam alguns exemplos da importância da vegetação urbana:

- a ação da fotossíntese, que assimila o dióxido de carbono da atmosfera, com a liberação do oxigênio;

- a ação retentora de poeira e outros elementos em suspensão no ar, através das superfícies das folhas;

- a redução da velocidade dos ventos e da propagação de odores e correntes aéreas contaminadas;

- o retardamento do escoamento superficial e a absorção das águas de superfície pelo solo;

- a exalação do vapor d'água pela evapo-transpiração e a conseqüente ação refrigerante para o solo e para as camadas da atmosfera sobrejacentes;

- a absorção do calor solar nas horas e estações de maior insolação;

- a atenuação dos ruídos das vias públicas, das atividades industriais e de outros focos de poluição sonora;

- sombreamento;

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

- alimentação.

Outro papel fundamental da vegetação urbana nas áreas urbanizadas refere-se à qualidade ambiental. Lombardo (1990) destaca uma série de benéficos considerando os seguintes grupos:

- COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA - através da ação purificadora: por meio da fixação de poeira e materiais residuais; por depuração bacteriana e de outros microorganismos; reciclagem de gases através de mecanismos fotossintéticos; por fixação de gases tóxicos.
- EQUILIBRIO SOLO-CLIMA-VEGETAÇÃO: filtra radiação solar e suaviza temperaturas extremas; contribui para conservação de umidade nos solos e conseqüentemente atenuando a temperatura; reduz velocidade dos ventos; influencia no balanço hídrico;
- NÍVEIS DE RUÍDO: amortecimento de ruídos de fundo sonoro contínuo e descontínuo de caráter estridente;
- ESTÉTICO: quebra da monotonia da paisagem urbana; valoração visual; sinalização de espaços, e atuação como elemento de interação entre atividades humanas e o ambiente.

O seu sombreamento é outra característica valiosa da arborização urbana. As copas das árvores atuam diretamente no sombreamento das vias e das calçadas, e conseqüente no conforto térmico dos indivíduos. Segundo Heisler (1974 *apud* DE ANGELIS, 2009, p. 4), “árvores de copa rala interceptam de 60 a 80% da radiação direta incidente, enquanto árvores de copa densa e espessa interceptam até 98% da radiação direta”.

Em relação à poluição sonora, (SZOKOLAY, 1980 *apud* DE ANGELIS, 2009) destaca que a presença de densas barreiras vegetais consegue determinar uma redução apreciável nos níveis sonoros.

As condições climáticas da cidade também são beneficiadas pela presença da vegetação urbana. Segundo Oke (1973 apud LOMBARDO, 1985) um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seria o recomendado para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, enquanto um índice de arborização inferior a 5% apresenta características próximas de áreas desérticas.

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Em relação à umidade relativa do ar é elevada em locais onde há presença de arborização urbana, pois uma árvore isolada pode transpirar 400 litros d'água por dia, desde que suprida suficientemente de água no solo (KOSLOWSKI, 1970 *apud* DE ANGELIS, 2009), e a medida que a evaporação se desenvolve, a umidade do ar se eleva (PITT *et al*., 1988, *apud* DE ANGELIS, 2009).

A arborização urbana apresenta ainda, uma intensa capacidade de filtração e retenção de materiais particulados suspensos na atmosfera. Segundo Laproix (1979) cortinas vegetais experimentadas em plena cidade parecem capazes de diminuir em 10% o teor de poeira no ar.

Henk-Oliveira (1996) salienta que áreas bem arborizadas contribuem para valorização de locais para convívio social, valorização econômica das propriedades e para a formação de uma memória e do patrimônio cultural.

Apesar de toda importância da arborização urbana para qualidade ambiental e de vida nas cidades, os seus benefícios ainda são subestimados em sua significância pelos cidadãos urbanos (DWYER, 1992 *apud* SAMPAIO, 2006).

A partir das concepções apresentadas, percebe-se que a arborização urbana, tanto em termos quantitativos como qualitativos, representa um importante indicador na mensuração da qualidade de ambiental e de vida urbana.

3 ÁREA DE ESTUDO

O município de Birigui está localizado na região noroeste do estado de São Paulo, entre as latitudes de 23º03’32,89”S e 23º28’01,53”S, e entre as longitudes 50º14’29,01”W e 50º27’57,29”W (FIGURA 1). Possui uma população de 108.479 habitantes distribuída em uma área de 531 Km² (IBGE, 2010). O município foi fundado em 1911, sua colonização se deu no contexto do avanço na frente pioneira no Estado de São Paulo, com a expansão da cafeicultura e instalação da rede ferroviária. A partir da década de 1970 o município apresenta uma expansão urbana e industrial, com o crescimento espacial e demográfico da cidade, e a proliferação de indústrias de calçadistas.

Aliados ao processo de urbanização surgem inúmeros problemas de ordem sócio-ambiental que afetam diretamente a qualidade de vida da população. Uma das principais conseqüências é artificialização do ambiente, com a redução de áreas

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

verdes e a expansão do espaço construído. Diante deste contexto, o presente trabalho faz uma avaliação da cobertura vegetal na cidade de Birigui-SP.

