

# Avaliação do vigor das árvores urbanas através de parâmetros quantitativos

## *Evaluation of urban trees vigour using quantitative parameters*

Daniela Biondi  
Carlos Bruno Reissmann

---

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de parâmetros quantitativos para determinar o vigor das árvores urbanas na cidade de Curitiba - PR. As espécies estudadas foram: acer (*Acer negundo* L.) e ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart ex DC.) Standl). Foram selecionados locais com diferentes tipos de tráfego de veículos (intenso, médio, residencial e parque), condições de plantio (com área pavimentada, canteiro gramado e livre de obstáculos físicos) e padrões de árvores (superiores e inferiores). Os parâmetros quantitativos utilizados foram: diâmetro de copa, perímetro à altura do peito, peso de cem folhas, alongação do ramo, peso do ramo e área foliar. Constataram-se diferenças significativas entre os parâmetros quantitativos para o acer e o ipê, que podem ser usados como estimativas de vigor.

PALAVRAS-CHAVE: Arborização urbana, Vigor, Arboricultura, *Acer negundo*, *Tabebuia chrysotricha*.

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the use of quantitative parameters to determine the vigour of trees. The species studied were acer (*Acer negundo* L.) and ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart ex DC.) Standl). Locations with different traffic load intensity (high, medium, residential and municipal parks) and different planting conditions (paved and grass-bed areas) were chosen and the trees were classified as superior or inferior. The quantitative parameters measured were: crown diameter, perimeter at breast height, weight of 100 leaves, branch elongation and weight and leaf area. The differences among parameters were statistically significant, indicating that they can be used as an estimate of the vigour of urban trees.

KEYWORDS: Urban trees, Vigour, Arboriculture, *Acer negundo*, *Tabebuia chrysotricha*.

---



## INTRODUÇÃO

Os parâmetros utilizados para a avaliação das árvores urbanas são ainda bastante subjetivos. Na agricultura e na silvicultura, a avaliação do desempenho das árvores é determinada pelas suas respectivas produções, baseadas nos critérios referentes à qualidade e quantidade, de acordo com seus objetivos. Já na área urbana, os critérios utilizados transcendem esses valores qualitativos e quantitativos, porque o envolvimento com os valores estéticos são bem maiores e mais difíceis de quantificar, devido a fatores sentimentais e psicológicos. Atualmente, o monitoramento das árvores urbanas vem sendo realizado na observância e mensuração de variáveis que podem não estar informando o bom desempenho das árvores. Desta forma, é premente a busca de outros parâmetros práticos e precisos para facilitar a manutenção da arborização urbana.

O vigor é uma boa medida da performance de uma planta. Existem vários parâmetros que podem estimar o vigor, como: cor da folha, que varia de diversos tons de verde a outras cores, de acordo com a espécie e a estação do ano; tamanho das folhas e a densidade da copa, que variam com a espécie; crescimento do broto, o qual é um indicador quantitativo que varia com a espécie e a poda; mesmo assim, o tamanho do broto pode ser avaliado pela sua idade; a textura e o brilho da casca do tronco e galhos, que dependem da espécie e a coloração das raízes jovens (Harris, 1992). Gilbertson *et al.* (1985), pesquisando em áreas industriais, usaram o parâmetro crescimento anual do ramo para determinar o vigor das árvores. Hodge e Boswell (1993) utilizaram as variáveis: extensão anual do ramo, coloração das folhas, área foliar e densidade da copa. Good (1991) recomendou, além da densidade da copa, a presença de galhos mortos dentro da copa viva como indicador da saúde da árvore. Hodge (1993) utilizou, além destes parâ-

