

Morfometria de *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze, em floresta urbana de Porto Alegre

Morphometry of Tipuana tipu (Benth.) Kuntze, in urban forest in Porto Alegre

Vladimir Stolzenberg Torres^{1,4}, Felipe Todeschini², Mariana Freitas Farias³

¹ Prefeitura Municipal de Porto Alegre, Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade, Porto Alegre, RS.

² Universidade Federal do Amapá, PPG em Biodiversidade Tropical, Macapá, AP.

³ Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Departamento de Biologia, São Leopoldo, RS.

⁴ Autor para correspondência (*Author for correspondence*): biologo.vladimir@gmail.com

Resumo

Tipuana tipu (Benth.) Kuntze – Fabaceae, popularmente conhecida como tipuana, tem sua ocorrência natural limitando-se do Sul da Bolívia ao norte da Argentina, apresentando, entretanto, amplo uso em arborização urbana, o que maximiza a sua ocorrência. O objetivo deste trabalho foi explorar os dados biométricos e morfométricos de exemplares desta espécie provenientes de dez povoados dispersos na Floresta Urbana de Porto Alegre, RS. Foram usados índices biométricos e morfométricos para descrever as relações de dimensão das árvores. Como resultados, obtiveram-se correlações positivas entre o diâmetro de copa (dc) e o diâmetro à altura do peito (DAP); entre a altura total e o diâmetro da copa; e para o Índice de Saliência em associação com o diâmetro de copa médio. Foi negativa a correlação para o Grau de Esbeltes em função do DAP; e o Índice de Saliência, tanto para a altura quanto para o DAP. Estes estudos permitem julgar o grau de concorrência e ainda deduzir sobre a vitalidade, estabilidade e produtividade de cada indivíduo, o que influencia na possibilidade de definição do manejo a ser adotado com relação a *T. tipu* no ambiente urbano.

Palavras-chave: Manejo de Tipuana; Dendrometria; Árvores urbanas.

Abstract

Tipuana tipu (Benth.) Kuntze – Fabaceae, popularly known as tipuana taking its natural occurrence is limited to southern Bolivia and northern Argentina, with, however, widely used in urban forestry, which maximizes its occurrence. The aim of this study was to explore the biometric and morphometric data of specimens of this species from ten scattered settlements in the Urban Forest of Porto Alegre, RS, Brazil. Biometric and morphometric to describe the relationships between the sizes of trees indexes were used. As a result, we obtained correlations, positive between crown diameter (CD) and the diameter at breast height (DBH); between total height and crown diameter; and the slenderness rate in association with the average diameter of the canopy. The correlation was negative to the degree of slenderness as a function of DBH; and the index Boss, both for height and for the DBH. These studies allow us to judge the degree of competition and still deduct on the vitality, stability and productivity of each individual, which influences the possibility of definition of management to be adopted with respect to *T. tipu* in the urban environment.

Key-words: Tipuana Management; Dendrometry; Urban Trees.

INTRODUÇÃO

Conforme Rollo (2009), quando se considera um ambiente natural, a madeira desponta como o principal recurso econômico oriundo das florestas. No âmbito de uma floresta urbana, no contexto de um ambiente artificial, por conseguinte, outros valores diversos se agregam, incluindo a estética e o cultural. Apesar disto, a maioria dos trabalhos de inventário florestal é em ambientes naturais e, como tais, tem sido realizados visando quantificar a biomassa lenhosa aproveitável para serrarias, papel, celulose e lenha. Como a floresta urbana é alvo constante de ações inadequadas de manejo, tais como podas inapropriadas; técnicas que visem avaliar a qualidade dos indivíduos e o risco de queda de árvores são fundamentais para a diminuição de possíveis danos causados aos equipamentos urbanos e riscos aos habitantes das cidades (Rollo, 2009).

A vegetação se constitui em componente de significativa importância na constituição da biota, decorrente de sua condição conservação se revela um dos componentes mais importantes, com isto possibilitando definir a existência, ou não, de habitats para as espécies, assim como, a manutenção de serviços ambientais dentre outros.

Aceita-se, então, o conceito trazido por Netto e Silva (2011), transcrito por Torres (2017), segundo os quais, *“para o ambiente urbano, que se constitui em um ecossistema, em que o processo de amadurecimento é sujeito as ações antrópicas e tem o potencial de trazer benefícios tanto para o equilíbrio dos demais ecossistemas quanto para a qualidade de vida da espécie humana, podendo fornecer a base para reflexões acerca do próprio processo de planejamento ambiental, e priorizando aspectos capazes de orientar o desenvolvimento de cidades sustentáveis”*.

Ao se considerar uma “floresta natural”, os principais fatores de formação dos diferentes tipos de vegetação são de origem climática e edáfica (IBGE, 2012). Dos elementos do clima a radiação solar, a temperatura e a umidade do ar, a precipitação pluviométrica, a evaporação

da água e o vento são os de maior importância. A influência do solo é determinada pela sua natureza física, químicas, biológica e pela sua profundidade. Estes dois fatores agem simultaneamente: o clima determina a formação vegetal e o solo suas variações locais (IBGE, 2012). Assim, quando se evidencia o verde urbano, consolidado como floresta urbana, percebe-se que os fatores determinantes já não são exclusivamente o clima e os solos, embora estes últimos possam ainda muito interferir; e sim, o fator antrópico, que opera de forma muito mais intensa do que qualquer outro fator ambiental.