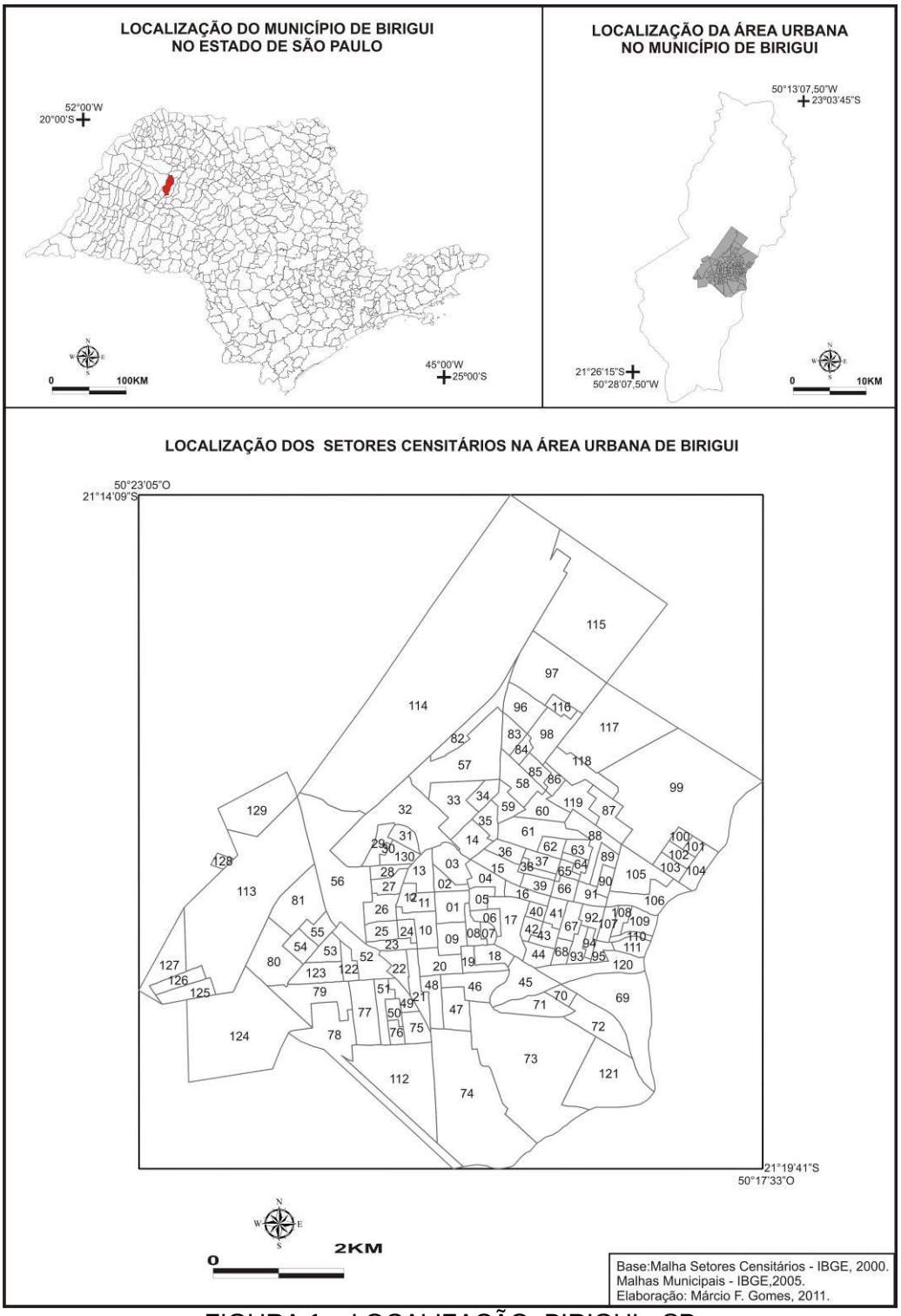

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO, BIRIGUI - SP

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida com base em referenciais teóricos (revisão bibliográfica), empíricos (observações da realidade e trabalhos de campo) e técnicos (interpretação de imagens; elaboração de gráficos, mapas e tabelas).

A análise da cobertura vegetal foi baseada no método adotado por Nucci (2001). O autor define cobertura vegetal como “as manchas de vegetação” visualizadas a olho nu numa fotografia aérea na escala de 1:10.000 e considera toda arborização de ruas, praças, canteiros, áreas públicas e áreas particulares.

Desse modo, foi realizada a identificação e o mapeamento de toda arborização existente no perímetro urbano através de Fotografias Aéreas na escala de 1:10.000 (Prefeitura Municipal de Birigui, 2002) e com auxilio do software Global Mapper 7 (FIGURA 2).

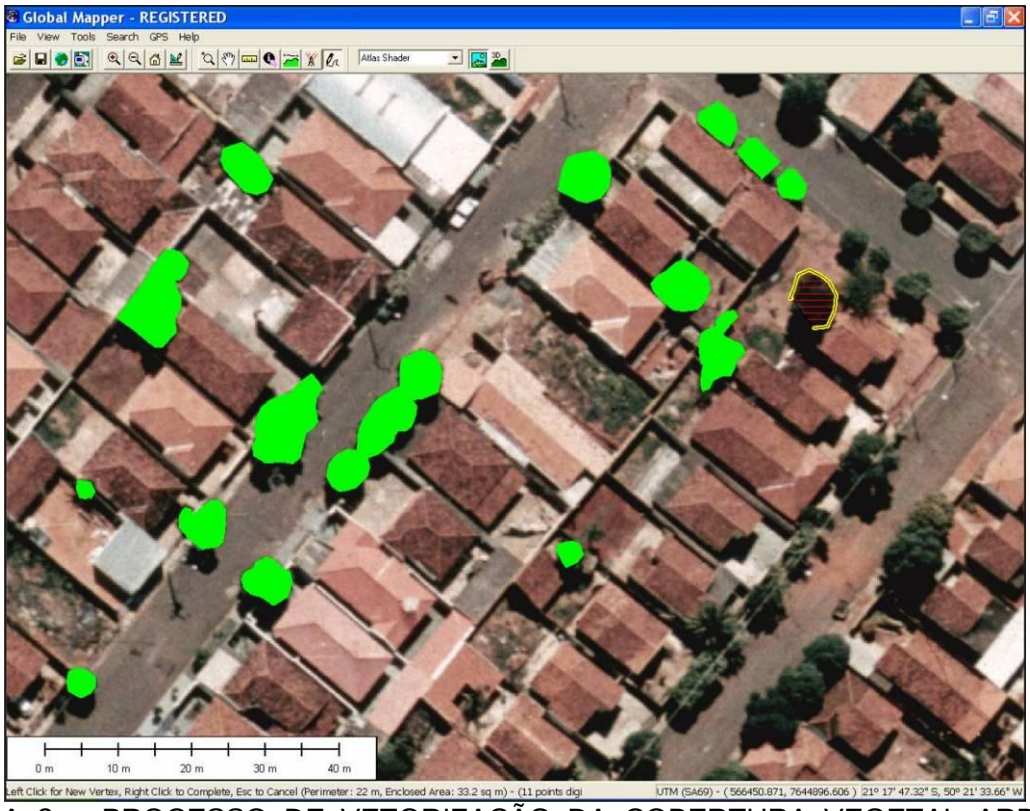

FIGURA 2 – PROCESSO DE VETORIZAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ARBÓREA ATRAVÉS DO SOFTWARE GLOBAL MAPPER 7.
ORGANIZAÇÃO: O autor (2011)

Após mapeamento da cobertura vegetal foi utilizado o software ArcGIS para calcular o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) e o Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH).

