

# AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA COBERTURA ARBÓREA DOS BAIRROS CENTRAIS DE MACAPÁ (AP)

## TREE COVER QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE URBAN AREA OF MACAPÁ (AP)

### *Iann Rodrigues Sarquis*

Mestrando em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco (Unicastelo) – Macapá (AP), Brasil.

### *Gisele Herbst Vazquez*

Professora titular do Mestrado em Ciências Ambientais da Unicastelo – Fernandópolis (SP), Brasil.

### *Luiz Sérgio Vanzela*

Professor titular do Mestrado em Ciências Ambientais da Unicastelo – Fernandópolis (SP), Brasil.

#### **Endereço para correspondência:**

Gisele Herbst Vazquez –  
Universidade Camilo Castelo Branco – Estrada Projetada F1, s/n –  
Fazenda Santa Rita, Zona Rural –  
15600-000 – Fernandópolis (SP),  
Brasil – E-mail:  
gisele-agro@uol.com.br

### **RESUMO**

A arborização urbana é um aspecto fundamental para o planejamento de qualquer cidade por trazer um grande número de benefícios à população. O objetivo deste trabalho foi diagnosticar as atuais condições de arborização de 19 bairros centrais de Macapá, Amapá, por meio da determinação da cobertura arbórea (CA) e do seu percentual (PCA), do índice de cobertura arbórea (ICA) e da densidade de árvores por hectare (DA) e por habitante (DAH). Nesses bairros foram contabilizadas 128.667 árvores, totalizando uma CA de 1.005.102 m<sup>2</sup>. A média do PCA foi 6,25%; do ICA, 4,48 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>; da DA, 38 árvores ha<sup>-1</sup>; e da DAH, 0,54 árvores hab<sup>-1</sup>. Conclui-se que esses índices ainda estão longe dos ideais e que Macapá precisa planejar melhor sua arborização, de forma a beneficiar toda a população. Apenas o bairro do Zerão — com PCA de 18,40% e ICA de 31,70 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup> — mostrou-se próximo do recomendado pela literatura.

**Palavras-chave:** arborização urbana; cobertura vegetal; planejamento urbano; qualidade ambiental.

### **ABSTRACT**

The urban afforestation is a key aspect for the planning of any city for bringing a large number of benefits to the population. The objective of this study was to diagnose the current afforestation conditions of 19 central districts of Macapá, Amapá, through the determination of tree cover (CA) and its percentage (PCA), tree cover index (ICA) and density of trees per hectare (DA) and per inhabitant (DAH). These neighborhoods were accounted for 128,667 trees, a CA total of 1,005,102 m<sup>2</sup>. The average of PCA was 6.25%; of the ICA, 4.48 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>; of the DA, 38 trees ha<sup>-1</sup>; and of the DAH, 0.54 hab<sup>-1</sup> trees. It is concluded that the indexes are still far from ideal and that Macapá needs to plan afforestation better in order to benefit the entire population. Only the neighborhood of Zerão — with PCA of 18.40% and ICA of 31.70 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup> — proved to be close to the recommended by the literature.

**Keywords:** urban afforestation; tree cover; urban planning; environmental quality.

## INTRODUÇÃO

A arborização urbana é algo recente no Brasil, tendo pouco mais de 100 anos, período no qual vem sendo realizada sem o devido planejamento, principalmente por causa da carência de contribuições técnicas e de literatura especializada (LOBODA *et al.*, 2005). Ela é definida como o conjunto de vegetação arbórea e arbustiva, natural ou cultivada, distribuída nas vias públicas de uma cidade (ANDREATTA *et al.*, 2011).

Outro conceito a ser destacado é o de áreas verdes, que pode ser compreendido como um conjunto composto por três setores individualizados e que possuem funções ecológicas, estéticas e de lazer:

1. áreas verdes públicas, em que predomina a vegetação arbórea (praças, jardins públicos e parques urbanos, além dos canteiros centrais e trevos de vias públicas);
2. áreas verdes privadas, compostas pelos remanescentes vegetais significativos incorporados à malha urbana; e
3. arborização de ruas e vias públicas (LORUSSO, 1992).

Assim, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não se incluem na categoria “áreas verdes”, pois as calçadas são impermeabilizadas (LIMA *et al.*, 1994) e essas áreas são um tipo especial de espaço livre urbano no qual os elementos fundamentais de composição são a vegetação e o solo livre de impermeabilização, com pelo menos 70% do seu espaço constituído por áreas vegetadas com solo permeável (GUZZO *et al.*, 2006).

Com o objetivo de estudar a vegetação na paisagem urbana, houve o surgimento de outras classificações e terminologias. De acordo com Nucci (2001), cobertura vegetal pode ser definida como toda a vegetação de ruas, praças, canteiros, áreas públicas e áreas particulares visualizada a olho nu em uma fotografia aérea na escala de 1:10.000. A partir disso, a cobertura arbórea (CA) é classificada como a área ocupada pelas árvores, ou seja, a projeção do espaço urbano ocupado pelas copas das árvores (LINDENMAIER & SOUZA, 2015). Embora não pareça uma necessidade — em um primeiro momento —, a CA deve ser levada em consideração no planejamento de desenvolvimento dos municípios, visto ter diversos benefícios e poder ser utilizada como

padrão de referência de qualidade de vida para a população que habita um determinado local.

Os benefícios proporcionados pela arborização urbana são muitos, podendo ser de ordem ambiental, socioeconômica e estética (BOBROWSKI, 2011). A copa é a parte da árvore que mais se destaca, pois é ela que promove grandes feitos, como: a redução da amplitude térmica e dos efeitos das “ilhas de calor”; a melhoria das condições microclimáticas; a retenção de poeira e de ruídos; a absorção da água da chuva; a redução de picos de enchente; o sequestro de gás carbônico; e a beleza estética da floração (PLATT, 1994; LACERDA *et al.*, 2011). Além disso, a CA inserida no meio urbano atua na melhoria da qualidade do ar, como abrigo da fauna nativa local e como atenuante de doenças psicológicas e estresse (MENDES *et al.*, 2016).

De acordo com Santos *et al.* (2012), o Estado do Amapá apresentou o maior aumento porcentual de crescimento populacional do Brasil entre 2000 e 2010. Desse modo, a cidade de Macapá vem sofrendo um processo de expansão territorial característico do Estado e da maior parte do norte do país. Contudo, a criação de novos bairros é feita sem quaisquer planejamento ou obras de urbanização por parte dos órgãos municipais. Com isso, a arborização das ruas e dos passeios públicos fica a cargo dos próprios moradores, que muitas vezes selecionam árvores inapropriadas, como espécies frutíferas ou que apresentam raízes tabulares que destroem as calçadas e geram conflitos com as estruturas urbanas, causando transtornos à população local e prejuízos às companhias que administram o fornecimento de energia, água e saneamento público.

Com um planejamento adequado, Macapá poderia ganhar muito em termos de conforto térmico, sem contar outros benefícios advindos da arborização. Em um estudo sobre as tendências de variação climática urbana de Macapá, com base nas variáveis meteorológicas diárias de temperatura do ar e precipitação pluviométrica de 42 anos — 1968 a 2010 —, Santos *et al.* (2012) mostraram que a sistemática substituição da cobertura vegetal pela pavimentação e pelas construções trouxe problemas associados à mudança dos padrões do microclima local. Ou seja, houve aumento no número de dias quentes extremos e por períodos mais prolongados, aumento no número de dias com chuvas intensas

e com risco de alagamento, e diminuição no número de dias frios; mudanças tais que repercutiram no aumento da sensibilidade humana ao excesso de calor e na produtividade de serviços em geral — saúde pública, saneamento, conforto térmico, agricultura, geração de energia, eficiência energética etc.

