

## **O USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA O ÍNDICE DE COBERTURA ARBÓREA (ICA) EM RUAS DE CURITIBA-BRASIL**

EVERALDO MARQUES DE LIMA NETO, Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais - Campus III - Rua Lothário Meissner, 900, CEP: 80210-170, Curitiba – PR, Brasil, everaldo.limaneto@gmail.com, Universidade Federal do Paraná.UFPR, Brasil.

DANIELA BIONDI, Dr<sup>a</sup>. Professora Associada, Departamento de Ciências Florestais - Campus III - Rua Lothário Meissner, 900, CEP: 80210-170, Curitiba – PR, Brasil, dbiondi@ufpr.br, Universidade Federal do Paraná.UFPR, Brasil.

ANGELINE MARTINI, Engenheira Florestal, Mestranda em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais - Campus III - Rua Lothário Meissner, 900, CEP: 80210-170, Curitiba – PR, Brasil, martini.angeline@gmail.com, Universidade Federal do Paraná.

ROGÉRIO BOBROWSKI, Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal, Departamento de Pesquisa e Monitoramento, bobrowski\_roger@yahoo.com.br, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Curitiba, Paraná, Brasil.

A análise espacial da arborização de ruas auxilia no planejamento urbano e indica o percentual da cobertura arbórea. A arborização de ruas pode através da cobertura arbórea promover um corredor ecológico interligando as diferentes áreas verdes urbanas, como: parques, praças e remanescentes florestais. Os índices espaciais são definidos como um conjunto de parâmetros utilizados para estudos em arborização. Com a mensuração destes índices, é possível obter um panorama sobre a condição espacial da arborização e a localização de áreas com maiores e menores coberturas. Com estas informações é possível propor novas áreas para a introdução da arborização urbana. Como procedimento metodológico foi utilizado três unidades amostrais do município de Curitiba, Paraná, Brasil, são elas: Água Verde, Bigorriho e Jardim Social. Foi elaborado um mapa de cobertura da arborização de ruas definido por polígonos de cada árvore das unidades amostrais. As áreas dos polígonos representavam a área de copa das árvores que foram calculadas em ambiente SIG, através da ferramenta Xtools Pro. Considerou-se Índice de Cobertura Arbórea (ICA), o percentual da soma das áreas de copa arbórea em relação à área total da rua. Os ICAs das amostras analisadas foram: Água Verde (18,69%), Bigorriho (21,44%) e Jardim Social (18,64%). Conforme a literatura, o ICA ideal tem valor superior a 50% em zonas residenciais de uma cidade. Nesta pesquisa, todos os ICAs estão abaixo de 50%, ressaltando que as áreas amostradas são predominantemente residenciais. Com estes resultados, conclui-se que há um déficit de árvores nas três amostras analisadas. A informação deste índice pode ser aplicada na avaliação quantitativa da arborização de ruas, indicando o número de árvores a serem plantadas.

## INTRODUÇÃO

A arborização é indispensável ao desenvolvimento urbano, considerando que é fator determinante da salubridade ambiental nas cidades, por ter influência direta sobre o bem estar do homem, em virtude dos múltiplos benefícios ambientais, de ordem social, estética e ecológica, proporcionando o conforto térmico, acústico e visual.

No Brasil, o planejamento do desenvolvimento das cidades, referente à arborização e as áreas verdes urbanas são, muitas vezes, negligenciados pela falta de interesse dos órgãos públicos e da própria população no sentido de se conhecer a importância da vegetação no espaço urbano.

A análise da arborização de ruas é objeto de estudo para melhor funcionamento de seus benefícios nas cidades, resultando no aumento da qualidade de vida humana e ambiental dentro das cidades.

Os índices espaciais são definidos como um conjunto de parâmetros utilizados para estudo da arborização, principalmente relacionados com a mensuração destes parâmetros. Com isto pode-se obter o estado ou condição da arborização e conseqüentemente a qualidade das áreas urbanas.

A quantificação e a configuração espacial do “verde urbano” podem ser utilizadas como instrumentos e parâmetros de avaliação da qualidade ambiental em áreas urbanas (NUCCI; CAVALHEIRO, 1999; NUCCI, 2001).

A qualidade ambiental é um fator imprescindível no bem estar da sociedade. Lombardo (1985) afirma que a qualidade da vida humana está diretamente relacionada com a interferência da obra do homem no meio natural urbano. A natureza humanizada, através das modificações no ambiente alcança maior expressão nos espaços ocupados pelas cidades, criando um ambiente artificial.

Avaliar os fatores que influem na qualidade ambiental das cidades, é definido por meio de uma variedade de componentes que estão interligados, envolvendo as áreas verdes, as condições de saneamento básico, a coleta do lixo da cidade, o abastecimento de água, e relações sócio ambientais no espaço urbano.