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Índice de Cobertura Vegetal (ICV): com base na proporção de área coberta com vegetação (Copa das Árvores) em função da área dos setores censitários (FIGURA 3).

ICV = (superfície total da copas das árvores (m²) / superfície total da área (m²)) * 100

Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH): com base na quantidade de m² de cobertura vegetal arbórea por habitante.

ICVH = superfície total da copas das árvores (m²) / número de habitantes

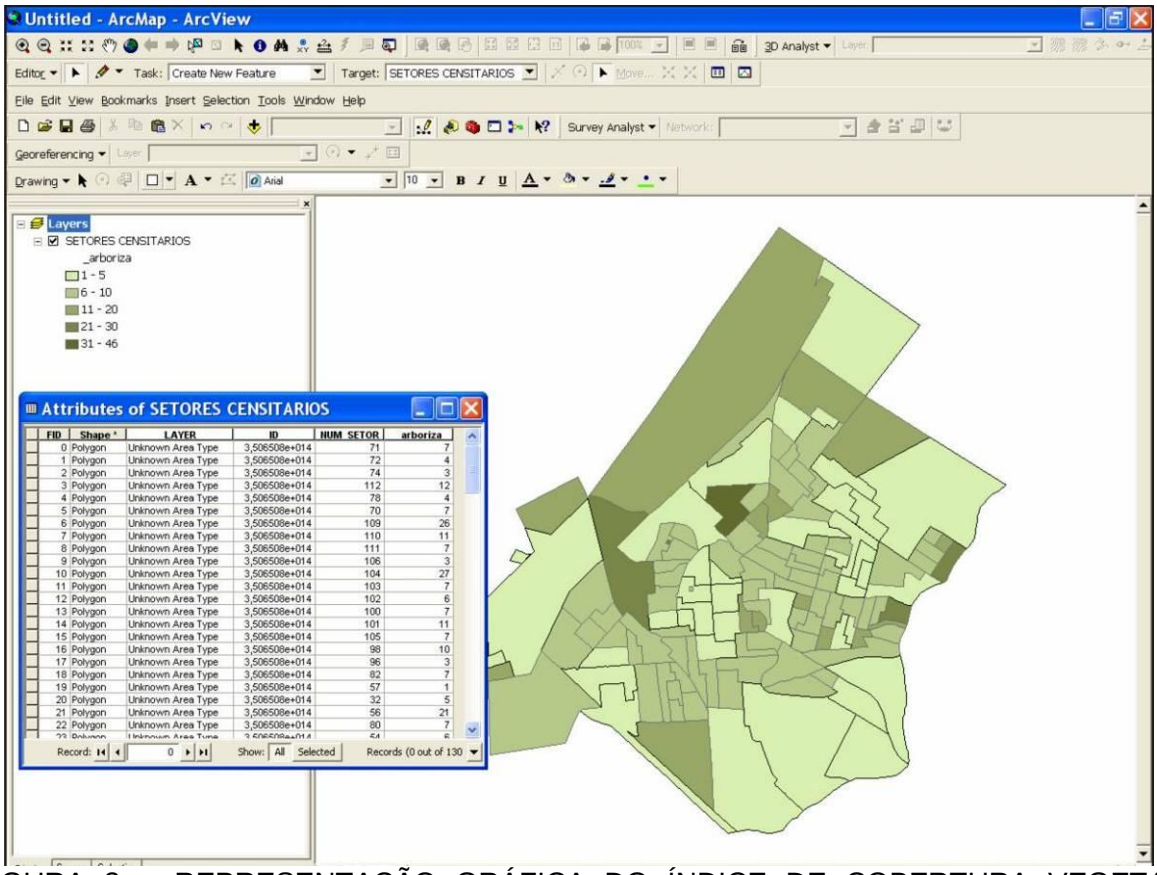

FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL ARBÓREA NO SOFTWARE ARCGIS.
ORGANIZAÇÃO: O autor(2011)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da cobertura vegetal na cidade de Birigui foi efetuada através de interpretação de fotografias aéreas e mapeamento das manchas de vegetação arbórea. Os resultados alcançados revelam que a cidade possui 7,75% de cobertura

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

vegetal, o que representa aproximadamente 3812758.21 m² de cobertura vegetal arbórea. Este valor está acima dos 5% da área urbana, um aspecto de certa forma positivo, pois áreas com percentuais abaixo de 5% são encaradas como desertos florísticos. Por outro lado a cidade está muito aquém de alguns índices considerados ideais, como dos: 30% sugeridos por Oke (1973); 33% apresentados por Sukopp & Werner (1991); e 50% propostos para Munique (Pauleit & Duhme, 1995 apud Attwell, 2000).

Levando em conta a distribuição intra-urbana da cobertura vegetal, nota-se uma heterogeneidade e ausência de uma vegetação contínua. Analisando superficialmente o arranjo espacial da cobertura vegetal na cidade, ficam evidentes os seguintes resultados: baixos valores na área central e em alguns bairros periféricos, principalmente em loteamentos recentes e/ou áreas de transição com a área rural; índices acima de 5% de vegetação nos bairros que cercam a área central; os maiores valores de cobertura vegetal possuem situações muito peculiares, sendo em sua totalidade localizados próximos a fragmentos de matas.