Ademais, segundo um estudo de percepção ambiental realizado por Castro e Dias (2013) em Macapá, para 54% da população a cidade é “pouco arborizada”, enquanto somente 18% a considera “muito arborizada”. Segundo o mesmo estudo, 42% dos entrevistados indicam que o maior benefício da arborização urbana seria poder desfrutar das sombras propiciadas pelas árvores, o que em uma cidade com clima equatorial é uma vantagem importante. Portanto, os cidadãos percebem que o município precisa ter mais árvores, mas ainda desconhecem grande parte das vantagens de se ter uma melhor e maior arborização.

O artigo 182 da Constituição Federal brasileira estabelece que seja obrigatório, para cidades com mais de 20 mil habitantes, a criação de um plano diretor, a fim

de estabelecer um instrumento básico de desenvolvimento e expansão urbana (BRASIL, 1988); porém o plano diretor do município de Macapá não prevê nenhuma obra ou benefício que permita ou determine obras de paisagismo e arborização, evidenciando, assim, uma falta de compreensão sobre a importância desse tipo de projeto para o bem-estar da população. A única legislação em nível municipal que preconiza algo em relação ao tema é o Código de Postura da Prefeitura Municipal de Macapá (CPPMM), o qual prevê, em seu artigo 71, § III, como responsabilidade do município a arborização de áreas livres e a proteção das existentes (PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ, 1998).

Estudos sobre a arborização urbana e sua CA são essenciais para subsidiar possíveis ações que visem à melhoria da qualidade de vida da população das cidades. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo quantificar as atuais condições de arborização dos bairros centrais do município de Macapá, Amapá, por meio da determinação da área de CA, do porcentual de cobertura arbórea (PCA), do índice de cobertura arbórea (ICA) e das densidades de árvores por área (DA) e por habitante (DAH).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O trabalho foi realizado em Macapá, capital do Amapá, cuja área física é de 6.502,1 km<sup>2</sup>. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), a população desse município é estimada em 465.495 habitantes.

A cidade de Macapá está situada em zona tropical, a 00° 02'S de latitude e 51° 03'W de longitude, com altitude média de 18 metros ao nível médio do mar e apresenta clima “Am”, segundo classificação de Köppen (TAVARES, 2014). Com regime térmico bastante estável, a temperatura média, média máxima e média mínima do ar são de, respectivamente: 26,8; 27,9; e 25,7°C. Portanto, durante todo o ano as temperaturas se mantêm elevadas, destacando-se os meses de junho a dezem-

### Método

O trabalho foi realizado no período de março de 2014 a abril de 2015, por meio de avaliações em campos amostrais de 6,25 ha, distribuídos em 3 unidades por bairro, determinando-se a CA de 19 bairros centrais de Macapá com o uso de imagens do satélite *RapdiEye* de

bro, em especial outubro e novembro, períodos nos quais as médias máximas se elevam acima do valor médio, ou seja, são os meses mais quentes do ano; enquanto isso, fevereiro e março se constituem como o período menos quente, embora nenhum desses meses apresente temperatura média inferior a 24,8°C (GONÇALVES *et al.*, 2002).

A cidade de Macapá possui 28 bairros (IBGE, 2010), e para a realização deste estudo foram selecionados 19 da área central, totalizando 3.367.366,67 m<sup>2</sup>, levando-se em consideração a importância comercial, o fluxo diário de pessoas, o tempo de criação e a proximidade com o centro da cidade (Figura 1).

resolução espacial de 2,5 m e data de passagem de 09 de novembro de 2012.

Assim, utilizando-se as imagens e com o auxílio do *software* ArcGIS 10, foi realizada a digitalização manual da

área de copa de cada árvore, bem como a localização de seu centro.

Para a determinação da área total de copas e da quantidade de árvores por campo amostral, realizou-se uma tabulação cruzada entre o mapa de campos amostrais e os mapas de copas e localização das árvores.

De posse dos dados, a quantificação da CA foi realizada pelo cálculo das seguintes variáveis: CA (m<sup>2</sup>), PCA (%), ICA (m<sup>2</sup> por habitante), DA (árvores ha<sup>-1</sup>) e DAH (árvores hab<sup>-1</sup>).

A cobertura arbórea do campo amostral (CA<sub>i</sub>) foi obtida a partir do quociente entre o total de área de cobertura arbórea (AC) e o respectivo campo amostral (A), determinada pela Equação 1:

$$CA_i = \frac{AC}{A} \quad (1)$$

Sendo:

CA<sub>i</sub> = área de cobertura arbórea do campo amostral "i" (m<sup>2</sup> copa m<sup>-2</sup> do campo amostral);

AC = área de cobertura arbórea do campo amostral (m<sup>2</sup>);

A = área do campo amostral (m<sup>2</sup>).

A partir dos valores de CA<sub>i</sub>, foi determinada a CA média (CA<sub>m</sub>) para os bairros, utilizando a Equação 2:

$$CA_m = \frac{CA_1 + CA_2 + CA_3}{3} \quad (2)$$

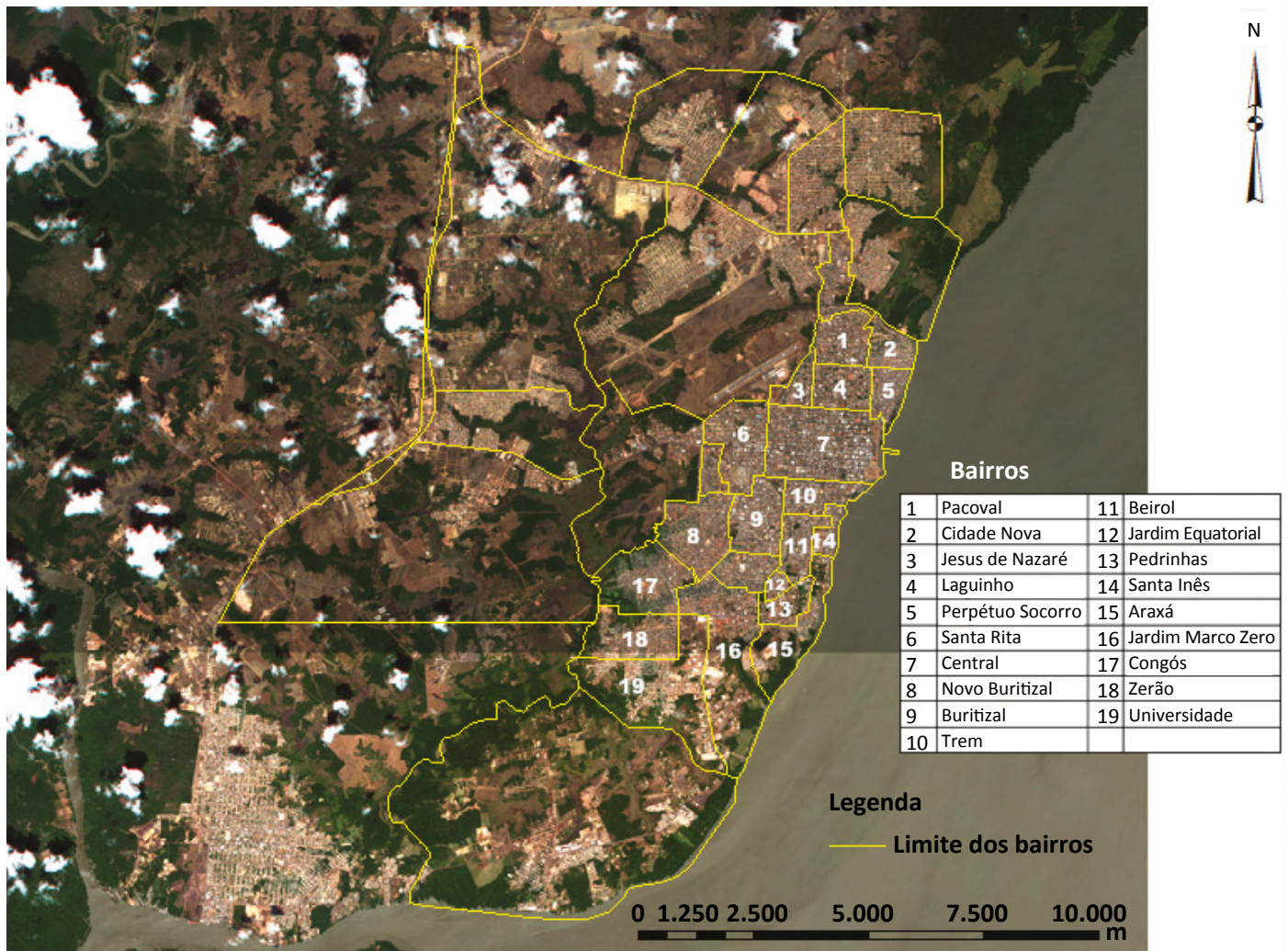


Figura 1 – Imagem de satélite e localização dos bairros de Macapá, Amapá, que tiveram sua cobertura arbórea analisada.

Em seguida, foi determinada a área de CA total por bairro (CA), a partir da seguinte Equação 3:

$$CA = CA_m \cdot A_b \quad (3)$$

Sendo:

CA = área de cobertura arbórea total do bairro (m<sup>2</sup>);  
CA<sub>m</sub> = área de cobertura arbórea média do campo amostral (m<sup>2</sup> copa m<sup>-2</sup> campo amostral);  
A<sub>b</sub> = área do bairro (m<sup>2</sup>).

A partir desse valor, foi calculado o PCA por bairro, utilizando-se a Equação 4:

$$PCA = CA_m \cdot 100 \quad (4)$$

Sendo:

PCA = porcentual de cobertura arbórea (%);  
CA<sub>m</sub> = área de cobertura arbórea média do campo amostral (m<sup>2</sup>).

Já o ICA, foi determinado pela Equação 5:

$$ICA = \frac{CA}{hab} \quad (5)$$

Sendo:

ICA = índice de cobertura arbórea do bairro (m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>);  
CA = área de cobertura arbórea total do bairro (m<sup>2</sup>);  
hab = número de habitantes do bairro, obtidos a partir dos dados do IBGE (2010).

A densidade de árvores (DA<sub>i</sub>) foi determinada para cada campo amostral por meio da Equação 6:

$$DA_i = \frac{NA}{A} \quad (6)$$

Sendo:

DA<sub>i</sub> = densidade de árvores do campo amostral "i" (árvores ha<sup>-1</sup>);

NA = número de árvores do campo amostral;

A = área do campo amostral (ha).

Em seguida, determinou-se a DA média por bairro (DA<sub>m</sub>) por intermédio da Equação 7:

$$DA_m = \frac{DA1 + DA2 + DA3}{3} \quad (7)$$

Em seguida, determinou-se o número de árvores por bairro (NA<sub>b</sub>) pela Equação 8:

$$NA_b = DA_m \cdot A_b \quad (8)$$

Sendo:

NA<sub>b</sub> = número de árvores total por bairro;  
DA<sub>m</sub> = densidade de árvores média por bairro (árvores ha<sup>-1</sup>);  
A<sub>b</sub> = área do bairro (ha).

O valor da DAH foi quantificada pela Equação 9:

$$DAH = \frac{NA_b}{hab} \quad (9)$$

Sendo:

DAH = densidade de árvores por habitante (árvores hab<sup>-1</sup>);  
NA<sub>b</sub> = número de árvores do bairro;  
hab = número de habitantes do bairro, obtido a partir dos dados do IBGE (2010).

Após a determinação das variáveis e a tabulação dos resultados, para diferenciar estatisticamente as médias obtidas nos bairros estudados, adotou-se o critério de Gravetter e Wallnau (1995), no qual a diferença estatística ocorre quando não há sobreposição dos limites superior e inferior dos valores da média somados ao erro padrão da média. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o programa estatístico SPSS (SPSS Inc., 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Cobertura arbórea

A área de CA de cada bairro estudado, bem como o seu PCA e os limites máximos e mínimos dos valores

da média do PCA ± erro padrão, estão apresentados na Tabela 1 e Figura 2.

A área de CA para toda a região estudada foi de 1.005.102 m<sup>2</sup>, e os bairros que mais se destacaram foram o Zerão, com 396.255 m<sup>2</sup>, o Beirol, com 120.669 m<sup>2</sup>, e o Central, com 91.272 m<sup>2</sup>. No Zerão, a CA não se distribui de maneira uniforme por todo o bairro — um dos campos amostrais analisados apresentou um elevado valor de CA por estar localizado em uma área da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), que, por sua vez, não possui muitas edificações. O Beirol também apresenta poucas edificações e muita vegetação. O bairro Central caracteriza-se pela presença de muitas áreas verdes públicas, como praças e um cemitério. Já os bairros com menor área coberta foram

o Jesus de Nazaré, com 153 m<sup>2</sup>, o Perpétuo Socorro e o Santa Rita, com 2.461 e 4.326 m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 1). Esses bairros se caracterizam, ainda, por possuírem muitas áreas de invasão e ocupação irregular, o que não propicia o plantio de árvores pelos moradores e pela prefeitura.

No geral, a média do PCA para os 19 bairros centrais analisados foi de 6,25%, o que é alarmante, já que a cidade tem um clima tropical úmido, devendo, por esse motivo, apresentar uma porcentagem bem maior, de forma a proporcionar algum conforto térmico aos seus cidadãos. Sabe-se que a cobertura vegetal

**Tabela 1 – Cobertura arbórea, percentual de cobertura arbórea e limites máximos e mínimos dos valores da média do percentual de cobertura arbórea ± erro padrão dos bairros analisados em Macapá, Amapá.**