A morfometria de uma árvore, e as decorrentes variáveis que daí advenham são usadas para transmitir uma ideia das relações interdimensionais, reconstituir o espaço ocupado por cada árvore, julgar o grau de concorrência de um povoamento e permitem, ainda, inferências sobre a estabilidade, a vitalidade e a produtividade de cada indivíduo (Costa, 2011). Conforme Bobrowski et al. (2013), as técnicas de avaliação da morfometria e das relações morfométricas, com estudos e aplicações progressivas no manejo de florestas plantadas e nativas, mediante análise de árvores individuais ou associadas na floresta ainda não foram aplicadas na silvicultura urbana. Conforme Bobrowski et al. (2013), as técnicas de avaliação da morfometria e das relações morfométricas, com estudos e aplicações progressivas no manejo de florestas plantadas e nativas, mediante análise de árvores individuais ou associadas na floresta ainda não foram aplicadas na silvicultura urbana. Isto poderia, conforme Bobrowski et al. (2013) auxiliar no conhecimento das relações interdimensionais, do comportamento individual e da interação entre as árvores nas ruas, bem como auxiliar a adoção de melhores critérios de planejamento da implantação de espécies em uso ou que serão incorporadas na arborização, além do estabelecimento de limites aceitáveis de intervenção por podas.

Conforme se pode obter de Durlo et al. (2004), procedimentos silviculturais, representados, e.g., pela determinação do espaço de crescimento (concorrência máxima) além das

avaliações de vitalidade, estabilidade, e produtividade das árvores, particularmente quando é desconhecida a idade dos espécimes, se revelam dependentes de informações essenciais como a altura, a área de copa e a largura, além das proporções entre esses fatores e das modificações decorrentes de ações de manejo anteriores. Tais considerações se apresentam reforçadas por Roman et al. (2009) ao afirmarem que o conhecimento da das relações morfométricas, da própria morfometria, e da dinâmica da forma das árvores se apresentam como fatores de alta relevância para a realização de intervenções silviculturais.

Neste sentido, existem três fatores que norteiam a determinação das medidas a serem efetivadas nas árvores: a exatidão com que possam efetivamente serem realizadas; a velocidade e a facilidade com que as medidas possam ser obtidas; e, finalmente, a correlação entre as características e as medidas obtidas em uma estimativa (Spurr, 1952). Nesta linha, Paula-Neto (1977), estabelece que as medidas podem ser classificadas de acordo como sejam obtidas, ou seja, diretas e indiretas. Quando realizadas medidas consideradas como diretas, tem-se, evidentemente, uma determinação, enquanto as indiretas, por sua vez, representam estimativas.

De uma forma geral, empregam-se o ajuste de modelagem entre parâmetros biofísicos, com isto criando condições para que possa inferir, por exemplo, as características de um dossel florestal, partindo dos dados dendrométricos que se tenha disponíveis. Porém, ao se trabalhar com múltiplos parâmetros, nem sempre os modelos obtidos representam dos os aspectos estatísticos que se julga necessários. Assim, ao se tratar um grande número de variáveis simultaneamente, torna-se de suma importância como elas se portam quando estão se inter-relacionando (Soares et al., 2006).

Por outro lado, a arquitetura das espécies florestais, segundo Seitz (1996), é pré-definida pelo genótipo que determina as características de porte, forma da copa, disposição das folhas e flores, porém, é expressa fenotipicamente através das interações que venham a ocorrer

com o ambiente em que se encontre inscrita. A junção do conhecimento dessas características com noções de fisiologia, tipos de poda, da compartimentalização e dos equipamentos necessários para executá-la, favorece a adoção de boas práticas de manejo, evitando danos às árvores (Seitz, 1996).

Assim, o objetivo deste trabalho foi explorar os dados biométricos e morfométricos de *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze disponíveis e provenientes de povoamentos, originalmente paisagísticos, no âmbito da floresta urbana de Porto Alegre, RS, com a finalidade de fornecer parte dos subsídios necessários à elaboração de um plano de manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de Estudo

Porto Alegre integra e qualifica a mesorregião metropolitana de Porto Alegre, com uma área de aproximadamente 497 km², apresentando uma geografia diversificada, com morros, baixadas e um grande lago, o Guaíba. Encontra-se posicionada em torno do paralelo 30° - entre 29°10'30" Sul e 30°10'00" Sul – e do meridiano 50° – entre 51°05'00" Oeste e 51°16'15" Oeste.

As árvores analisadas encontram-se na Av. dos Estados (Aeroporto), Praça Monsenhor Roncato (Jardim Itu), Praça Joaquim Leite, Praça Pedro Luft, Rua Gonçalo de Carvalho, Rua João Caetano, Av. José Bonifácio, Av. Panamericana e Praça Libanesa, Av. Bento Gonçalves (trecho PUCRS) e Rua Marista, e Perímetro Shopping Center Iguatemi.

