

Fotografia aérea para mensuração da área de copa das árvores bauruenses do bairro Jardim Pagani

Letícia Benites Albano¹
Caroline Bessi Fávero¹
Anderson Antonio da Conceição Sartori²

Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologias – NEPGEO
¹Universidade do Sagrado Coração – USC
Rua Irmã Arminda, 10-50, CEP: 17011-160, Bauru, SP, Brasil.
leh.albano@gmail.com; caroline_bessi@hotmail.com

²Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Sagrado Coração-USC
Rua Irmã Arminda, 10-50, CEP: 17011-160, Bauru, SP, Brasil.
sartori80@gmail.com

Abstract. The measurement of dendrometric variables is a task that demands high costs during, performing inventory. Of the many variables to be investigated in the evaluation of urban afforestation. It is necessary to select which ones are important according to the objectives of the inventory. This research had as main objective, were measured treetop areas by means of aerial photographs at the Jardim Pagani in Bauru-SP. For the accomplishment of this research, the data from an inventory of the Extension Project: Urban Flora. The measurement was processed in the geographic information system (GIS), using the air sales of the analysis units. As the production areas are compared statistically with the collection areas obtained through the conventional inventory. The results confirmed the existence of statistically significant differences between the conventional method and the measurement performed in the GIS tools. This divergence between the acquired results consists of errors of observation and measurement in conventional inventories and with the period and time of acquisition of the image. For the efficiency of GIS measurement, consider that this technique can aid and improve the accuracy of conventional inventory collections, minimizing the high costs of field collections. The use of geoprocessing is important to spatially registering the tree planting, in order to obtain greater practicality in the execution of continuous inventories.

Palavras-chave: urban afforestation, geographic information system; Archaeological inventory, orthophotos, conventional methodology.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da arborização urbana enfatiza suas funções e benefícios paisagísticos e ambientais. Consideradas por Mascaró (2002) como elementos da estrutura urbana, as árvores, em termos de aspectos paisagísticos, proporcionam embelezamento, direcionamento, identidade e delimitação de espaços. Em termos ambientais, as árvores urbanas contribuem para a redução da erosão; para o controle do clima e economia de energia com o sombreamento, a redução da temperatura, a retenção da água no solo, o aumento da umidade relativa do ar e a canalização ou obstrução dos ventos; e para o controle da poluição com a amenização de ruídos e da poluição atmosférica. Para Milano e Dalcin (2000), as árvores urbanas beneficiam também a saúde do homem ao combater o stress e formar áreas de convívio.

Para se realizar um diagnóstico arbóreo em termos qualitativos e quantitativos, um dos parâmetros usados consiste em analisar as copas das mesmas, observando seu diâmetro, sua área, cor das folhas e sua vitalidade.

Para caracterização dos parâmetros da copa das árvores, o sensoriamento remoto se justifica como uma ferramenta eficiente. Com base em análise de imagens de satélites de alta resolução oriundas de sensores espectrais, aerofotos torna-se uma tecnológica atual que pode acelerar e reduzir custos relativos a mapeamentos e detecção de mudanças geográficas e

ambientais. Sua importância consiste em caracterizar a biomassa e fornecer informações importantes sobre a cobertura vegetal, envolvendo estimativas deste parâmetro (Matos e Kirchner 2008; Le Maire et al., 2011).

Segundo França et al. (1993) as técnicas de sensoriamento remoto através de imagens orbitais são insuperáveis ao nível de rapidez comparadas às técnicas convencionais (aerofotografias). Ao propiciarem uma visão integrada do espaço urbano – regional e a percepção das suas inter – relações, tornaram-se fundamentais para o monitoramento dos objetos alvos de uma cidade e análise do seu crescimento. Assim sendo, surge o conceito quanto a mensuração de mudanças do inventário florestal urbano sendo executado a partir de fotografias aéreas.

Segundo Pacheco 2001, as fotografias aéreas, fornece informações precisas direcionadas à avaliação e evolução das variações sobre a superfície terrestre quando combinada com Sistemas de Informações Geográficas (SIG), estando aliadas as ferramentas de Geoprocessamento.

Com a expansão da silvicultura urbana, as informações dos indivíduos arbóreos precisam ser gerenciadas com dinâmica e abrangência qualitativa e quantitativa. Por esse motivo, o uso das geotecnologias produzirá informações com rapidez e eficácia, facilitando o gerenciamento da floresta urbana (McPherson et al., 1997; Kontoes et al., 2000; Ward e Johnson, 2007).