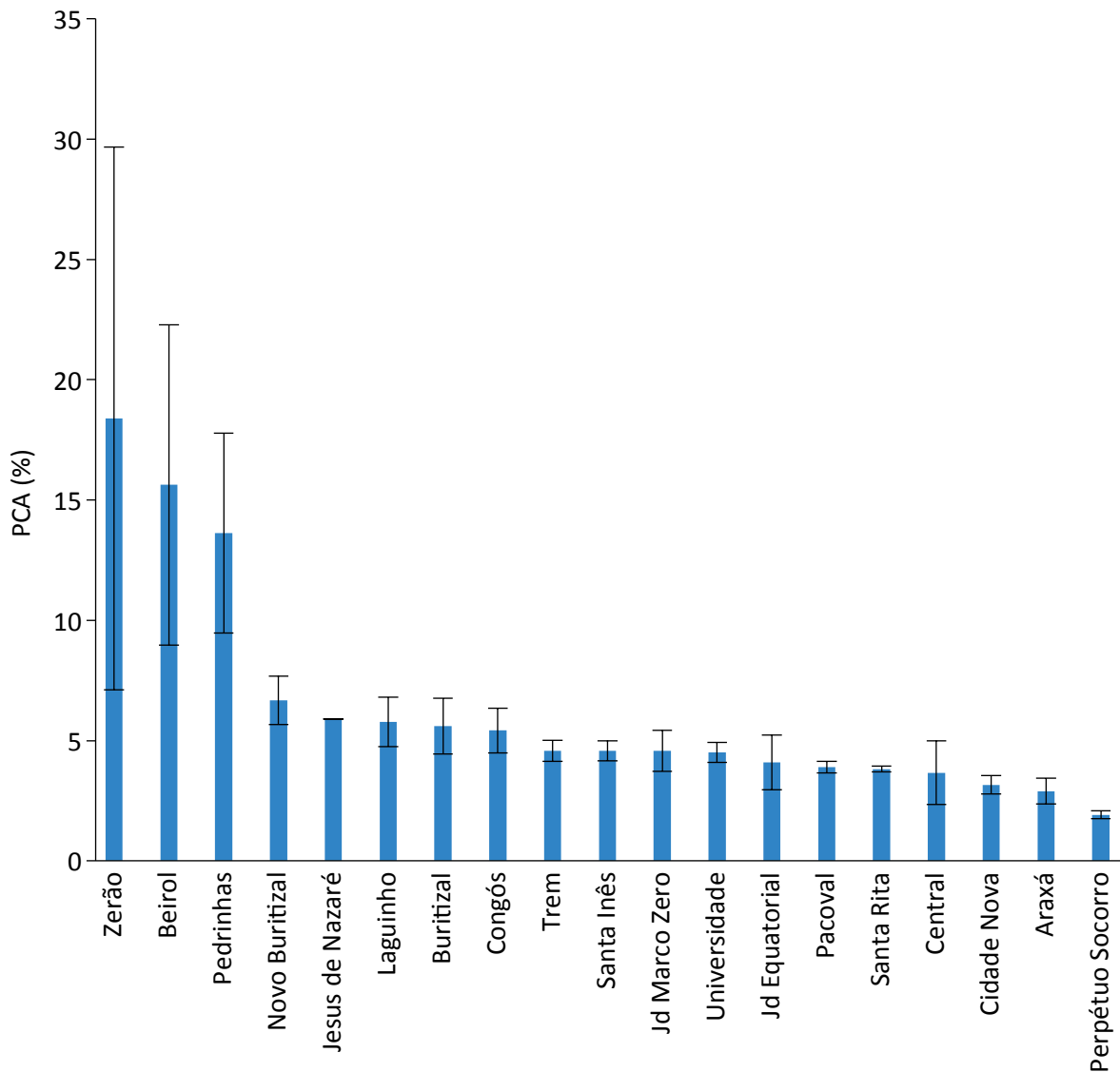
Bairro	CA	PCA	PCA ± erro padrão	
	(m <sup>2</sup> )	(%)	Limite mín.	Limite máx.
Zerão	396.255	18,40	7,11	29,68
Beirol	120.669	15,63	9,17	22,29
Pedrinhas	57.596	13,63	9,47	17,78
Novo Buritizal	37.459	6,68	5,67	7,69
Jesus de Nazaré	153	5,91	5,89	5,92
Laguinho	21.905	5,78	4,75	6,81
Buritizal	34.569	5,61	4,45	6,77
Congós	39.208	5,42	4,49	6,35
Trem	8.396	4,58	4,13	5,02
Santa Inês	3.693	4,58	4,15	5,00
Jardim Marco Zero	70.575	4,58	3,72	5,44
Universidade	35.178	4,51	4,11	4,92
Jardim Equatorial	4.989	4,10	2,97	5,23
Pacoval	50.521	3,89	3,65	4,13
Santa Rita	4.326	3,82	3,70	3,94
Central	91.272	3,67	2,35	4,99
Cidade Nova	6.073	3,16	2,78	3,54
Araxá	19.806	2,90	2,37	3,44
Perpétuo Socorro	2.461	1,92	1,76	2,08

CA: cobertura arbórea; PCA: percentual de cobertura arbórea.

por meio de suas folhas possui grande influência climática, pois absorve de 15 a 35% da energia luminosa recebida durante as horas de insolação, o que resulta em um resfriamento do ambiente de forma direta, por meio do sombreamento (ALVAREZ, 2004). Tejas *et al.* (2011) analisaram a influência de áreas verdes no comportamento higrotérmico em duas unidades amostrais, levando-se em consideração a presença e a ausência de vegetação arbórea em Porto Velho, Rondônia, e concluíram que nas áreas arborizadas os valores higrotérmicos foram inferiores aos dos locais

em que há ausência de vegetação — área construída —, alcançando uma diferença de 3 a 5°C, havendo para a umidade relativa do ar valores até 8% superiores em áreas vegetadas.

Gomes e Queiroz (2011), avaliando as manchas de vegetação arbórea em Birigui, São Paulo, determinaram que a cidade apresenta 7,75% de cobertura. Já Pereira *et al.* (2010) calcularam um PCA de 8,02 e de 12,57% dos bairros “Centro” das cidades de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, e Belo Horizonte, Minas



PCA: porcentual de cobertura arbórea.

Figura 2 – Detalhe da comparação entre as médias de porcentual de cobertura arbórea dos bairros analisados em Macapá, Amapá.

Gerais, respectivamente. Esses valores, bem como o de Macapá — 6,25% —, estão acima dos 5% necessários para que o município não seja semelhante a um “deserto florístico”, estando, porém, distante do valor ideal sugerido por Oke (1973 *apud* LOMBARDO, 1985), de 30%.

Porém, de acordo com Nowak *et al.* (1996), não devemos comparar índices de cobertura vegetal de locais muito diferentes, pois o desenvolvimento da vegetação pode ser influenciado pelas condições de precipitação e de evapotranspiração. Em cidades nas quais a evapotranspiração é menor do que a precipitação, há um potencial para uma maior cobertura vegetal, enquanto que em cidades que se desenvolvem em regiões desérticas a cobertura é menor. Segundo os mesmos autores, em cidades localizadas em regiões de florestas, foram encontrados PCAs de 15,0 a 55,0% — média de 31,0% —; para cidades localizadas em regiões de savanas, PCAs de 5,0 a 39,0% — média de 19,0% —; e em cidades localizadas em desertos, PCAs de 0,4 a 26,0% — média de 10,0%. Portanto, a média calculada de 6,25% está bem aquém da média de 31,00% de CA em regiões de florestas.

Quanto aos bairros, os com maior PCA, em termos numéricos, foram o Zerão, com 18,40%, o Beirol, com 15,73%, e o Pedrinhas, com 13,63%, sendo os

## Índice de cobertura arbórea

O perímetro urbano dos 19 bairros centrais analisados no município possui uma população de 229.549 habitantes, no qual foi digitalizado, por meio de identificação visual, um total de 13.532 árvores. A população de cada bairro estudado, bem como o ICA por habitante e os limites máximos e mínimos dos valores da média de ICA  $\pm$  erro padrão, estão apresentados na Tabela 2 e Figura 3.

A média do ICA calculada neste estudo foi de 4,48 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, sendo o Zerão, em termos numéricos, o bairro com maior índice — 31,70 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup> —, seguido do Beirol — 13,77 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup> — e do Pedrinhas — 11,69 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>. O bairro com menor ICA foi Jesus de Nazaré, com 0,03 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, seguido do Perpétuo Socorro, com apenas 0,19 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>. Os bairros mais populosos são Buritizal, Novo Buritizal e Trem, que, por sua vez, possuem baixo ICA (Tabela 2).

de menor porcentual de cobertura o Perpétuo Socorro, o Araxá e o Cidade Nova, com: 1,92; 2,90; e 3,16%, respectivamente.