Espécie Estudada

Uma das espécies que se destaca no verde urbano de Porto Alegre e se torna o objeto deste trabalho, é *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (Fabaceae), que apresenta *Machaerium tipu* Benth. e *Tipuana speciosa* Benth. como sinônimas e, conforme Rollo (2009), caracteriza-se por ser espécie monotípica do gênero; porém, pesquisa realizada ao Missouri Botanical Garden aponta a existência de outras doze espécies. É popularmente conhecida como tipuana, acácia-argentina, mocó, pau-de-

mocó, petiricaguaçu, tipa-branca, tipu ou tipa; adotando-se, no presente estudo, a designação popular “tipa”. Sua ocorrência natural limita-se ao Sul da Bolívia e norte da Argentina, desenvolvendo-se no estrato superior e caracterizando-se como uma das espécies principais na altitude 350-800 m e secundária em altitudes superiores a 850 metros (Lorenzi et al., 2003). Trata-se de espécie não protegida segundo as normas CITES (Brasil, 2000).

Estruturalmente apresenta limites de anéis de crescimento distintos. Cor do cerne amarelo branco ou cinzento. Cor do albúrnio similar a cor do cerne. Densidade 0,67–0,75 g/cm³. Madeira de potencial comercial. Morfologicamente, trata-se de árvore caducifólia, tardiamente e por um curto período de tempo; de grande porte, chegando a 10-25 m de altura, com a copa densa, ampliada e estendida, além de ramos pendentes; tronco grosso, não raramente ultrapassando 1 m de diâmetro. Casca parda-clara, saliente, sulcada longitudinalmente e gretada transversalmente. Ramagem vigorosa ascendente, a superior densa, recurvada, formando copa arredondada frondosa. Folhas compostas pinadas, com 8-10 pares de folíolos opostos (ou raramente alternas – juvenis) e um terminal, elípticos a elíptico-oblongo, cartáceos, de 2-3 cm de comprimento; raque tendo 10-30 cm de comprimento, incluindo pecíolo, com a base obtusa ou arredondada, margem inteira e ápice emarginado; sua nervura central verde, concolor, glabras na face superior e um pouco puberosa, na parte inferior; estípulas pequena, linear, de folha caduca. Inflorescências axilares, pequenas, em ramacenos, com flores amarelas constituídas por um estandarte, duas asas e uma quilha, formadas de setembro a dezembro. Frutos do tipo sâmara, geralmente com uma ou duas sementes, raramente três sementes, oblongas, avermelhadas, 5-6 mm de comprimento (Martins & Oliveira, 2001; Lorenzi et al., 2003).

A espécie caracteriza-se por ser semidecídua (Silva et al., 2008), com desfolheamento ocorrendo durante as estações de outono e inverno, com duração de seis meses, floração

entre os meses de novembro e dezembro e frutificação entre dezembro e junho, com pico de frutificação no mês de fevereiro e queda dos frutos entre abril e junho (Brun et al., 2007). Longhi (1984), ao estudar a fenologia de espécies florestais e ornamentais no campus da universidade de Santa Maria-RS observou floração em árvores de tipuana entre os meses de outubro e fevereiro, com frutificação entre os meses de janeiro e julho.

Procedimentos de análise

A mensuração florestal é uma atividade que fornece informações precisas sobre a floresta, auxiliando na tomada de decisões, além de possibilitar o melhor planejamento de suas atividades, sendo assim um importante elemento no manejo florestal (Freitas & Wichert, 1998).

Os índices morfométricos estimados para descrever as relações de dimensão dos espécimes amostrados de *T. tipu* e fazer inferência sobre o crescimento destas foram: Diâmetro na Altura do Peito – DAP, considerado como a medida, em metros, do diâmetro do fuste a 1,30 m de altura em relação ao colo; altura total (h_{total}) em metros; altura comercial, em metros, feita através de estimativa considerando os pontos que vão do colo até a primeira ramificação considerável (APR); diâmetro da copa (dc), em metros (considerando a média entre duas medidas perpendiculares), conforme demonstrado na figura 1. Partindo destes dados, foram, ainda, calculados a área de projeção da copa, em metros quadrados, considerando a média das áreas obtidas a partir de cada mensuração do diâmetro da copa; o comprimento da copa (cc), em metros, considerando a altura total subtraindo-se a altura da primeira ramificação (APR), igualmente em metros; e a proporção da copa, em porcentagem, calculada como comprimento da copa (cc) dividido pela altura total (h_{total}) multiplicado por 100. Além disto, foram igualmente avaliados o Grau de Esbeltez (GE), Índice de Saliência (IS) e de Abrangência (IA), Formal de Copa (FC) e Proporção de Copa (PC), conforme descrições de Durlo & Denardi (1998).

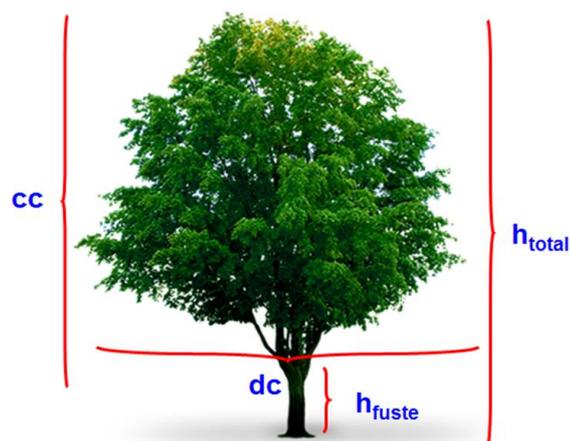


Figura 1. Espécime hipotético e suas características dimensionais. Sendo: **cc** = comprimento de copa (m); **dc** = diâmetro de copa (m); **h_{total}** = altura total da árvore (m); **h_{fuste}** = altura do fuste (= APR = altura da primeira ramificação, em metros).