Jesus (2006) ressalta que “a ausência de uma adequada arborização urbana, tanto influi negativamente na qualidade ambiental, quanto na saúde da população.” A avaliação da cobertura de árvores na cidade pode ajudar no planejamento da vegetação urbana e na sua administração, a medida que revela características da vegetação, determina a extensão e a distribuição da vegetação.

Dessa forma, é importante buscar alternativas que indiquem oportunidades de promoção de plantio, manutenção e conservação de espécies que harmonizem com o conjunto de equipamentos sociais urbanos, implicando assim na eliminação de conflitos existentes e na preservação e aumento da massa arbórea nas cidades, contribuindo efetivamente para a melhoria do ambiente nos centros urbanos (BATISTA, 2002).

A partir daí, os índices espaciais de cobertura arbórea traz uma relevante contribuição para estudos de planejamento urbano, qualidade ambiental e estrutura de modificação da paisagem nas cidades.

A avaliação da cobertura vegetal permite não só conhecer os índices relativos à quantidade de áreas verdes ou densidade arbórea, bem como identificar, caracterizar e quantificar o patrimônio das espécies arbóreas existentes

nas cidades. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é calcular o Índice de Cobertura Arbórea (ICA) em ruas do município de Curitiba, Paraná.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização e Caracterização da Área de Estudo**

O município de Curitiba, capital do estado do Paraná, localiza-se na região Sul do Brasil e está situado a leste do Estado, na latitude 25°25'40"S e longitude 49°16'23"W (Marco Zero – Praça Tiradentes). Tem como limites os municípios de Colombo e Almirante Tamandaré, ao norte; Campo Magro, a noroeste; Campo Largo, a oeste; Araucária, a sudoeste; Fazenda Rio Grande, ao sul; São José dos Pinhais, a leste; e Pinhais, a nordeste (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA, 2009).

Segundo a classificação de Köppen, a cidade possui clima do tipo Cfb, definido como clima temperado (ou subtropical) úmido, mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos, e invernos com geadas freqüentes e ocasionais precipitações de neve. As médias de temperatura são de 20,87 °C no verão (período 2000/2009) e 14,77 °C no inverno (período de 2000 a 2009). A altitude média é de 934,6 m acima do nível do mar e a área do município de 435 km<sup>2</sup>, com extensão de 35 km no sentido norte-sul e 20 km no sentido leste-oeste (IPPUC, 2009).

A divisão político-administrativa do município de Curitiba origina 75 bairros que estão agrupados em nove regionais administrativas: Bairro Novo, Boa Vista, Boqueirão, Cajuru, CIC, Matriz, Pinheirinho, Portão e Santa Felicidade (IPPUC, 2009). Estima-se que a cidade de Curitiba tenha população de 1.678.965 habitantes (IBGE, 2010).

A vegetação de ocorrência natural é Floresta Ombrófila Mista e Estepe Gramíneo-Lenhosa (RODERJAN *et al.*, 2002). A cobertura vegetal foi estimada em 12.994,50 (VIEIRA, 2006) equivalente a 30% do território municipal.

Segundo Vieira (2006) a regional administrativa com maior parcela da classe cobertura vegetal é Santa Felicidade (21,49%), seguida de Bairro Novo (17,11%), Pinheirinho (16,8%), CIC (16,32%) e Boa Vista (14,26%). As demais regionais apresentam percentuais bem menores: Boqueirão (6,23%), Cajuru (3,44%), Matriz (2,36%) e Portão (1,99%).

### **Procedimentos Metodológicos**

A presente pesquisa teve início com a obtenção de variáveis do inventário da arborização de ruas para a sua incorporação no Sistema de Informações Geográficas (SIG). A seleção das unidades amostrais (u.a.) foi baseada na análise qualitativa e quantitativa da arborização de Curitiba realizado por Milano (1984).

Foram selecionadas três unidades amostrais que apresentaram maiores quantidades de árvores e maior diversidade de espécies no inventário realizado por Milano (1984), sendo elas: Amostra Bigorriho; Amostra Água Verde; e Amostra Jardim Social. Todas as informações das árvores que fazem parte destas 03 amostras foram atualizadas com o inventário realizado em 2010.

O Índice de Cobertura Arbórea (ICA) utilizado foi conforme Lima Neto e Melo & Souza (2009), que consideram os índices espaciais, um conjunto de parâmetros utilizados para estudo da arborização. À medida que se realiza a mensuração destes índices, é possível obter um panorama sobre a condição da arborização.

Para o cálculo desse índice fez-se uma representação vetorial do tipo polígono para cada rua, definindo o cálculo de área da rua de modo similar a área das copas, através da ferramenta *Xtools Pro*.