As médias de CA de cada bairro estão apresentadas na Tabela 1, em que se observa que os bairros Zerão, Beirol e Pedrinhas não diferiram entre si quanto ao PCA e foram superiores aos demais, apresentando uma média de 15,92%. De forma geral, os bairros Nova Buritizal, Lagunho, Central, Trem, Jardim Equatorial, Jardim Marco Zero, Santa Inês, Congós e Universidade não diferiram entre si, estando seus valores de PCA muito próximos uns dos outros — valores de aproximadamente 4%. Já o bairro Perpétuo Socorro foi o de menor CA — 1,92% —, diferindo dos demais (Figura 2).

Portanto, de acordo com Novak *et al.* (1996), os bairros Zerão, Beirol e Pedrinhas, com média de 15,92%, estão dentro dos valores relatados em estudos para cidades localizadas em regiões de florestas, ou seja, de 15 a 55% de cobertura de copas de árvores; porém esses bairros ainda estão abaixo dos 25% sugerido por Maco & McPherson (2002) — média considerada ideal para ruas e calçadas com árvores de faixas etárias diversificadas — e dos 30% recomendado por Oke (1973 *apud* LOMBARDO, 1985).

Por meio dos erros padrões das médias de ICA, o Zerão superou todos os bairros analisados, com exceção do Beirol e do Pedrinhas, enquanto Jesus de Nazaré foi o com menor ICA e inferior aos demais (Tabela 2 e Figura 3).

Harder *et al.* (2006) quantificaram o ICA em Vinhedo, São Paulo, obtendo 0,55 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, enquanto o centro de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, e o de Belo Horizonte, Minas Gerais, possuem 4,65 e 15,68 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, respectivamente (PEREIRA *et al.*, 2010). Buccheri Filho & Nucci (2006) calcularam um índice de 25,24 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup> para o bairro Alto do XV, em Curitiba, Paraná, o que supera (e muito) o encontrado para toda a área de estudo.

Não existe um índice específico que indique a área de CA mínima ideal por habitante em áreas urbanas, mas valores que levam em consideração a área



verde, ou seja, os espaços livres vegetados de uso público. Assim, Cavalheiro & Del Picchia (1992) citam como ideal 12 m<sup>2</sup> de área verde por habitante; a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) propõe 15 m<sup>2</sup> por habitante (SBAU, 1996); e a Associação Nacional de Recreação dos Estados Unidos, entre 28 e 40 m<sup>2</sup> por habitante (MILANO, 1990). Portanto, a área central de Macapá, com 4,48 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, de forma geral, estaria bem abaixo do recomendado,

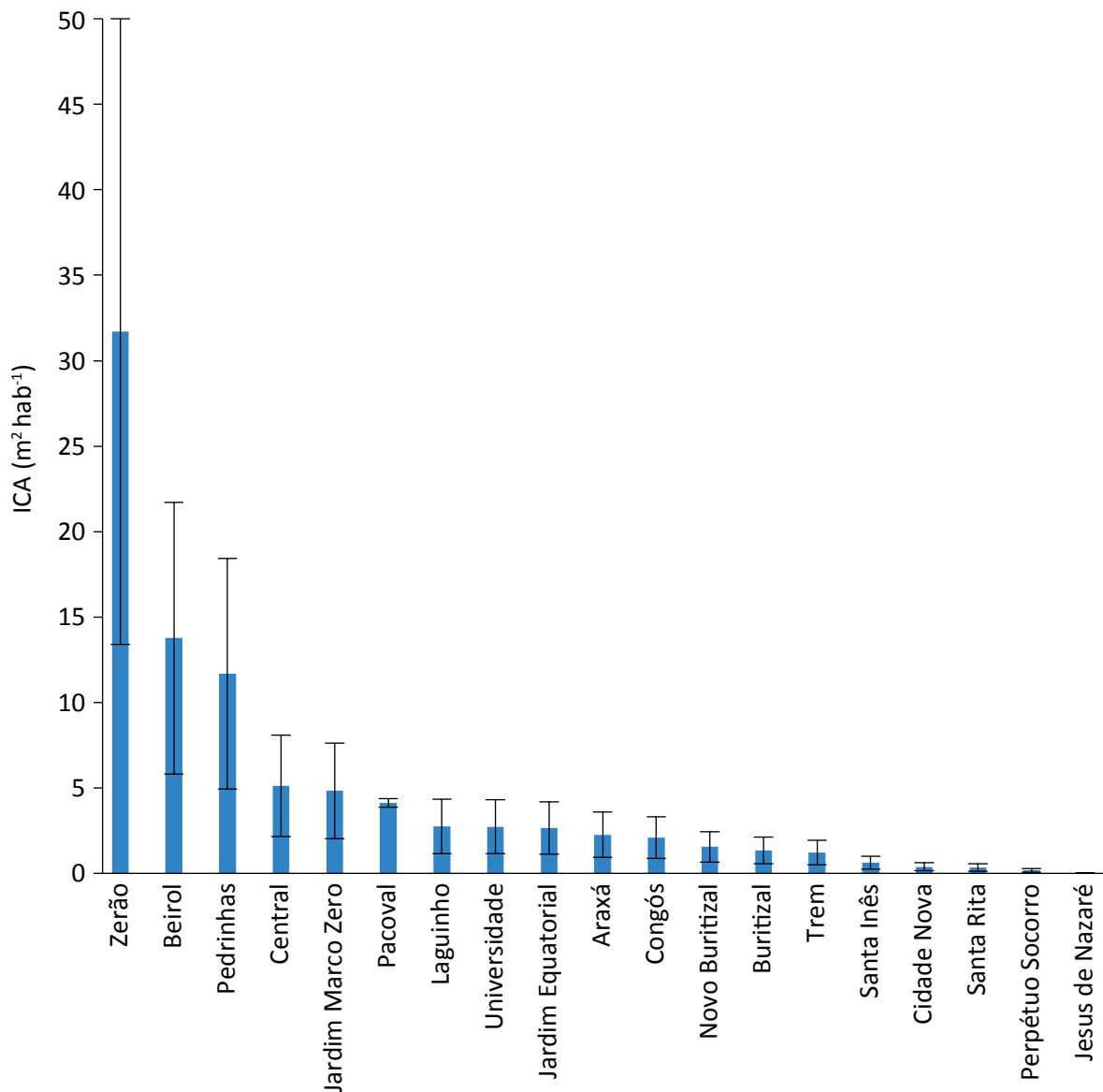
excetuando-se o bairro Zerão, que estaria acima do indicado pela SBAU e dentro do sugerido pela Associação de Recreação Americana.

Por sua vez, no outro extremo, o bairro Jesus de Nazaré, com apenas 0,03 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, possui pouca arborização, já que grande parte de seu território se encontra em uma área de ressaca, que são grandes lagos com vegetação arbustiva, caracterizada por ser um local de inundação permanente.