Figure 1. Hypothetical specimen and its dimensional characteristics. Where: **cc** = length of canopy (m); **dc** = canopy diameter (m); **h_{total}** = total tree height (m); = **h_{fuste}** shaft height (= APR = first branch height meters).

Estas variáveis, segundo Zanatta et al. (2013) são definidas em consonância com Durlo e Denardi (1998) em que: o Grau de Esbeltez (GE) é conhecido também como a relação h/DAP, altura total, em metros e diâmetro à altura do peito (DAP), em metros, gerando um resultado que deverá, ainda, ser dividido por 100. Esta variável caracteriza a estabilidade das árvores. Uma relação superior a 1 indica que o crescimento em diâmetro é reduzido em relação à altura podendo indicar a necessidade de desbaste, pois o crescimento em diâmetro é reduzido em relação à altura (Tonini & Arco-Verde, 2005). Neste caso, quanto mais alto este valor, mais instável deverá ser considerada a árvore contra intempéries do vento. É obtido através da equação: $GE = (h/DAP)/100$.

O Índice de Saliência é a relação entre diâmetro de copa, em metros e o DAP, o qual expressa quantas vezes o diâmetro de copa é maior que o DAP. Ao se considerar o manejo de um dossel, não com base em sua idade, mas pelo diâmetro que se apresentam os seus constituintes, pode-se então determinar o número máximo de árvores por unidade de área, com o cálculo do índice de saliência, se for obtida uma correlação significativa com o DAP. Desta forma, fica evidente a

possibilidade de emprego deste índice como um indicador de desbaste, possibilitando que a qualquer tempo, se possa determinar o espaço necessário no entorno de uma árvore selecionada, de tal forma que possa a mesma crescer sem a concorrência de outros indivíduos do seu entorno (Durlo & Denardi, 1998). No presente estudo, considerando-se a realização de duas mensurações perpendiculares para o diâmetro da copa (dc), foi realizada uma média aritmética de ambas, para uso no cálculo deste índice, conforme a equação: $IS = ((dc_1+dc_2)/2)/DAP$

O Índice de Abrangência foi calculado pela relação entre o diâmetro de copa (considerando a média aritmética das duas medidas) e a altura total da árvore, ambos em metros. Se existir uma correlação entre o índice de abrangência e a altura das árvores, este pode ser também usado como indicador de desbaste ao longo da vida do povoamento. Foi calculado de acordo com a equação: $IA = ((dc_1+dc_2)/2)/h_{total}$.

O Formal de Copa foi calculado como a relação entre o diâmetro de copa (considerando a média aritmética das duas medidas) e a comprimento da copa (cc), ambos em metros. Quanto menor o valor, melhor é a produtividade da árvore, devido unicamente à relação entre o manto de copa e a área de projeção de copa. O formal de copa serve como critério, no âmbito urbano, para a determinação de podas de abertura de copa, ou mesmo de desbastes (Tonini & Arco-Verde, 2005). Foi calculado segundo a equação: $FC = ((dc_1+dc_2)/2)/cc$.

Por fim, a Proporção de Copa, calculada como a relação entre o comprimento da copa e altura total da árvore, ambos em metros. Esta variável representa um indicador da vitalidade dos indivíduos arbóreos. Quanto mais próximo de 100% o valor da porcentagem de copa, tanto mais vital e produtiva deverá ser considerada a árvore (Durlo & Denardi, 1998). Utilizou-se, para sua determinação, a equação: $FC = (cc/h_{total})*100$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados dez fragmentos, totalizando 541 indivíduos de *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (Tabela 1). Os valores médios, mínimos e máximos da morfometria de representantes de *T. tipu* no âmbito da floresta urbana de Porto Alegre encontram-se na Tabela 2. Os dados apresentados nas Tabelas 2

e 3, permitem observar um DAP que varia de 0,05 m à 1,09 m; uma altura total oscilando de 2,50 m à 20,00 m; e um diâmetro da copa na ordem de 2,00 m à 32,00 m. Por conseguinte, e de acordo com Orellana & Koehler (2008), as relações morfométricas de uma espécie florestal representam um importante subsídio para as intervenções silviculturais.

Tabela 1. Localização e número amostral de indivíduos de *T. tipu* estudados.

Table 1. Location and sample size studied individuals of *T. tipu*.

Localização	Indivíduos amostrados
Av. dos Estados (Aeroporto)	88
Praça Monsenhor Roncato (Jardim Itu)	16
Praça Joaquim Leite	9
Praça Pedro Luft	11
Rua Gonçalo de Carvalho	103
Rua João Caetano	13
Av. José Bonifácio	134
Av. Panamericana e Praça Libanesa	57
Av. Bento Gonçalves (trecho PUCRS) e Rua Marista	51
Perímetro Shopping Center Iguatemi	59

Tabela 2. Características biométricas para *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze nas áreas investigadas na floresta urbana de Porto Alegre, RS. Para o diâmetro da copa, foi considerada a média aritmética das duas medidas de cada espécime e, posteriormente, determinadas a amplitude e a média destas dimensões obtidas.