Considerando a relação entre a quantidade de m² de cobertura vegetal arbórea (3812758.21m²) e o número de habitantes na cidade de Birigui (105.481), foi registrado um índice de 36m²/hab. Este valor é representativo quando comparado com os resultados de outros estudos, como os desenvolvidos no Distrito de Santa Cecilia com 2,96m²/hab (NUCCI, 2001); no Jardim Tranquilidade em Guarulhos com 2,52m²/hab (NUCCI e ITO, 2002 apud MOURA e NUCCI, 2005); no centro de Curitiba com 12,70m²/hab (NUCCI et al, 2003); no bairro Alto da XV com 25,24m²/hab (BUCHIERI FILHO e NUCCI, 2005). Porém cabe ressaltar que em ambas as áreas de estudo citadas a densidade demográfica é maior do que a registrada na cidade de Birigui.

Apesar da expressividade da média do ICVH na cidade, ao realizar uma análise mais detalhada por setor censitário observa-se que este valor está de certa forma mascarado, pois entre os 130 setores censitários 90 (76,92%) apresentam valores abaixo de 30m²/hab, ou seja, o ICVH ocorre de forma desigual pelo espaço urbano de Birigui (figura 10). De um modo geral, os menores valores foram registrados na área central e seu entorno, estendendo de forma continua para os setores localizados na região leste; em contrapartida, os maiores índices estão

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

localizados nas regiões periféricas da cidade, em área de transição com a zona rural.

Recorrendo a uma análise um pouco mais detalhada, considerando os valores por setor censitário (TABELA 1) e enfocando as diversas situações encontradas na cidade, segue alguns comentários de acordo com o ICV e ICVH de cada área.

TABELA 1 – SETORES CENSITÁRIOS – ÁREA, N° HABITANTES, COBERTURA VEGETAL ARBÓREA (M²), ICV E ICVH – BIRIGUI-SP.

Setor Censitário	Área m²	N° Habitantes	Área de Cobertura Vegetal Arbórea (m²)	ICV (%)	ICVH (m²/hab)
1	226259	580	9050.36	4	15.60
2	106307	459	2126.14	2	4.63
3	248855	584	14931.3	6	25.56
4	173466	844	13877.28	8	16.44
5	114234	778	10281.06	9	13.21
6	102669	719	8213.52	8	11.42
7	63990	501	7678.8	12	15.32
8	113952	632	15953.28	14	25.24
9	203483	616	10174.15	5	16.51
10	218417	758	6552.51	3	8.64
11	188987	778	7559.48	4	9.71
12	4802	58	336.14	7	5.79
13	203550	742	6106.5	3	8.22
14	210446	907	16835.68	8	18.56
15	204334	560	16346.72	8	29.19
16	125714	893	10057.12	8	11.26
17	365165	1015	14606.6	4	14.39
18	150289	774	10520.23	7	13.59
19	134858	756	10788.64	8	14.27
20	231953	916	9278.12	4	10.12
21	204510	698	14315.7	7	20.50
22	157465	742	12597.2	8	16.97
23	105765	651	6345.9	6	9.74
24	83149	586	3325.96	4	5.67
25	141058	764	5642.32	4	7.38
26	195496	835	17594.64	9	21.07
27	135845	691	12226.05	9	17.69
28	90255	742	7220.4	8	9.73
29	146539	1184	10257.73	7	8.66
30	5095	44	1120.9	22	25.47
31	116126	729	11612.6	10	15.92
32	999169	762	49958.45	5	65.56
33	424544	596	195290.24	46	327.66
34	137772	749	9644.04	7	12.87
35	140773	1010	19708.22	14	19.51
36	131781	923	13178.1	10	14.27
37	128022	680	11521.98	9	16.94
38	74513	654	5961.04	8	9.11
39	110222	711	8817.76	8	12.40

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Setor Censitário	Área m²	N° Habitantes	Área de Cobertura Vegetal Arbórea (m²)	ICV (%)	ICVH (m²/hab)
40	67303	745	8076.36	12	10.84
41	118738	773	11873.8	10	15.36
42	86355	940	7771.95	9	8.26
43	107954	989	6477.24	6	6.54
44	137853	1058	8271.18	6	7.81
45	379560	840	22773.6	6	27.11
46	315969	1105	18958.14	6	17.15
47	253757	1154	22838.13	9	19.79
48	186344	780	13044.08	7	16.72
49	109044	782	7633.08	7	9.76
50	77480	692	6973.2	9	10.07
51	176807	1215	14144.56	8	11.64
52	327105	1236	29439.45	9	23.81
53	145487	1253	10184.09	7	8.12
54	151916	800	9114.96	6	11.39
55	144657	905	10125.99	7	11.18
56	1250074	836	262515.54	21	314.01
57	847372	912	8473.72	1	9.29
58	280529	846	16831.74	6	19.89
59	156216	979	24994.56	16	25.53
60	209121	978	18820.89	9	19.24
61	405100	951	8102	2	8.51
62	103870	743	6232.2	6	8.38
63	101423	720	8113.84	8	11.269
64	72291	663	2891.64	4	4.36
65	70155	468	4209.3	6	8.99
66	114693	573	11469.3	10	20.01
67	149939	926	8996.34	6	9.71
68	90560	836	9961.6	11	11.91
69	975050	895	29251.5	3	32.68
70	82818	607	5797.26	7	9.55
71	283833	678	19868.31	7	29.30
72	400040	696	16001.6	4	22.99
73	2467916	661	123395.8	5	186.68
74	2038001	652	61140.03	3	93.77
75	176924	755	10615.44	6	14.06
76	77190	702	7719	10	10.995
77	371653	812	37165.3	10	45.77
78	813606	833	32544.24	4	39.06
79	451951	864	13558.53	3	15.69
80	507774	827	35544.18	7	42.97
81	507250	465	30435	6	65.45
82	290135	1010	20309.45	7	20.10
83	144216	864	10095.12	7	11.68
84	79824	844	6385.92	8	7.56
85	119802	760	9584.16	8	12.61
86	79377	878	7143.93	9	8.13
87	271230	889	5424.6	2	6.10
88	279105	746	13955.25	5	18.70
89	122838	686	3685.14	3	5.37
90	89470	643	3578.8	4	5.56