Dessa forma, SIG é uma ferramenta que proporciona a melhoria nos processos de mapeamento e monitoramento, contribuindo com conhecimentos espaciais para as tarefas de manejo dos recursos florestais (Franklin, 2001).

Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo, mensurar parâmetros das copas das árvores urbanas e estimar as copas arbóreas por meio de fotografias aéreas: estudo de caso no Bairro Novo Jardim Pagani de Bauru – SP.

2. Material e Métodos

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O município de Bauru, interior do estado de São Paulo, localiza-se na região centro - oeste paulista e está situado na latitude $22^{\circ} 18' 54''$ S e longitude $49^{\circ} 03' 39''$ W.

A vegetação original e predominante no município é a mata atlântica, porém por ação do clima e da devastação das florestas o bioma que cada vez mais vem ganhando espaço em Bauru é o Cerrado. O estudo foi realizado no Bairro Jardim Pagani - Bauru/SP, o qual se encontra situado na latitude $22^{\circ} 17' 97''$ Sul e longitude $49^{\circ} 04' 07''$ Oeste, conforme Figura 1.

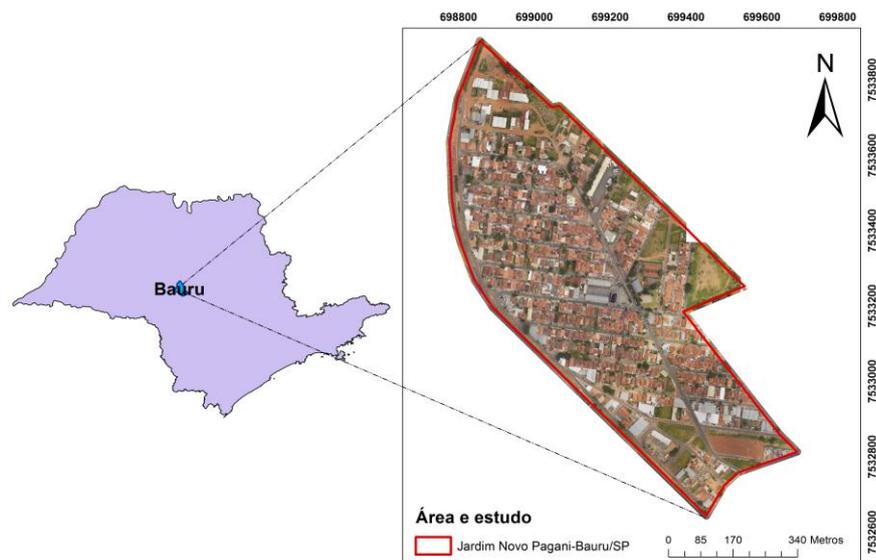


Figura 1: Localização da area de estudo Bairro Jardim Pagani – Bauru SP.

Segundo a classificação de Köppen, a cidade possui clima do tipo Cwa, definido como tropical de altitude com diminuição de chuvas no inverno e temperatura média anual de 22,6 °C, tendo invernos secos e amenos (raramente frio de forma demasiada) e verões chuvosos com temperaturas moderadamente altas.

2.2 Fotografia aérea

A fotografia aérea do Bairro Jardim Pagani, foi concedida pelo Instituto Soma de Bauru (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público), sendo esta, gerada a partir do aplicativo Photomerge, em formato png.

A resolução dessa imagem é pixel com 10 cm, sendo datada de dezembro de 2013.

2.3 Processamento do inventário convencional

Os dados coletados são oriundos do Projeto de Extensão denominado Flora Urbana – da Universidade do Sagrado Coração – USC, realizado no bairro Jardim Pagani, no município de Bauru, promovendo atividades de análises arbóreas, realizando o diagnóstico das mesmas visando expor a qualidade na qual todas as árvores desse bairro se encontram. Foi gerado um inventário dos indivíduos arbóreos gerando um banco de dado georreferenciado.

O método convencional ou tradicional de coleta da variável área de copa do inventário da arborização teve início em março e término outubro de 2016, sendo registrado por meio de planilhas de campo. O diâmetro de copa, que resultou na área de copa, foi mensurado nas ruas medindo-se os extremos de projeção da copa.