Table 2. Biometric characteristics for *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze in the areas investigated in the urban forest of Porto Alegre, RS. To crown diameter, was considered the arithmetic mean of the two measurements of each specimen and subsequently determined the amplitude and the average of these dimensions obtained.

Região	Variáveis	DAP (m)	Altura total = h (m)	Altura comercial (m)	Diâmetro de copa = DC (m)	Comprimento de copa = CC (m)	Área de projeção de copa (m ²)
Av. dos Estados (Aeroporto)	Amplitude	0,18-0,85	10,00-20,00	0,20-5,00	3,00-19,50	8,00-19,74	7,07-298,64
	Média	0,37	15,00	1,74	11,89	15,93	123,05
Praça Monsenhor Roncato (Jardim Itu)	Amplitude	0,26-0,73	10,00-20,00	0,25-4,00	4,00-24,50	9,00-19,00	12,57-471,42
	Média	0,42	16,88	1,88	14,59	15,00	192,43
Praça Joaquim Leite	Amplitude	0,39-0,68	10,00-20,00	1,30-2,60	12,50-22,50	7,70-18,70	122,71-397,60
	Média	0,58	16,88	2,10	17,56	14,77	250,26
Praça Pedro Luft	Amplitude	0,41-0,72	10,00-20,00	1,90-3,00	12,50-30,00	7,74-17,50	122,71-706,84
	Média	0,53	15,00	2,30	19,25	12,70	305,81
Rua Gonçalo de Carvalho	Amplitude	0,05-1,09	5,00-20,00	0,30-4,00	2,00-32,00	3,00-18,00	3,14-804,22
	Média	0,57	19,71	2,41	17,20	17,30	252,02
Rua João Caetano	Amplitude	0,31-0,69	15,00-20,00	1,50-3,00	17,00-28,50	12,30-18,50	165,13-637,92
	Média	0,52	19,23	2,00	21,00	17,23	356,14
Av. José Bonifácio	Amplitude	0,08-0,85	04,00-20,00	1,50-4,00	2,00-23,50	2,30-18,50	3,14-433,72
	Média	0,45	18,63	2,60	15,59	16,03	206,39
Av. Panamericana e Praça Libanesa	Amplitude	0,16-0,65	10,00-20,00	1,60-4,00	3,50-23,50	7,00-18,30	19,63-433,72
	Média	0,30	14,91	2,66	12,74	12,16	148,75
Av. Bento Gonçalves (trecho PUCRS) e Rua Marista	Amplitude	0,05-0,77	2,50-20,00	0,70-3,00	3,50-29,00	1,19-19,20	9,62-660,50
	Média	0,46	15,89	2,10	17,56	13,79	282,48
Perímetro Shopping Center Iguatemi	Amplitude	0,12-0,65	10,00-20,00	0,18-4,00	2,00-19,00	8,00-18,50	3,14-397,60
	Média	0,30	16,25	2,44	12,23	13,81	129,30

Tabela 3. Características morfométricas para *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze nas áreas investigadas na floresta urbana de Porto Alegre, RS.

Table 3. Morphometric characteristics *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze in the areas investigated in the urban forest of Porto Alegre, RS.

Região	Variáveis	Proporção de copa (%)	Grau de esbeltez [h/DAP]	Índice de saliência [DC/DAP]	Índice de abrangência [CD/h]	Formal de copa [DC/CC]
Av. dos Estados (Aeroporto)	Amplitude	80,00-98,70	0,27-0,91	15,79-70,31	0,18-1,07	0,19-1,35
	Média	89,92	0,51	32,85	0,67	0,75
Praça Monsenhor Roncato (Jardim Itu)	Amplitude	80,00-98,33	0,19-0,63	12,33-57,69	0,53-1,23	0,42-1,34
	Média	89,22	0,43	36,41	0,84	0,95
Praça Joaquim Leite	Amplitude	77,00-93,50	0,20-0,39	24,51-35,90	0,63-1,65	0,70-2,14
	Média	86,60	0,29	30,600	1,11	1,30
Praça Pedro Luft	Amplitude	77,40-88,50	0,18-0,44	27,78-55,56	0,88-3,00	0,96-3,88
	Média	83,79	0,29	36,94	1,43	1,74
Rua Gonçalo de Carvalho	Amplitude	85,00-90,00	0,18-1,00	10,00-56,58	0,13-1,60	0,15-1,83
	Média	87,61	0,38	31,15	0,87	1,00
Rua João Caetano	Amplitude	82,00-92,50	0,29-0,65	28,68-52,56	0,73-1,43	0,85-1,67
	Média	89,43	0,39	41,40	1,10	1,23
Av. José Bonifácio	Amplitude	57,50-92,50	0,23-0,77	16,28-67,86	0,37-1,57	0,44-1,64
	Média	85,32	0,44	36,25	0,83	0,98
Av. Panamericana e Praça Libanesa	Amplitude	70,00-91,50	0,32-0,83	19,23-68,75	0,35-1,40	0,44-1,79
	Média	81,40	0,54	43,39	0,85	1,04
Av. Bento Gonçalves (trecho PUCRS) e Rua Marista	Amplitude	40,00-96,00	0,25-1,33	19,15-120,00	0,50-1,70	0,62-3,75
	Média	83,46	0,38	40,99	1,11	1,39
Perímetro Shopping Center Iguatemi	Amplitude	73,33-98,20	0,15-1,25	3,08-68,18	0,20-1,13	0,20-1,88
	Média	84,74	0,58	42,47	0,75	0,90