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Setor Censitário	Área m²	N° Habitantes	Área de Cobertura Vegetal Arbórea (m²)	ICV (%)	ICVH (m²/hab)
91	125152	783	5006.08	4	6.39
92	120364	1031	8425.48	7	8.17
93	118142	695	5907.1	5	8.49
94	63829	740	3191.45	5	4.31
95	75786	863	8336.46	11	9.65
96	284071	860	8522.13	3	9.90
97	955636	1189	124232.68	13	104.48
98	347818	917	34781.8	10	37.92
99	2826963	783	28269.63	1	36.10
100	63037	796	4412.59	7	5.54
101	57097	700	6280.67	11	8.97
102	102365	1201	6141.9	6	5.11
103	112254	1262	7857.78	7	6.22
104	177762	603	47995.74	27	79.59
105	391402	953	27398.14	7	28.74
106	323258	894	9697.74	3	10.84
107	105270	1062	7368.9	7	6.93
108	81974	854	4918.44	6	5.75
109	156103	809	40586.78	26	50.16
110	50460	421	5550.6	11	13.18
111	126571	1195	8859.97	7	7.41
112	1122947	765	134753.64	12	176.14
113	2799459	1273	27994.59	1	21.99
114	7211019	283	793212.09	11	2802.86
115	2336918	192	93476.72	4	486.85
116	88283	309	3531.32	4	11.42
117	1230454	471	196872.64	16	417.98
118	315703	413	6314.06	2	15.28
119	272201	349	10888.04	4	31.19
120	386160	538	27031.2	7	50.24
121	902158	259	27064.74	3	104.49
122	110167	458	8813.36	8	19.24
123	226550	293	9062	4	30.92
124	1980322	-	198032.2	10	-
125	186082	-	20469.02	11	-
126	155850	-	3117	2	-
127	382269	-	22936.14	6	-
128	47034	-	2351.7	5	-
129	618454	-	92768.1	15	-
130	145767	-	10203.69	7	-
TOTAL	51370615	105481[1]	3812758.21	7,75%	36

FONTE: Fotografia Aéreas 1:10.000 (Prefeitura Municipal de Birigui, 2002); Censo Demográfico (IBGE, 2000); [1]Censo Demográfico (IBGE, 2010).

Entre os 130 setores censitários, 32 (25%) apresentam cobertura vegetal abaixo de 5%, sendo de 1% os menores valores registrados (setores n° 57, 99 e 113). Os setores censitários com índices abaixo de 5% apresentam uma distribuição bem definida, tratam-se dos setores da área central, de áreas entre centro e periferia

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

sem urbanização efetivada e de bairros periféricos localizados na transição com espaço rural. Em relação à área central (são 9 setores censitários: n° 01, 02, 09, 10, 11, 13, 20, 24 e 25), há elevada densidade de construções, intensa impermeabilização do solo e predomínio de atividades comerciais e de serviços, as áreas verdes são mínimas (reduzindo-se a algumas praças onde a vegetação é pouco representativa) e a arborização urbana é praticamente inexistente (restringindo-se a alguns lotes e no interior de algumas residências) (FIGURA 4). Já em alguns setores, entre a área central e os bairros periféricos, como no Aeroporto (setor 61), Painerias (setor 32) e Passaredo (setor 57), há inúmeros terrenos livres de edificação e com predomínio de vegetação herbácea. Desta forma são poucos os exemplares de vegetação arbórea e o percentual de cobertura vegetal fica abaixo de 5%. Por fim, existem os bairros periféricos com cobertura vegetal abaixo de 5%, estes apresentam uma ou mais das seguintes características: loteamentos recentes com arborização urbana rarefeita, ausência de áreas verdes consolidadas, inúmeros lotes vazios, área de transição entre o espaço urbano e rural com áreas ocupadas por chácaras e atividades agrícolas. São os casos dos bairros situados na região nordeste (ex: Residencial Aurora – setor 90, Santana – setor 99 e Queimil – setores 87, 118 e 119), sudeste (ex: Jandaia II – setor 69; Birigui I e II – setores 72 e 12), sudoeste (ex: Colinas – setor 126) e norte da cidade (Portal da Pérola II – setor 115).

FIGURA 4 – COBERTURA VEGETAL ABAIXO DE 5%, CENTRO DE BIRIGUI.
FONTE: Fotografia Aérea 1:10.000 (Prefeitura Municipal de Birigui, 2002).

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

A maior parte dos setores censitários (60%) registrou cobertura vegetal entre 6% e 10%. Observando a figura 9, percebe-se que estes setores estão localizados no entorno das áreas centrais, estendendo-se até próximo aos limites do perímetro urbano. São as regiões com predomínio de bairros residenciais, com densidade demográfica média variando em entre 26 a 75 habitantes por hectare, onde há praticamente uma praça por bairro e a arborização é desconexa, mas aparece de forma mais presente e com porte mais elevado (FIGURA 5). Entre os bairros e setores censitários que se enquadram nesta situação destacam-se: Silvares (setor 14), Toselar (setores 50, 51 e 76), Vale do Sol (setores 54, 55, 80 e 81), Vila Brasil (setores 36), São Brás (setores 37,38 e 65), Parque das Nações (setores 83 e 84), Thereza Maria Barbieri e Ivone Alves Palmas (setores 92, 107 e 108), entre outros.