2.4 Método de classificação

O método de classificação aplicado foi o *Maximum Likelihood Classification* utilizando o software ArcGIS 10.3.

O método classificação supervisionada exige um conhecimento prévio da área de estudo, sendo necessário realizar algumas amostras dos diferentes alvos na área de estudo. Para realizar as amostras foi criado um *shape* em forma de ponto, sendo posicionados aproximadamente mil pontos de amostragem sobre os diferentes objetos e alvos, consequentemente foi estabelecidos seis classes de uso e ocupação: Telhados, piscinas, copas das árvores, ruas, grama e solo exposto.

Posteriormente foi extraído apenas o alvo de interesse do estudo, as copas das árvores urbanas. Dessa forma, realizou – se o delineamento das copas das árvores em todas as ruas do bairro, registrando – os em um banco de dados.

Assim, as árvores foram representadas por vetores do tipo polígono. Cada polígono permitiu a localização espacial e quantificação da área das árvores individuais que compõem a cobertura arbórea do bairro bauruense.

2.5 Processamento estatístico dos métodos de coleta

Os resultados obtidos a partir dos dados referentes ao Projeto de Extensão Flora Urbana foram submetidos à análise estatística descritiva; adquirindo a media e desvio padrão das áreas das copas, sendo executado a partir do aplicativo estatístico XLSTAT.

Na análise estatística, a variável coletada área de copa recebeu dois tratamentos: T1 – método de coleta convencional, e T2 – método de delineamento em ambiente SIG. Destes, foram comparadas as médias quanto a sua homogeneidade, pelo teste f ao nível de significância de 95%.

3. Resultados e Discussão

Após ter sido aplicado o método *Maximum Likelihood Classification* foram calculadas as áreas de todos os polígonos de uso, para que então fossem eliminados os polígonos que

tivessem áreas menores que 0,1 m. Essa eliminação foi realizada para que o resultado obtido chegasse o mais próximo possível da realidade.

Após a eliminação dos polígonos menores obtivemos a classificação de uso e ocupação (Figura 2) da área de estudo, englobando todas as classes definidas.

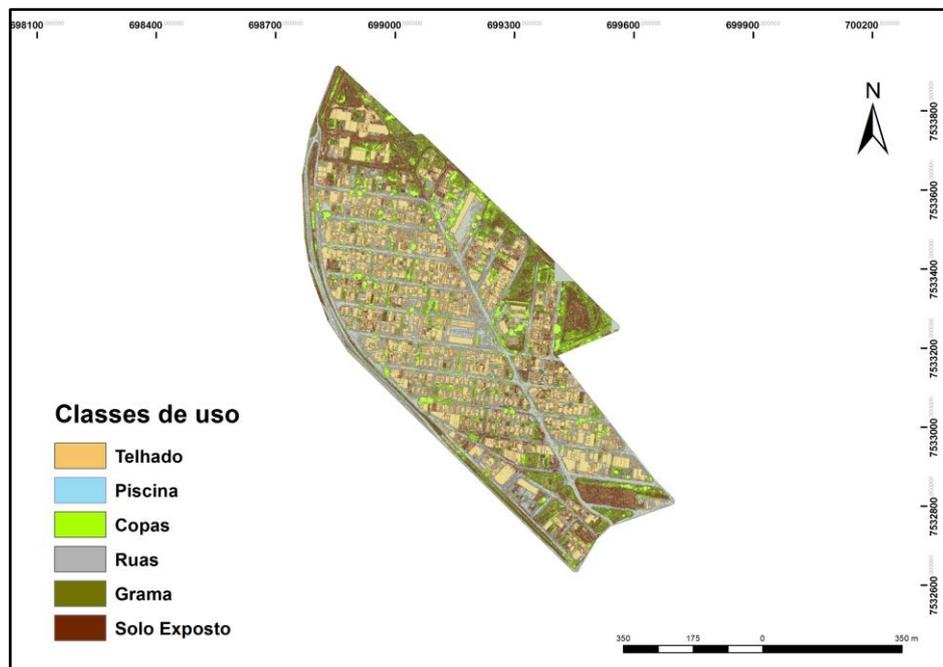


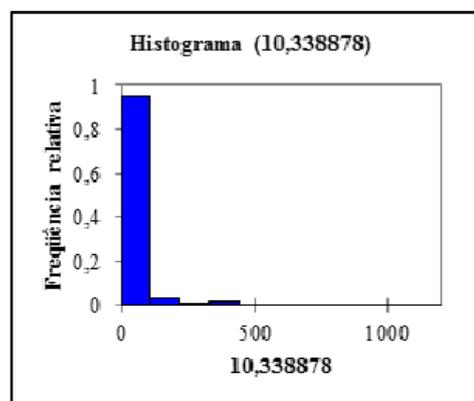
Figura 2. Classificação do diferentes usos do solo Bairro Jardim Pagani – Bauru SP.