Conforme se observa na figura 2, os exemplares de tipa podem apresentar significativas diferenças em sua constituição morfométrica, hora evidenciando um fuste com expressão comercial (fig. 2A), hora não o apresentando (fig. 2B), mas apresentando forçadas que compensam o curto fuste. O espécime ilustrado em A, apresenta APR a uma altura de aproximadamente 5,00 m, enquanto B apresenta o APR em 1,20 m, por conseguinte, com fuste curto e copa alta. Observa-se, em B, entretanto, a presença de significativas forçadas (ramificações) que proporcionariam um valor comercial alternativo ao espécime.

Ao que se denota, esta espécie possui uma plasticidade similar à de outras espécies (*Acacia tenuifolia* (L.) Willd. e *Clausena excavata* Burm. f., por exemplo), permitindo-lhe distintas condutas de adaptabilidade ao ambiente em que se encontra. Neste caso, espécimes mais antigos (como o da figura 2B), sem a necessidade de competição por luz solar, acrescida da ausência de manejo contínuo, determinam um menor crescimento longitudinal do fuste, mas não necessariamente dos ramos. Por outro lado, espécimes jovens, com efetiva necessidade de competição por luz solar (como o da figura 2A), tendem a apresentar um maior e mais eficiente crescimento longitudinal do fuste, o que é

respaldado por Patiño-Valera (1986), segundo o qual, as árvores de espaçamentos mais densos crescem mais rapidamente em altura em relação àquelas de espaçamentos mais amplos e, em determinada idade, serão mais cilíndricas, terão menor espessura de casca e copa menor, em função da busca de melhores condições.



Figura 2. Exemplares de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze e suas características dimensionais.

Figure 2. Specimens of *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze and its dimensional characteristics.

Além disto, levando em conta especificamente às mensurações realizadas, há que se considerar que, os erros cometidos na medição do diâmetro têm maior importância quando

comparados àqueles cometidos na medição da altura. Couto & Bastos (1988) citam que 1,00 cm de erro na medição do diâmetro reflete a um erro máximo de 19% no cálculo do volume, já um erro de 1,00 m na medição da altura, corresponde a apenas 14% deste mesmo volume. De acordo com Soares et al. (2006) o erro total cometido a partir da obtenção da altura de um espécime se deve a três fontes, quais sejam, os relacionados ao objeto, os que se relacionam com os instrumentos e, finalmente, aqueles que se relacionam com o observador.

Durlo & Denardi (1998) destacaram a importância da relação entre o diâmetro de copa (dc) com o diâmetro à altura do peito (DAP), a qual corresponde ao índice de espaço vital de uma árvore, sendo que quanto menor esse índice, maior será a área basal, e possivelmente o seu volume área considerada. Através da correlação de Pearson encontrou-se, respaldando esta condição, um valor positivo de 0,66, demonstrando que a expansão da copa é acompanhada pelo aumento do DAP como provável mecanismo de compensação do peso extra gerado. No manejo florestal essa relação atua como indicador de desbaste e, através dela, pode-se estimar o espaço a ser liberado no entorno de uma árvore para que esta se desenvolva sem concorrência, podendo-se prever o número máximo de árvores por unidade de área medida em que as árvores vão crescendo; enquanto que na transposição para a floresta urbana, esta condição pode ser empregada para determinar a efetiva distância entre os espécimes no projeto de plantio.

Como regra geral, os plantios desta espécie podem ser considerados como homogêneos quanto ao período de sua implantação, como projeto específico para determinada área. Alterações que conduzissem a uma heterogeneidade seriam decorrentes de intervenções posteriores, com introdução de novas espécies e supressão de exemplares com comprometimento fitossanitário, ou interferência para com o mobiliário urbano.

Em plantios antigos, como na Avenida Panamericana, as árvores podem ser manejadas para que a copa fosse conduzida em formato de “V”, posicionando-se lateralmente e acima da fiação de rede elétrica (± 12 m de altura), porém, com a fiação de baixa tensão (± 6 m de altura) passando logo acima da altura de bifurcação, ou lateralmente ao fuste conforme o caso e as possibilidades. Isto poderá ocasionar em que a forma das árvores acabe se modificando para um estilo flabeliforme.

Calculada a correlação, o Grau de Esbeltez apresentou uma associação negativa com o DAP, obtendo-se o valor de -0,78, evidenciando que à medida que as árvores engrossam, o grau de esbeltez, como regra geral, diminui, embora se observem algumas exceções. Para os indivíduos de menor DAP, alcançou-se um valor maior do grau de esbeltez, indicando assim que estas árvores são as mais instáveis (fig. 3). Por outro lado, a correlação entre a altura total e o diâmetro da copa, com valor de 0,55 revela-se positiva, com isto evidenciando que a altura acompanha a expansão da copa.