FIGURA 5 – COBERTURA VEGETAL ENTRE 5% E 10%, TOSELAR – SETOR 50.
FONTE: Fotografia aérea 1:10.000 – Prefeitura Municipal de Birigui (2002)

Com cobertura vegetal entre 11% e 20% aparecem 15 (11%) setores censitários. Não possuem um padrão de distribuição espacial regular, localizam-se de forma aleatória em algumas áreas da cidade. Destacam-se: a Vila Roberto (setores 7 e 8) próximo ao centro, com vegetação resultante principalmente de árvores isoladas ao longo das vias, presença de praças e elevada quantidade de

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

árvores no interior das residências; Teresa Maria Barbieri e Ivone Alves Palmas (setores 68, 95 e 110) na região leste e João Crevelaro a nordeste (setor 101), ambos são conjuntos habitacionais, possuem canteiros centrais de avenida com vegetação e praticamente um indivíduo arbóreo por lote; Silvares e Aeroporto (setores 35 e 59), bairros antigos localizados próximos ao centro, com presença de praças arborizadas, árvores em quase todos os lotes e presença de vegetação no interior das residências (FIGURA 6); e por último as áreas situadas na zona de transição entre a zona rural e urbana, é o caso dos bairros da região sul (Vista Alegre – Setor 112), norte (Portal da Pérola I – setor 114, Residencial San Marino – setor 97 e Residenciais Art Ville e Santa Luzia – setor 117) e sudoeste (Colinas – setor 125).

FIGURA 6 – COBERTURA VEGETAL ENTRE 10% E 20%, BAIRRO SILVARES – SETOR 35
FONTE: Fotografia aérea 1:10.000 – Prefeitura Municipal de Birigui (2002)

Entre 20% e 30% de cobertura vegetal existem 4 setores censitários. Estes setores apresentam um aspecto determinante para o alto índice de vegetação urbana, trata-se da presença de pequenos fragmentos de matas. No bairro João Crevelaro (setor 104), Vila do Chafariz (setor 56) e Teresa Maria Barbieri (setor 109) há presença de áreas verdes com vegetação arbórea expressiva constituindo mata, além de áreas de preservação permanente ocupadas por mata ciliar (FIGURA 7).

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Estes fatores são determinantes para elevação do índice de cobertura vegetal nestes locais.

FIGURA 7 – COBERTURA VEGETAL ENTRE 20% E 30%, CHTBM – SETOR 109
FONTE: Fotografia aérea 1:10.000 – Prefeitura Municipal de Birigui (2002)

O setor censitário número 33, com 46% de cobertura vegetal, é o único setor a extrapolar 30% de cobertura vegetal. Trata-se de uma região próxima a área central, ocupada por população de classe média a alta, onde há presença de inúmeros condomínios horizontais de alto padrão (ex: Alphaville, Gavea, Ibiza e Alamo Ville), com arborização viária e a presença de uma mata (FIGURA 8).

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

FIGURA 8 – COBERTURA VEGETAL ACIMA DE 30%, PAINEIRAS – SETOR 33
FONTE: Fotografia aérea 1:10.000 – Prefeitura Municipal de Birigui (2002)

Os ICV com valores acima de 20%, conforme relatados e ilustrados nas figuras 7 e 8, demonstram uma das limitações de se trabalhar o índice de cobertura vegetal arbórea por setor censitário. Em ambas as áreas o elevado ICV se da pela presença de pequenos fragmentos de mata, ou seja, não reflete a arborização das áreas onde se encontram também as edificações. Assim, a divisão da área de estudo em unidades homogêneas de paisagem, com base principalmente no uso do solo, configura-se como um método valioso para resolver este problema.