Também foi feita uma representação vetorial do tipo linha, criado no *ArcCatalog*, para representar as calçadas arborizadas dentro das unidades amostrais. Cada linha delimitada pelo usuário do ambiente SIG correspondeu a uma calçada. A soma das linhas resultou na metragem de cada uma delas.

O Índice de Cobertura Arbórea tem a função de fornecer o percentual de cobertura da arborização nas ruas, dado pela equação 1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos produtos da cobertura arbórea é a espacialização da cobertura da arborização viária. Na presente pesquisa a Figura 1 representa essa espacialização nas ruas das amostras Bigorriho, Água Verde e Jardim Social.

A análise espacial da arborização de ruas auxilia no planejamento urbano e indica o percentual da cobertura arbórea, pois a arborização de ruas configura um intenso canal para que haja a interligação ecológica entre os parques, praças e remanescentes florestais no espaço intra-urbano. De acordo com Kurihara e Encinas (2003), as árvores urbanas além de estarem relacionadas com a qualidade de vida das pessoas, alteram decididamente o microclima e tendem a formar corredores ecológicos urbanos muito úteis principalmente para a avifauna, tornando-se necessário o conhecimento do potencial da vegetação urbana.

Para Carrara (1992) o conhecimento da cobertura vegetal permite aos planejadores monitorarem e estabelecem medidas decisivas para estudos ecológicos urbanos.

A cobertura vegetal urbana passou a ser um objeto interessante de estudo, o que pode ser explicado pelos inúmeros motivos que a sua falta causa como o aumento da formação de ilhas de calor, das temperaturas, da poluição do ar, redução da umidade relativa e deterioração da estética urbana (MOURA; NUCCI, 2008).

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise espacial de cobertura arbórea nas amostras Água Verde, Bigorriho e Jardim Social. De acordo com a metodologia desenvolvida por Simões *et al.* (2001), o índice de sombreamento arbóreo (ISA) foi definido pela área de copa das árvores. Considerando este procedimento e a definição, pode-se observar que tanto o ISA quanto o ICA são equivalentes.

As amostras analisadas apresentaram os seguintes Índices de Cobertura Arbórea (ICA): Água Verde (18,69%), Bigorriho (21,44%) e Jardim Social (18,64%) (Tabela 1).

Todos ICA estão abaixo de 50% ressaltando que as áreas amostradas são zonas residenciais. Considerando isto, Simões *et al.* (2001) ao estudarem a estrutura da arborização urbana no bairro Vila Isabel do Rio de Janeiro afirmaram que nos bairros onde predominam as atividades comerciais é recomendável que

se obtenha um ISA mínimo de 30%, e nos bairros com função predominantemente residencial é recomendável dispor de no mínimo 50%.

Em pesquisa desenvolvida em áreas verdes públicas de Aracaju-SE, Lima Neto e Melo & Souza (2009) aplicaram o ISA e obtiveram valores superiores a 50% em áreas verdes de 10 dos 33 bairros da cidade. Constataram que é possível selecionar os bairros para o planejamento, no tocante a implantação e manutenção das áreas verdes, e equilibrar a distribuição da vegetação na cidade.

Observou-se ainda que nenhuma das amostras da presente pesquisa apresentou o percentual considerado ideal para o índice de cobertura arbórea (ICA). Isto indica que atividades como plantio de árvores devem ser realizadas a fim de atender o percentual proposto na literatura.

## CONCLUSÃO

Com a aplicação do Índice de Cobertura Arbórea (ICA) conclui-se que há um déficit de árvores nas três amostras analisadas mostrando que as unidades amostrais analisadas não obtiveram percentuais aceitáveis, carecendo de mais plantios para melhorar a cobertura arbórea nas amostras estudadas.

A representação espacial a partir das imagens permite direcionar atividades de planejamento da arborização urbana. A informação deste índice pode ser aplicada na avaliação quantitativa da arborização de ruas, para indicar o déficit de árvores numa unidade amostral.

## REFERENCIAS

BATISTA, P. T. O meio ambiente, as cidades, as árvores urbanas e a SBAU. In: VI Congresso Nacional de Arborização Urbana. **Anais...** Goiânia, 2002.

CARRARA, A. L. R. **Análise Comparativa dos Índices de Vegetação em Áreas Urbanas obtidos de dados TM-Landsat E HRV-Spot: Cidade de Taubaté.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) INPE, São Jose dos Campos, SP, 1992. 200 p.

CARVALHO, P. F. Repensando as áreas verdes urbanas. **Território & Cidadania.** Ano III, número 2, 2003.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: TAUKE, S. M. **Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar.** 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995. p.114-124.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/censo/>. Acesso em novembro de 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA - IPPUC. **Mapas de Arruamento.** Curitiba: IPPUC, jun. 2005. Disponível em: [http://www.ippuc.org.br/informando/index\\_mapasarruamento.htm](http://www.ippuc.org.br/informando/index_mapasarruamento.htm). Acesso em 25 de junho de 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA - IPPUC. **Uso e Ocupação do Solo de Curitiba.** Disponível em: <http://www.ippuc.org.br>. Acesso em 25 de outubro de 2010.