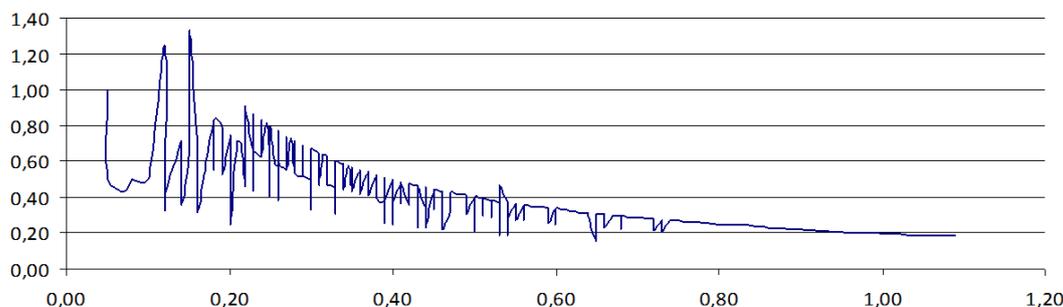


Figura 3. A relação do Grau de Esbeltez em função do diâmetro a altura do peito (DAP).
Figure 3. The ratio expresses the degree of slenderness as a function of diameter at breast height (DBH).

Em relação às variáveis de copa com o DAP e a altura, Orellana & Koehler (2008) identificaram para *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer uma maior correlação das características morfométricas da copa (por exemplo, diâmetro de copa, percentagem de copa, grau de esbeltez) com o DAP do que com a altura total. Esses autores, portanto, registraram correlações significativas da altura total da árvore com o diâmetro de copa (dc) e com o comprimento de copa (cc). Já para o DAP, as correlações positivas ocorreram com o diâmetro de copa (dc), comprimento de copa (cc), índice de abrangência (IA) e o grau de esbeltez (GE), além de uma correlação negativa com o índice de saliência (IS). Para *T. tipu*, semelhante aos dados de Orellana & Koehler (2008), as correlações mais elevadas estiveram mais associadas ao DAP do que a altura total dos espécimes.

Aplicando a correlação para o Índice de Saliência em associação com o diâmetro de copa médio, obteve-se um resultado positivo de 0,35, reforçando a possibilidade de uso deste índice como indicador do espaço necessário para cada árvore, ao ser atingido determinado diâmetro. Por outro lado, foi negativo quando associado à altura total dos espécimes e, mesmo, para com o DAP, com valores respectivos de -0,07 e -0,40.

Os valores mínimos e máximos do formal de copa foram de 0,15 e 3,88, respectivamente, demonstrando que existe grande diferença entre os indivíduos, portanto há presença de tipos com copas esbeltas, formal de copa baixo, e outras com copas achatadas e formal de copa alto. Por esta razão, este índice pode ser utilizado na seleção para a execução de podas de desbaste.

A área de projeção de copa, calculada a partir do diâmetro de copa, apontou um valor mediano de 199,72 m², com amplitude de 3,14 a 805,01 m². Sabe-se que para uma determinada área de projeção de copa, o incremento é maior para árvores com melhor posição sociológica (Assmann, 1970). Ainda segundo o mesmo autor, o espaçamento médio de crescimento das árvores de um povoamento é inversamente proporcional ao número de

árvores e diretamente proporcional ao diâmetro médio. Assim, conclui que, quanto maior a área basal por hectare, menor o espaço médio de crescimento e menor o favorecimento ao incremento.

Os valores da proporção de copa encontrados (média de 86,06% com amplitude na ordem de 40,00 à 98,70%), dão indicativos do grau de concorrência sofrido no passado, podendo ser empregada tal avaliação nos modelos de concorrência e determinação dos projetos futuros de plantio de *T. tipu*.

De forma geral, analisando as variáveis morfométricas de *T. tipu*, pode ser observado que exceto pela altura, estas apresentam uma grande amplitude de variação, demonstrando uma grande heterogeneidade entre as árvores, cuja variação dos valores mínimos e máximos não deveria acontecer em uma condição de crescimento equilibrada em plantios homogêneos. Porém, os plantios se constituem de indivíduos plantados para arborização urbana, de forma homogênea apenas dentro dos fragmentos, não necessariamente o sendo entre si, apesar de existir uma contemporaneidade nos plantios originais – espécimes com menores dimensões representam, como regra, plantios recentes objetivando reconstituição do projeto original.

Importante salientar, ainda, conforme Zobel (1992), que qualquer alteração do padrão de crescimento de uma árvore, resultante ou não de intervenções silviculturais, pode causar variações na qualidade da madeira, sendo que não é possível prever em que sentido estas variações ocorrerão, o que pode, por conseguinte, se tornar um fator complicador no potencial de aproveitamento da madeira de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze pelo poder público municipal. Deve-se salientar, que a qualidade da madeira preconizada por Zobel (1992) não representa a característica fundamental nos indivíduos introduzidos através da arborização urbana, mas sim a estabilidade dos mesmos. Porém, quando se preconiza o reaproveitamento de espécimes advindos do manejo da arborização urbana, trata-se de informação relevante.