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

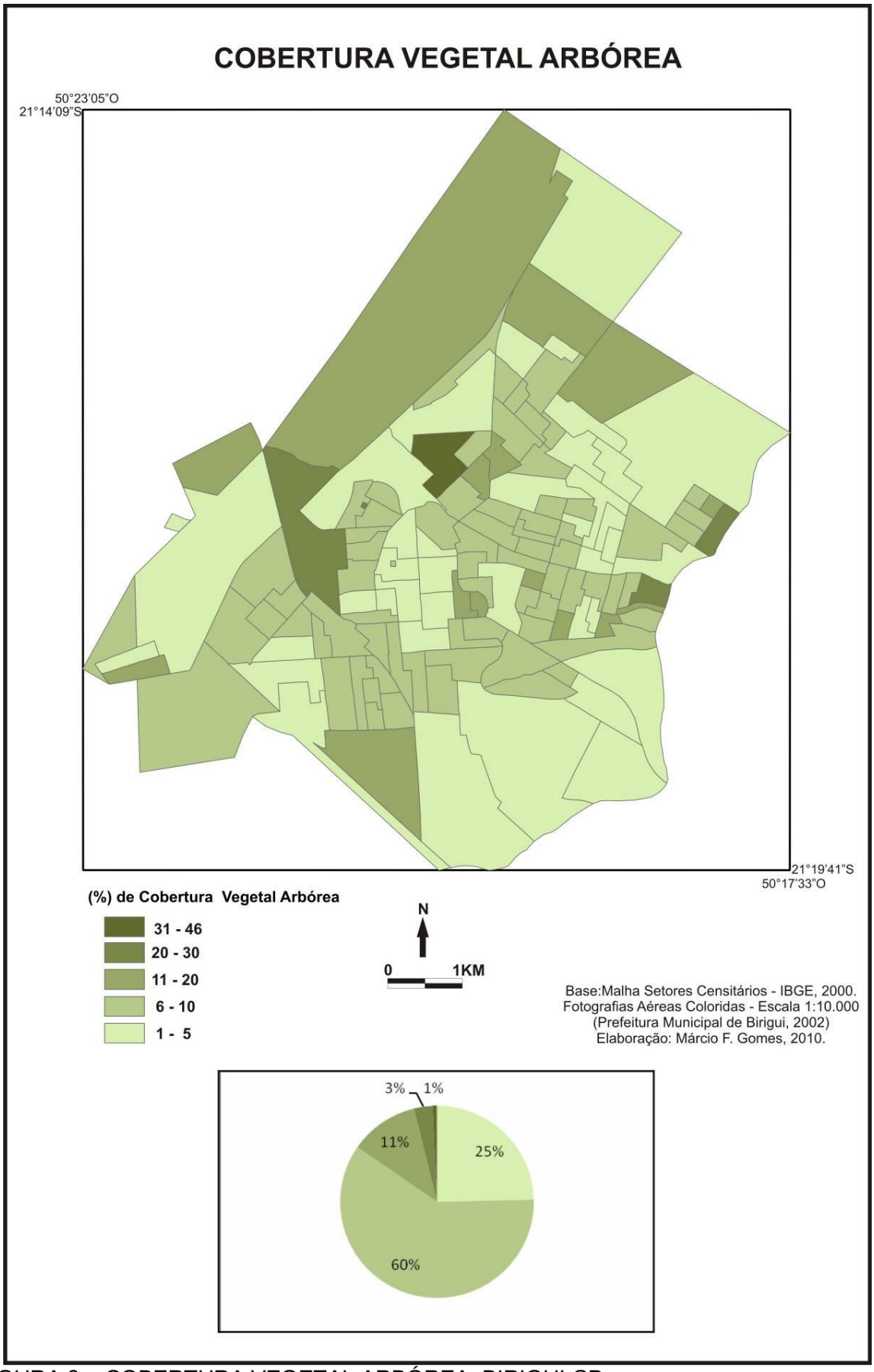

FIGURA 9 – COBERTURA VEGETAL ARBÓREA, BIRIGUI-SP

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Em relação ao ICVH, o maior índice ocorre no setor n°114 com aproximadamente 2080m²/hab (figura 10). Este resultado se da principalmente em função baixíssimo número de habitantes (283) aliado as dimensões da área (7211019m² - maior setor censitário da cidade). Este setor está localizado numa zona de transição com a zona rural, com a presença de loteamentos inconsolidados, chácaras e usos do solo com atividades agrícolas. Mais uma vez fica nítido a limitação de se trabalhar a cobertura vegetal arbórea por setor censitário e não com unidades de paisagem.

O cenário descrito acima também é verificado nos oito setores censitário (n° 33, 56, 73, 97, 112, 115, 117 e 121) com ICVH acima de 100m²/hab., onde a densidade demográfica está abaixo de 25hab/ha e o uso do solo é marcado pela transição urbano/rural.

Índices entre 30m²/hab e 100m²/hab foram encontrados em apenas 14 (6,15%) dos setores censitários, sendo a maior parte deles caracterizados por baixa densidade demográfica, em geral inferior a 25hab./ha. Outro aspecto que chama a atenção é que a maior parte destes setores, salvo algumas exceções (setores n° 104 e 109), apresenta ICV abaixo de 10%. Diante deste contexto, pode-se argumentar que os maiores ICVH se dão muito mais em função da rarefação da população do que da presença de cobertura vegetal arbórea.

Com valores ente 15m²/hab. e 30m²/hab. aparecem 35 (26,92) setores censitários (ex: setores n° 1, 5, 26 e 105). São bairros residenciais, já consolidados e com densidade demográfica média variando entre 50 e 70hab./ha e que em sua maioria apresentaram ICV inferior a 10%.

A maior parte dos setores censitários (50%) possui menos de 15m² de cobertura vegetal arbórea por habitante, sendo o menor índice obtido no setor nº 94 com 4,31m²/hab. Trata-se de setores localizados na região central e leste (FIGURA 10). Na região central o baixo ICVH se da principalmente pela ausência de cobertura vegetal, com ICV inferiores a 5%. Já na região leste, marcada pela existência de conjuntos habitacionais e população de baixa renda, é a densidade demográfica acima de 75hab/ha que contribui diretamente para queda do ICVH.