**Tabela 2 – População, índice de cobertura arbórea e limites máximos e mínimos dos valores da média de índice de cobertura arbórea ± erro padrão dos bairros analisados em Macapá, Amapá.**

Bairro	População	ICA	ICA ± erro padrão	
		(m <sup>2</sup> hab <sup>-1</sup> )	Limite mín.	Limite máx.
Zerão	12.500	31,70	13,40	50,00
Beirol	8.764	13,77	5,82	21,72
Pedrinhas	4.928	11,69	4,94	18,44
Central	17.798	5,13	2,17	8,09
Jardim Marco Zero	14.577	4,84	2,05	7,64
Pacoval	12.216	4,14	3,88	4,39
Laguinho	7.930	2,76	1,17	4,36
Universidade	12.850	2,74	1,16	4,32
Jardim Equatorial	1.877	2,66	1,12	4,19
Araxá	8.713	2,27	0,96	3,59
Congós	18.636	2,10	0,89	3,32
Novo Buritizal	23.975	1,56	0,66	2,46
Buritizal	25.651	1,35	0,57	2,13
Trem	6.800	1,23	0,52	1,95
Santa Inês	5.847	0,63	0,27	1,00
Cidade Nova	15.194	0,40	0,17	0,63
Santa Rita	12.291	0,35	0,15	0,56
Perpétuo Socorro	13.087	0,19	0,08	0,30
Jesus de Nazaré	5.915	0,03	0,01	0,04

ICA: índice de cobertura arbórea.



ICA: índice de cobertura arbórea.

**Figura 3 – Detalhe da comparação entre as médias de índice de cobertura arbórea dos bairros analisados em Macapá, Amapá.**

### Densidade de árvores

O número de árvores por bairro ( $NA_b$ ), bem como a densidade de árvores por hectare ( $DA_m$ ) e os limites máximos e mínimos dos valores da média de  $DA_m \pm$  erro padrão, estão apresentados na Tabela 3 e Figura 4.

O total de árvores da área estudada foi de 128.667, sendo os bairros Universidade e Central os locais com maior número de unidades, e o Jardim Equatorial com

a menor quantidade. A densidade média de árvores foi de 38 árvores  $ha^{-1}$ , sendo o Laguinho, em termos numéricos, o bairro de maior densidade — 63 árvores  $ha^{-1}$  —, seguido por Pacoval — 54 árvores  $ha^{-1}$  — e Jesus de Nazaré — 50 árvores  $ha^{-1}$ . O bairro com menor  $DA_m$  foi o Pedrinhas, com somente 18 árvores  $ha^{-1}$ , seguido por Araxá e Jardim Marco Zero, com 20 e 21 árvores  $ha^{-1}$ , respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 3 – Número de árvores por bairro, densidade de árvores por hectare e limites máximos e mínimos dos valores da média da densidade de árvores  $\pm$  erro padrão dos bairros centrais de Macapá, Amapá.**

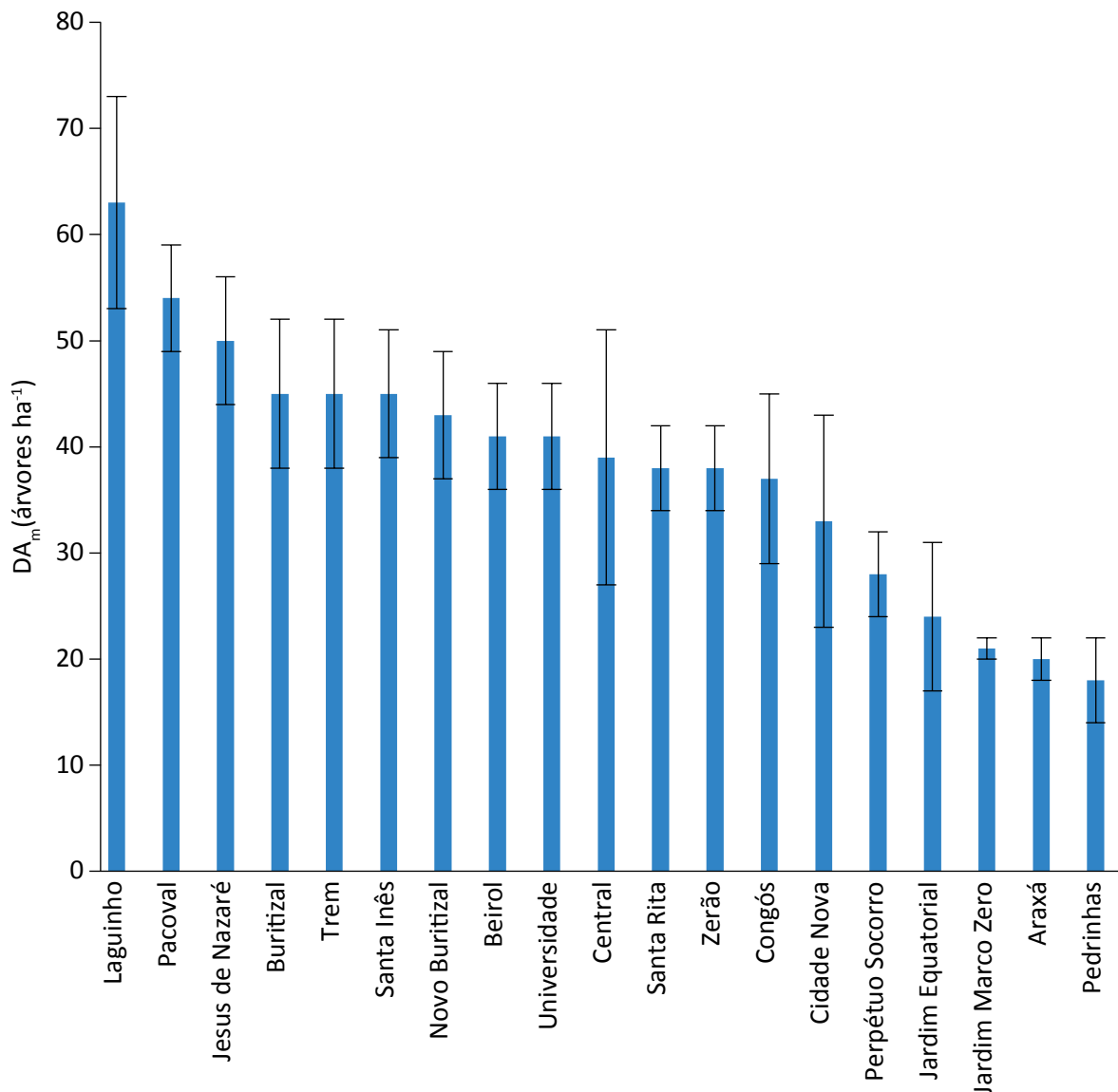
Bairro	NA <sub>b</sub>	DA <sub>m</sub>	DA $\pm$ erro padrão	
		(árvores ha <sup>-1</sup> )	Limite mín.	Limite máx.
Laguinho	7.709	63	52	73
Pacoval	7.015	54	49	59
Jesus de Nazaré	3.331	50	45	56
Buritizal	7.643	45	37	52
Trem	4.820	45	38	52
Santa Inês	2.229	45	39	51
Novo Buritizal	9.147	43	36	49
Beirol	4.305	41	35	46
Universidade	20.571	41	36	46
Central	15.480	39	27	51
Santa Rita	7.980	38	34	42
Zerão	7.699	38	34	42
Congós	8.970	37	29	45
Cidade Nova	3.066	33	24	43
Perpétuo Socorro	2.459	28	24	32
Jardim Equatorial	608	24	17	31
Jardim Marco Zero	9.891	21	20	22
Araxá	4.277	20	18	22
Pedrinhas	1.468	18	15	22

NA<sub>b</sub>: número total de árvores por bairro; DA<sub>m</sub>: densidade de árvores média por hectare; DA: densidade de árvores.

Os bairros Laguinho e Jesus de Nazaré são bem populosos e sujeitos à inundação. Não obstante apresentarem um elevado número de árvores por hectare, esses bairros não possuem um elevado PCA (Tabela 1), possivelmente devido ao pouco espaço disponível às plantas e   elevada frequência de podas, além da ocorrência de períodos de inunda o que impedem o crescimento das  rvores. O bairro Pacoval não possui planejamento urbano, apresen-

tando calçadas estreitas e ausência de áreas verdes. No entanto, a maioria dos moradores possui quintais vegetados.