CONCLUSÕES

De forma geral, analisando as variáveis morfométricas de *T. tipu*, pode ser observado que exceto pela altura, a espécie apresenta grande amplitude de variação que não deveria ocorrer em uma condição de crescimento equilibrada em plantios homogêneos. Porém, os plantios se constituem de indivíduos plantados para arborização urbana, de forma homogênea apenas dentro dos fragmentos, apesar de existir uma contemporaneidade nos plantios originais – espécimes com menores dimensões representam, como regra, plantios recentes objetivando reconstituição do projeto original.

Estes estudos permitiram julgar o grau de concorrência e ainda deduzir sobre a vitalidade, estabilidade e produtividade de cada indivíduo, o que influencia na possibilidade de definição do melhor manejo a ser adotado com relação a *Tipuana tipu* no ambiente urbano. Da mesma forma, permitiu inferir sobre a qualidade econômica do espécime, conforme o manejo adotado, e o conseqüente potencial de uso do exemplar por inteiro ou das forçadas subtraídas. Igualmente, possibilitou, ainda, reconstruir o espaço ocupado pelos espécimes que possam ser subtraídos em cada um dos fragmentos estudados, em caso de manutenção do projeto arbóreo original.

REFERÊNCIAS

- ASSMANN, E. **The principles of forest yield study: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands**. Oxford: Pergamon Press, 506p. 1970.
- BOBROWSKI, R.; LIMA-NETO, E. M. de; BIONDI, D. Alterações na arquitetura típica de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 281-289. 2013.
- BRASIL. **Decreto Nº 3.607, de 21 de setembro de 2000**. Dispõe sobre a implementação da Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES, e dá outras providências. 2000.
- BRUN, F. G. K.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; FREITAG, A. S.; SCHUMACHER, M. V. Comportamento fenológico e efeito de poda em algumas espécies empregadas na arborização do bairro Canobi - Santa Maria, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 44-63, 2007.
- COSTA, E. A. **Influência de variáveis dendrométricas e morfométricas da copa no incremento periódico de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, Lages, SC**. 2011. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais. Santa Maria: CCR/UFSM, 2011.
- COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. Erros de medição de altura em florestas de *Eucalyptus* em região plana. **IPEF**, v. 39, p. 21-31, 1988.
- DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, p. 55-66. 1998.
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. A.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrela fissilis* Vellozo. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 79-89, 2004.
- FREITAS, A. G. DE; WICHERT, M. C. P. Comparação entre instrumentos tradicionais de medição de diâmetro e altura com o critério 400. **IPEF**, n. 188, 1998. 7p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências, número 1. Rio de Janeiro: IBGE, 271p. 2012.
- LONGHI, S. J. Fenologia de algumas espécies vegetais e ornamentais. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 14, n. 3/4, p. 231-240, 1984.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. DE; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384p. 2003.
- MARTINS, M. A. G.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfo-anatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae). **Revta brasil. Bot.**, v. 24, n. 1, p. 109-121, 2001.
- NETTO, M. P.; SILVA, R. S. DA. Ecosistemas urbanos: potencialidades da ecologia urbana no desenvolvimento de cidades sustentáveis. In: XI Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. **Anais...** Brasília, DF: SBEE. v. 9, 2011.
- ORELLANA, E.; KOEHLER, A. B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 229-237, 2008.
- PATIÑO-VALERA, F. **Variación genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com espaçamento**. 192 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba: ESALQ/USP, 1986.

PAULA-NETO, F. Tabelas volumétricas com e sem casca para *Eucalyptus saligna*. **Revista Árvore**, v. 1, n. 1, p. 51-54, 1977.

ROLLO, F. M. DE A. **Identificação de padrões de resposta à tomografia de impulso em tipuanas (*Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze)**. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 2009.

ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 473-480, 2009.

SEITZ, R. A. **A Poda de Árvores Urbanas**. Piracicaba: IPEF. Curso em Treinamento sobre Poda em Espécies Arbóreas Florestais e de Arborização Urbana, 1, Piracicaba, São Paulo, 27p. 1996.

SPURR, S. H. **Forest inventory**. New York: Ronald Press. 476p. 1952.

SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. P.; SILVA-FILHO, D. F.; COUTO, H. T. Z. Interceptação da chuva pelas copas das espécies de *Caesalpinia pluviosa* DC. (Sibipiruna) e *Tipuana tipu* O. Kuntze (Tipuana) em arborização urbana. **Scientia Florestalis**, v. 36, n. 8, p. 307-315, 2008.

SOARES, C. P. B.; PAULA-NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**, 1ª ed. Viçosa, MG. Editora UFV, p. 276p, 2006.

TONINI, H.; ARCO-VERDE M. F. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7, p. 633-638, 2005.

ZANATTA, P.; FORTES, F. DE O.; MOREIRA, M. L. Avaliação de índices morfométricos em indivíduos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em diferentes regiões. In: XV Encontro de Pós-Graduação UFPEL. **Anais do ...** Pelotas, 2013. Disponível em: <http://cti.ufpel.edu.br/cic/arquivos/2013/CA_00404.pdf>. Acesso em: 28 de maio 2014.

ZOBEL, B. Silvicultural effects on wood properties. **IPEF International**, v. 2, p. 31-38. 1992.