JESUS, T. S. de. **Ambiente urbano, qualidade de vida e (in)sustentabilidade em cidades locais: Nossa Senhora da Glória/SE** 2005, 122 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, 2006.

- KURIHARA, D. L.; ENCINAS, J. I. Análise da arborização do Campus da Universidade de Brasília através de imagens Ikonos. **BRASIL FLORESTAL**, NOTA TÉCNICA, nº 78, 2003.
- LIMA NETO, E. M.; MELO E SOUZA, R. Índices de Sombreamento e Densidade arbórea das áreas verdes públicas de Aracaju-SE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.4, n.4, p.47-62, 2009.
- LOMBARDO, M. A. Ilha de calor nas metrópoles: **a exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.
- MILANO, M S. Avaliação e Análise da Arborização de Ruas de Curitiba-PR. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais), UFPR, Curitiba, Paraná, 1984. 130 p.
- MOURA, A. R.; NUCCI, J. C. Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas – O caso do Bairro de Santa Felicidade – Curitiba – PR. **Geografia. Ensino & Pesquisa (UFSM)**, v. 12, p. 1682-1698, 2008.
- NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. São Paulo: Humanitas/FFLCH-USP, 2001.
- NUCCI, J.C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas - conceito e método. **GEOUSP**, São Pulo: Departamento de Geografia/USP, 1999.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. **Revista Ciência e Ambiente**, 24, jan/jun 2002. 75-92p
- SIMOES, L.O. de C., MAROTTA, H., PIRES, B.B.M., UMBELINO, L. F., COSTA, A.J.S.T. **Índices de Arborização em espaço urbano**: um estudo de caso no bairro de Vila Isabel, Rio de Janeiro, RJ. Anais do IX ENAU. Brasília, 2001. CD-Room.
- VIEIRA, C. H. S. D. **Estudo da dinâmica da cobertura vegetal de Curitiba / PR com o uso de imagens digitais**. Curitiba, 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

$$ICA = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n AC}{\sum_{i=1}^n AR} \right] \times 100$$

Onde:

ICA = Índice de Cobertura Arbórea;

n = Rua da Amostra;

AC = Área de Copa das Árvores (m<sup>2</sup>);

AR = Área da Rua (m<sup>2</sup>);

Equação 1. Equação do Índice de Cobertura Arbórea.

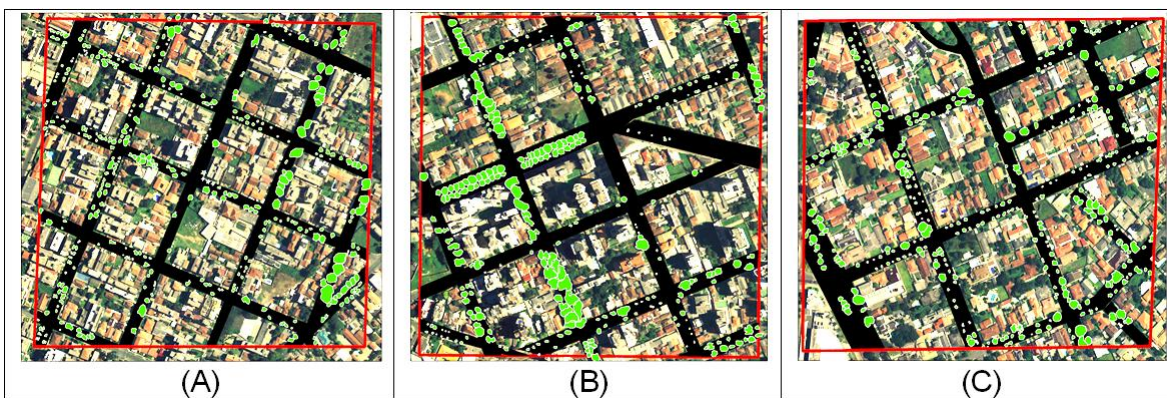


Figura 1. Representação da cobertura arbórea, nas unidades amostrais: Água Verde (A), Bigorriho (B) e Jardim Social (C).

Tabela 1. Índice de Cobertura Arbórea nas unidades amostrais, Curitiba-PR.

Unidades Amostrais	Área da Rua (m <sup>2</sup> )	Área de Copa na Amostra (m <sup>2</sup> )	ICA
Água Verde	73.570,75	13.747,54	18,69%
Bigorriho	119.957,93	25.719,17	21,44%
Jardim Social	97.080,55	18.097,42	18,64%