O bairro Zerão, que possui o maior PCA, não apresentou uma elevada DA<sub>m</sub>. Nesse bairro há uma grande área preservada localizada na UNIFAP, na qual as árvores crescem naturalmente e sem podas, o que eleva a área de cobertura e a sua porcentagem.



DA<sub>m</sub> : densidade de árvores média por hectare.

**Figura 4 – Detalhe da comparação entre as médias de densidade de árvores por hectare nos bairros centrais de Macapá, Amapá.**

Quanto à análise dos erros padrões das médias da DA<sub>m</sub>, os bairros Laguinho, Pacoval, Jesus de Nazaré, Buritizal e Trem não diferiram entre si e foram superiores aos

demais. Já os bairros Jardim Equatorial, Jardim Marco Zero, Araxá e Pedrinhas, foram inferiores aos demais e não diferiram entre si (Figura 4).

### Densidade de árvores por habitante

A população por bairro, bem como a DAH e os limites máximos e mínimos dos valores da média da DAH ± erro padrão, estão apresentados na Tabela 4 e Figura 5.

A DAH média para a área pesquisada foi de 0,54 árvores hab<sup>-1</sup>, sendo o Universidade, em termos numéricos, o bairro com a maior densidade — 1,60 árvores hab<sup>-1</sup> —, seguido por Laguinho — com 0,97 árvores hab<sup>-1</sup> — e

**Tabela 4 – Densidade de árvores por habitante e limites máximos e mínimos dos valores da média de densidade de árvores por habitante  $\pm$  erro padrão dos bairros analisados em Macapá, Amapá.**

Bairro	DAH	DAH $\pm$ erro padrão	
	(árvores hab <sup>-1</sup> )	Limite mín.	Limite máx.
Universidade	1,60	1,41	1,79
Laguinho	0,97	0,81	1,13
Central	0,87	0,60	1,14
Trem	0,71	0,60	0,82
Jardim Marco Zero	0,68	0,64	0,72
Santa Rita	0,65	0,58	0,72
Zerão	0,62	0,55	0,69
Pacoval	0,57	0,52	0,63
Jesus de Nazaré	0,56	0,50	0,62
Beirol	0,49	0,43	0,56
Araxá	0,49	0,45	0,53
Congós	0,48	0,38	0,59
Novo Buritizal	0,38	0,32	0,44
Santa Inês	0,38	0,33	0,43
Jardim Equatorial	0,32	0,23	0,42
Pedrinhas	0,30	0,24	0,35
Buritizal	0,30	0,25	0,35
Cidade Nova	0,20	0,14	0,26
Perpétuo Socorro	0,19	0,16	0,22

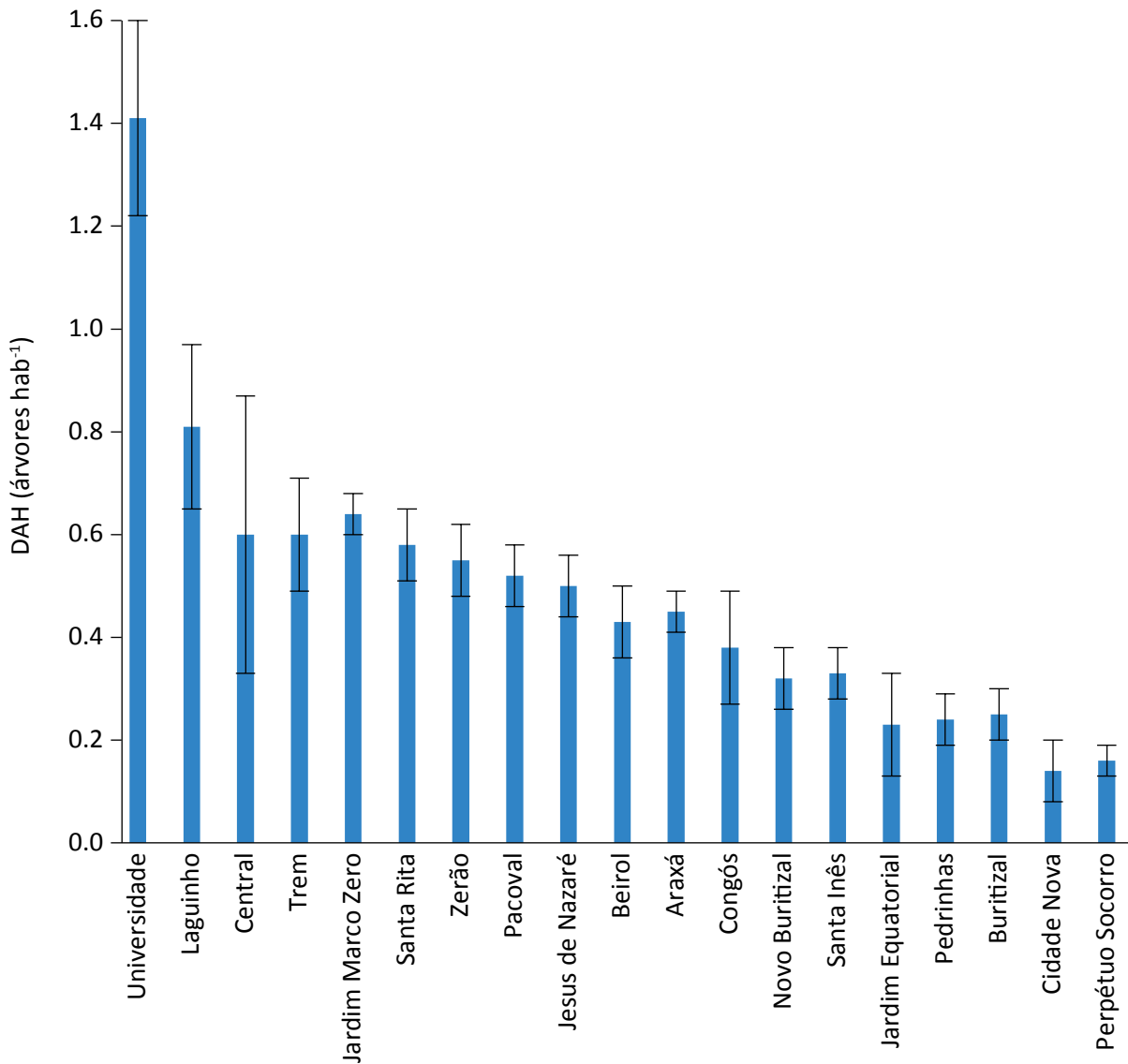
DAH: densidade de árvores por habitante.

Central — com 0,87 árvores hab<sup>-1</sup>. Os bairros com menor DAH foram Perpétuo Socorro, com 0,19 árvores hab<sup>-1</sup>, e Cidade Nova, com somente 0,20 árvores hab<sup>-1</sup> — bairros com muitas moradias irregulares em áreas de invasão e elevada população, além do baixo número de árvores (Tabela 4).

Os bairros Universidade e Central, mesmo com elevada população, por apresentarem um grande número de árvores, possuem um alto valor de DAH quando comparados

aos demais. Já o Laguinho, por apresentar uma população e uma quantidade de árvores praticamente equivalentes, possui uma DAH próxima de 1 — 0,97 árvores hab<sup>-1</sup>.