Para obter o objetivo dessa pesquisa, foi feita a análise das copas, separadamente das demais classes, obtendo assim, o plano de informação área das copas das árvores, posteriormente fez a quantificação isolada das áreas das copas.

A quantificação em distribuição em classes de frequência da mensuração das áreas das copas esta apresentada na (Tabela 1) por meio de mensuração em SIG. Pode se observar que a classe que apresenta maior concentração de área é classe um com (596 indivíduos), isso se justifica pela maior frequência de copas de árvores menores.

Tabela 1. Distribuição de frequência de tamanho de área de copa pelo método de mensuração SIG.

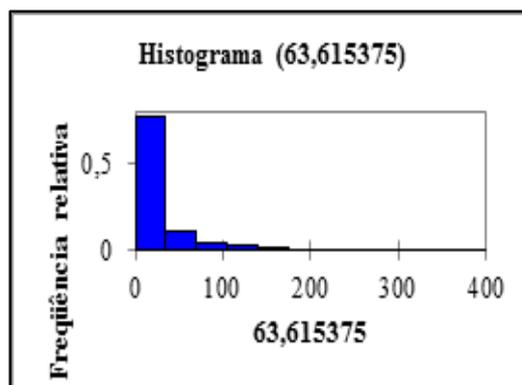
Limite inferior	Limite superior	Frequência	Frequência relativa	Densidade
0	110	596	0,946	0,009
110	220	18	0,029	0,000
220	330	3	0,005	0,000
330	440	9	0,014	0,000
440	550	1	0,002	0,000
550	660	2	0,003	0,000
660	770	0	0,000	0,000
770	880	0	0,000	0,000
880	990	0	0,000	0,000
990	1100	1	0,002	0,000



A quantificação em distribuição em classes de frequência da mensuração das áreas das copas esta apresentada na (Tabela 2) por meio convencional. Pode se observar que a classe que apresenta maior concentração de área é classe um com (375 indivíduos), isso se justifica pela maior frequência de copas de árvores menores.

Tabela 2. Distribuição de frequência de tamanho de área de copa pelo método de mensuração convencional.

Limite inferior	Limite superior	Frequência	Frequência relativa	Densidade
0	35	375	0,773	0,022
35	70	56	0,115	0,003
70	105	20	0,041	0,001
105	140	17	0,035	0,001
140	175	10	0,021	0,001
175	210	2	0,004	0,000
210	245	3	0,006	0,000
245	280	1	0,002	0,000
280	315	0	0,000	0,000
315	350	1	0,002	0,000



A fim de obter os parâmetros de eficiência entre os dados compilados a partir de um SIG e os compilados através da metodologia convencional realizado em inventário de campo, foi feita a estatística de ambos os bancos de dados, pela ferramenta de estatística XLSTAT, originando a Tabela3.

Tabela 3. Valores da variável área de copa para os métodos de coleta em ambiente SIG e convencional.

Método de mensuração	Mín	Máx	Média	Desvio padrão
SIG	1,005	1036,814	29,231	76,438
Convencional	0,062	349,657	29,683	41,576

*Todos valores foram quantificados em área da copa em (m²).

Estatisticamente, na comparação da média entre os métodos em ambiente SIG e inventário convencional (Tabela 1), observou-se que não houve diferença significativa entre as médias das duas amostras no nível de confiança de 95%. As diferenças das áreas de copa entre os métodos SIG e convencional foram próximas quando levado em consideração a média de todos indivíduos para o método obtido no na classificação via SIG (29,23 m²) e pelo método convencional (29,68 m²).

Muitas árvores com áreas de copas menores, como os desvios foram altos (Tabela 1), as médias mascararam os valores das árvores. Isso pode ter ocorrido devido ao porte ou tamanho das árvores serem diferentes nas ruas – provavelmente as espécies plantadas nas ruas não são as mesmas, ou, ainda, existem plantios novos.