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

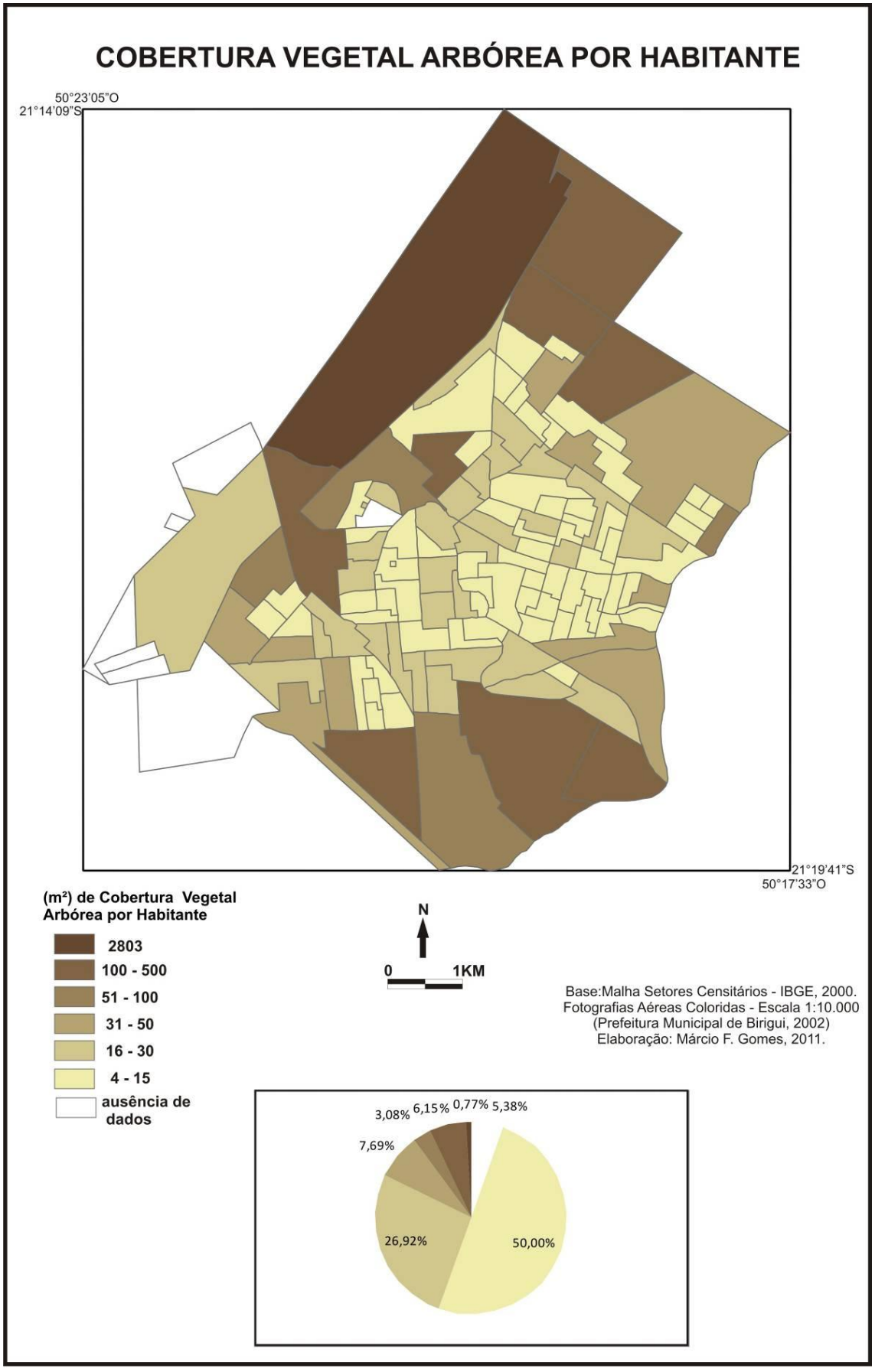

FIGURA 10 – COBERTURA VEGETAL ARBÓREA POR HABITANTE, BIRIGUI-SP

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Birigui - SP apresentou 7,75% de cobertura vegetal arbórea. Esses valores evidenciam que o centro urbano de Birigui apresenta índices de cobertura vegetal abaixo dos sugeridos na literatura (OKE, 1973; SUKOPP e WERNER, 1991; PAULEIT e DUHME, 1995 apud ATTWELLl, 2000).

Os menores percentuais (abaixo de 5%) de cobertura vegetal foram registrados nas áreas centrais da cidade (local marcado pelo intenso uso e ocupação do solo, com ausência de áreas verdes e arborização urbana contínua) e nos novos loteamentos na periferia da cidade. Em relação aos maiores índice de cobertura vegetal, notou-se que eles estão intimamente associados a regiões próximas a pequenos fragmentos de matas e/ou presença de áreas verdes.

O ICVH obtido para cidade de Birigui foi de 36m²/hab. Este resultado não ocorre de forma homogênea pela cidade, haja vista que ele se da pelos altos valores registrados nos setores localizados em área de transição com a zona rural, enquanto a maior parte do espaço urbano, em especial a área central e os bairros densamente habitados, encontra-se com valores abaixo de 15m²/hab.

A avaliação da cobertura vegetal arbórea por setor censitário apresentou algumas limitações, pois a presença de parques, lagos e matas, podem mascarar os resultados e não refletir a arborização das áreas edificadas. Assim, a delimitação da área em unidades homogêneas de paisagem, baseadas principalmente no uso e ocupação do solo, configura-se como uma abordagem mais adequada.

A utilização de fotografias aéreas e o emprego de softwares de geoprocessamento se mostraram satisfatórios, permitindo o estudo da quantificação e do arranjo espacial da cobertura vegetal. Os resultados encontrados na pesquisa pretendem servir como subsídios ao planejamento ambiental urbano.

www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

REFERÊNCIAS

ATTWELL, K. Urban land resources and urban planting – case studies from Denmark.**Landscape and Urban Planning** 52 (2000) 145-163. Disponível em: www.elsevier.com/locate/landurbplan. Acesso em: 10/07/2011.

BONAMETTI, J. H. Arborização urbana. In: **Revista Terra e cultura: Cadernos de ensino e pesquisa**. Londrina, Ano XIX n°36 jan/jun, 2003.

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** - DG/USP, 2005

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas Verdes: Conceitos, Objetivos e Diretrizes para o Planejamento. In: **I Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e IV Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**, 1992. Vitória. Anais. Vitória, ES, 1992. p. 29-38.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo da SBAU** (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana), ano VII, n. 3 - Jul/ago/set de 1999, Rio de Janeiro, p. 7.

DE ANGELIS, B. L. D. **Arborização Urbana**. Disciplina: Planejamento de Áreas Verdes Urbanas. Curso de Pós-Graduação em Geografia. Maringá, 2001 (Apostila).

GREY, G. W., DENEKE, F. J. **Urban forestry.** New York, John Wiley & Sons, 1986.

HENKE – OLIVEIRA, C. **Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas.** Dissertação (Mestrado). UFSCar. São Carlos, SP, 1996.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. <Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm > Acesso em 10 de janeiro de 2010.

IBGE. **Censo Demográfico 2010.** <Disponível em:http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=35>Acesso em 05 de março de 2011.

LAPOIX, F. Cidades verdes e abertas. In: **Enciclopédia de ecologia**. São Paulo: EDUSP, 1979.

LIMA, A.M.L.P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUZA, M.A. del B.; FIALHO, N. de O. e DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlates. *In.* **II CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA**, São Luís, **Anais ...** SBAU, 1994, p. 539-549.

LOMBARDO, Magda A. **Ilha de Calor nas Metrópoles – o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

LOMBARDO, M. A. Vegetação e clima. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 3, 1990, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Impresso na Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1990. p. 1-13.

MARCUS, M. G.; DETWYLER, T. R. **Urbanization and environment.** Bermont/Cal., Duxburg Press, 1972.

MOURA, A. R.; NUCCI, J. C. Análise da Cobertura Vegetal do Bairro de Santa Felicidade, Curitiba/PR. Anais. **XI Simpósio de Geografia Física Aplicada**. USP, São Paulo, 2005.

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

NUCCI, J. C.; WESTPHALEN, L. A.; BUCCHERI FILHO, A. T.; NEVES, D. L.; OLIVEIRA, F. A. H. D.; KROKER, R. Cobertura vegetal no bairro Centro de Curitiba. **Revista GEOUERJ** número especial, Rio de Janeiro, 2003 (CD ROM).

SAMPAIO, A. C. F. **Análise da arborização de vias públicas das principais zonas do plano piloto de Maringá-PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

SUKOPP, H. & WERNER, P. **Naturaleza en las ciudades**. Madrid, 1991.

TOLEDO, F.S; SANTOS, D.G. Espaços Livres de Construção**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v3, n1, p. 73-91, mar. 2008.

(Recebido em 25.05.2011. Aceito em 19.08.2011)