Quanto à análise estatística das médias da DAH, o bairro Universidade superou os demais, enquanto o Perpétuo Socorro e o Cidade Nova — que não diferiram entre si — foram os locais com os menores valores. Os outros bairros, de forma geral, foram semelhantes entre si, com valores variando entre 0,25 e 0,81 árvores hab<sup>-1</sup> (Figura 5).



DAH: densidade de árvores por habitante.

Figura 5 – Detalhe da comparação entre as médias de densidade de árvores por habitante dos bairros analisados em Macapá, Amapá.

## CONCLUSÃO

Em termos médios, em Macapá, para a área central estudada, o PCA foi de 6,25%, o ICA de 4,48 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, a DA de 38 árvores ha<sup>-1</sup> e a DAH de 0,54 árvores hab<sup>-1</sup>. Apenas o bairro Zerão, com o PCA de 18,40% e o ICA de 31,70 m<sup>2</sup> hab<sup>-1</sup>, mostrou-se próximo do considerado adequado em termos de arborização urbana.

De forma geral, os resultados mostram que esses índices ainda estão longe de serem considerados

ideais pela literatura. Assim, a prefeitura de Macapá precisa planejar melhor a arborização, de forma a beneficiar toda a população, amenizando muitos dos problemas decorrentes do processo de urbanização. Estudos ainda serão necessários em toda a cidade, com o objetivo de complementar os resultados encontrados neste trabalho, sendo este pioneiro para a mensuração da CA.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, I. A. *Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação*. 209f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- ANDREATTA, T. R.; BACKES, F. A. A. L.; BELLÉ, R. A.; NEUHAUS, M.; GIRARDI, L. B.; SCHWAB, N. T.; BRANDÃO, B. S. Análise da arborização no contexto urbano de avenidas de Santa Maria, RS. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 6, n. 1, p. 36-50, 2011.
- BOBROWSKI, R. *Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984-2010*. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 26 maio 2015.
- 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*, Curitiba, v. 18, p. 48-59, 2006.
- CASTRO, H. S.; DIAS, T. C. A. C. Percepção ambiental e arborização urbana em Macapá, Amapá. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 3, n. 3, p. 34-44, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n3p34-44>
- CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, Vitória, 1992. *Anais*. Vitória: CBAU, 1992. p. 29-35.
- GOMES, M. F.; QUEIROZ, D. R. E. Avaliação da cobertura vegetal arbórea na cidade de Birigui com emprego de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. *Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 93-117, 2011.
- GONÇALVES, P. H. L.; JESUS, E. S.; OLIVEIRA, M. C. F.; COSTA, M. C.; SILVA JÚNIOR, J. A.; SANTOS, L. A. R. Disponibilidade hídrica e térmica para a cidade de Macapá-AP, período de 1968-2000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., Foz do Iguaçu, 2002. *Anais...*, 2002.
- GRAVETTER, F. J.; WALLNAU, L. B. *Statistics for the behavioral sciences*. 2<sup>nd</sup> ed. St. Paul: West Publishing, 1995. 429p.
- GUZZO, P.; CARNEIRO, R. M. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, H. Cadastro Municipal de Espaços Livres Urbanos de Ribeirão Preto (SP): acesso público, índices e base para novos instrumentos e mecanismos de gestão. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v.1, n. 1, 2006.
- HARDER, I. C.F.; RIBEIRO, R. C. S.; TAVARES, A.R. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de vinhedo, SP. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000200015>
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2010: famílias e domicílios – resultados da amostra*. 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/familias\\_e\\_domicilios/default\\_familias\\_e\\_domicilios.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/familias_e_domicilios/default_familias_e_domicilios.shtm)>. Acesso em: 26 maio 2015.
- \_\_\_\_\_. *Cidades@. Macapá*. 2016. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=160030>>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- LACERDA, R. M. A.; LIRA FILHO, J. A.; SANTOS, R. V. Indicação de espécies de porte arbóreo para a arborização urbana no semi-árido Paraibano. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 6, n. 1, p. 51-68, 2011.
- LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUSA, M. A. L. B.; FIALHO, N.O.; DEL PICCHA, P. C. D. Problemas na utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., São Luís. *Anais...* São Luís: Imprensa Emater/MA, 1994. p. 539-553.

- LINDENMAIER, D. S.; SOUZA, B. S. P. Avaliação da cobertura vegetal arbórea em Cachoeira do Sul/RS: índice e distribuição espacial do elemento verde na paisagem urbana. *Geografia Ensino & Pesquisa*, v. 19, n. 3, p. 79-88, 2015. DOI: 10.5902/2236499415220
- LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D.; ANGELIS NETO, G.; SILVA, E. S. Avaliação das áreas verdes em espaços públicos no município de Guarapuava/PR. *Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, v. 9, n. 194, 2005.
- LOMBARDO, M.A. *Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985. 224p.
- LORUSSO, D.C.S. Gestão de áreas verdes urbanas. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992. *Anais...* Vitória: Prefeitura de Vitória, 1992, p. 181-185.
- MACO, S. E.; MCPHERSON, E. G. Assessing canopy cover over streets and sidewalks in street tree populations. *Journal of Arboriculture*, v. 28, n. 6, 2002.
- MENDES, F. H.; PETEAN, F. C. S.; POLIZEL, J. L.; SILVA FILHO, D. F. Avaliação da fragmentação da cobertura arbórea de Maringá/PR utilizando geotecnologias. *Scientia Plena*, v. 12, n. 9, p. 1-9, 2016. DOI:http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2016.090201
- MILANO, M. S. Planejamento da arborização urbana: relações entre áreas e ruas arborizadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba, 1990. *Anais...* Curitiba: FUPEF, 1990. p. 60-71.
- NOWAK, D. J.; ROWNTREE, R. A.; MCPERSHON, E.G.; SISINI, S.N.; KERKMANN, E.R.; ESTEVENS, J.C. Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning*, Califórnia, v. 36, p. 49-57, abr. 1996.
- NUCCI, J. C. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2001. 235p.
- PEREIRA, C. P.; ROCHA, R. J.; MENGUE, V. P. Comparação de índices e espacialização da cobertura vegetal arbórea dos bairros Centro de duas metrópoles brasileiras: Belo Horizonte e Porto Alegre. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 106-125, 2010.
- PLATT, R. H. The ecological city: introduction and overview. In: \_\_\_\_\_; ROWNTREE, R. A.; MUICK, P. C. (Orgs.). *The ecological city: preserving and restoring urban biodiversity*. Amherst: University of Massachusetts Press, 1994.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ. *Lei complementar n.º 010/98-PM*. Institui o código de posturas do município de Macapá e dá outras providências. 31 de dezembro de 1998. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/1823932-Prefeitura-municipal-de-macapa-gabinete-civil-o-prefeito-municipaldfi-macapa-titulo-i-das-disposicoes-gerais-capitulo-disposicoes-preliminares.html>>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- SANTOS, K. P.C.; CUNHA, A.C.; COSTA, A.C.L.; SOUZA, E.B. Índices de tendências climáticas associados à “ilha de calor” em Macapá-AP (1968-2010). *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 23, p. 1-16, 2012.
- SBAU – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. “Carta a Londrina e Iporã”. *Boletim Informativo*, v. 3, n. 5, p. 3, 1996.
- SPSS Inc. *SPSS Statistics for Windows*. Version 17.0. Chicago: SPSS Inc., 2008.
- TAVARES, J. P. N. Características da climatologia de Macapá-AP. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia, v. 15, n. 50, p. 138-151, jun. 2014.
- TEJAS, G. T.; AZEVEDO, M. G.; LOCATELLI, M. A influência de áreas verdes no comportamento higrotérmico e na percepção ambiental no cidadão em duas unidades amostrais no município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 15-34, 2011.