As representações espaciais das amostras facilitam a ida às ruas para efetuar os inventários e também para realizar plantios em locais com menores quantidades de árvores. Godfrey (2001) associou cadastros da arborização urbana com SIG, resultando em

representações espaciais e, conseqüentemente, melhor manejo da arborização urbana.

A partir das médias de área de copa e os seus desvios, observou-se que as árvores apresentam diferentes tamanhos de copa em cada uma das ruas. O porte arbóreo está relacionado com a área de copa, isto é, árvores com maior porte apresentam maior área de copa. De acordo com Silva et al. (2007), a área de copa é uma medida útil para se estimar o porte da árvore.

4. Conclusões

As áreas de copa delineadas na ortofoto do Bairro Jardim Pagani, permitiram visualizar a distribuição espacial da arborização contida nesse bairro, fornecendo informações necessárias ao planejamento da arborização na cidade.

As divergências entre os valores obtidos nos métodos de coleta convencional estão relacionadas a erros de observação e medição em inventários convencionais.

Portanto, o método convencional e em SIG são metodologias que se distinguem quanto a precisão de dados. Dessa forma, não se pode rejeitar a hipótese de que o método de coleta processada em ambiente SIG, não é exatamente igual ao método convencional.

O uso do geoprocessamento é importante para cadastrar espacialmente a arborização viária, com o intuito de se obter maior praticidade na execução de inventários contínuos.

Referências Bibliográficas

Françoso, M. T.; Freitas, M. A. R. R. ; Mello, H. M. C. F. **Sensoriamento Remoto como fonte de dados para sistemas de informação geográfica aplicados ao transporte e urbanismo.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., Curitiba, PR, 10 - 14 maio, 1993. Anais. Curitiba. V.1, p. 62 - 67.

Franklin, S. E. **Remote sensing for sustainable forest management.** Boca Raton: CRC Press; Boca Raton, USA: 2001. 407 p.

Kontoes, C. C.; Raptis, V.; Lautner, M.; Oberstadler, R. The potential of kernel classification techniques for land use mapping in urban areas using 5m-spatial resolution IRS-1C imagery. **International Journal of Remote Sensing**, Philadelphia, USA: v. 21, 2000.

Le Maire, G.; Marsden, C.; Nouvellon, Y.; Grinand, C.; Hakamada, R.; Stape, J. L.; Laclau, J. P. MODIS NDVI time-series allow the monitoring of Eucalyptus plantation biomass. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n.10, p 2613 - 2625, 2011.

Matos, F. D. A.; Kirchner, F. F. Estimativa da floresta ombrófila densa de terra firme na amazônia central com o satélite Ikonos II. **FLORESTA**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 157 - 171. 2008.

Mascaró, L. E. A. R.; Mascaró, J. L. **Vegetação urbana.** 1ª. ed. Porto Alegre: UFRGS FINEP, 2002. v. 1. 242 p.13.

McPherson, E. G.; Nowak, D.; Heisler, G.; Grimmond, S.; Souch, C.; Grant, R.; Rowtree, R. Quantifying urban forest structure, function and value: the Chicago urban forest climate project. **Urban Ecosystems**, Duluth, USA: v. 1, p. 49 - 61, 1997.

Milano, M. S.; Dalcin, E. **Arborizacao de vias públicas.** Rio de Janeiro: Fundação Parques e Jardins : Prefeitura do Rio: Light, 2000. 206p.

Pacheco, A. P. Sensoriamento Remoto Multiespectral aplicado à cobertura vegetal de Mata Atlântica. **Revista da Comissão Brasileira de Geodésia.** Disponível em: <www.geodesia.ufsc.br>, Acesso em: 18 de outubro de 2016.

Silva, A. G.; Paiva, H. N.; Gonçalves, W. Avaliando a arborização urbana. Viçosa - MG: **Ed. Aprenda Fácil, Série Arborização Urbana.** Coleção Jardinagem e paisagismo, v. 5, 2007. 346 p.

Ward, K. T.; Johnson, G. R. Geospatial methods provide timely and comprehensive urban forest information.



Urban Forestry & Urban Greening, Elsevier: v. 6, 2007. p. 15 - 22.