metros, a análise foliar. Berrang *et al.* (1985) afirmaram que a taxa de vigor em árvores urbanas é uma avaliação subjetiva da saúde da árvore, podendo ser empregada com a inclusão de números diferentes de variáveis, como: crescimento e seca de ramos, quantidade e severidade da clorose e crestamento nas folhas. Petersen e Eckstein (1988) utilizaram os indicadores biológicos da madeira para expressar a vitalidade das árvores urbanas, como: formação e anatomia da madeira e da raiz; anéis de crescimento; biomassa do tronco, folhas e raízes, e o balanço hídrico da árvore. Dyer e Mader (1986), para determinarem o padrão de crescimento do *Acer saccharum*, na cidade e na periferia, utilizaram como parâmetro o DAP e a área transversal da árvore. Segundo Harris (1992), as folhas, o tronco e os galhos são as principais partes de uma árvore que podem ajudar o observador a diferenciar uma árvore saudável de outra que sofreu algum distúrbio. Tronco e galhos podem apresentar baixo vigor quando apresentam poucas folhas, grande exudação e furos. A aparência da brotação, ramos ou galhos, no tronco principal podem indicar uma súbita mudança de condições ambientais, injúria estrutural, doenças ou podas excessivas e/ou incorretas. Os problemas com a poluição do ar são observados logo nas folhas, pois são as partes que mais apresentam os sintomas causados por este fator. Os sintomas são altamente variáveis, geralmente dependentes da espécie e do estágio de crescimento, do tipo e concentração dos poluentes, da extensão da exposição da umidade, luz, temperatura, vento e outros fatores Heart (1980). Smith e Brennan, (1984) apontaram, além dos sintomas visuais, distúrbios nos estômatos e alteração do crescimento em diâmetro das árvores. Cowling (1987) observou casos em que árvores submetidas à poluição mostraram um decréscimo no crescimento, sem apresentar ne-



nhum outro sintoma visível. Hudler e Beale (1981) associaram sintomas de declínio ( perda de vigor) do *Acer platanoides* com o envelhecimento de raízes, que tinha como consequência secas de ponteiro e folhas, descoloração das folhas, redução do crescimento das folhas, ramos, galhos e tronco.

O objetivo deste trabalho é investigar parâmetros quantitativos, como diâmetro de copa, perímetro à altura do peito, peso de cem folhas, peso dos ramos, alongação do ramo e área foliar, para avaliar o vigor das árvores urbanas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidos locais na cidade de Curitiba-PR com uniformidade de relevo, considerando uma declividade de até 1 %. A tipologia dos locais foi feita da seguinte forma:

- a) locais de tráfego intenso, considerados bastante poluídos - trechos da rua Marechal Floriano, no bairro do Parolim;
- b) locais de tráfego mediano, razoavelmente poluídos - trechos da rua Rocha Pombo, no bairro do Juvevê e trechos da rua Desembargador Westphalen e rua Ceará, no bairro do Parolim;
- c) locais estritamente residenciais, pouco poluídos - trechos da rua Carvalho Chaves, no bairro do Parolim e trechos das ruas Barão de Campos Gerais, Paraguassu, Mauá, no bairro do Juvevê;
- d) locais de parques, bosques e arboretos, pouco alterados pela urbanização e protegidos da poluição urbana - parque São Lourenço, arboreto da Embrapa (CNPq)-Colombo, arboreto da Escola Municipal Anísio Teixeira, Km 1 da estrada da Ribeira, no bairro de Atuba.

As condições de plantio também serviram para caracterizar o local, como:

- a) área pavimentada - quando a árvore estava crescendo circundada pela pavimentação com todo espaço em volta, impermeável;
- b) canteiro gramado - quando a árvore estava crescendo com alguma área livre de pavimentação, com gramado na superfície do solo;
- c) parque - quando a árvore estava crescendo livremente com a superfície do solo sem obstáculos físicos, com ou sem gramado.

Os plantios foram selecionados com pouca diferença de idade. Segundo informações da Prefeitura de Curitiba, as árvores de acer (*Acer negundo* L.), escolhidas para este trabalho, foram plantadas no período de 1977 a 1978, enquanto as árvores de ipê (*Tabebuia chrysotricha* Mart, ex DC.) foram plantadas no ano de 1980.

Além das árvores plantadas nas calçadas, foram selecionadas árvores plantadas em locais poucos alterados pela urbanização, como testemunha. Com relação a estas árvores, não há informação precisa da idade do plantio.

As árvores foram separadas, visualmente, por padrão superior - aquelas que apresentavam melhores condições sanitárias e estéticas para uso na arborização e padrão inferior - aquelas que apresentavam problemas de qualquer ordem tornando-as menos atrativas à arborização.

Para o acer, as árvores foram separadas em “com frutificação” e “sem frutificação”.

Os parâmetros de vigor quantitativos foram: diâmetro de copa (DCo), perímetro à altura do peito (PAP), peso de cem folhas (PCF), alongação dos ramos (ER), peso dos ramos (PR), área foliar (AF) e análise química de nutrientes.

A obtenção destes parâmetros foi feita da seguinte forma:

- a) DCo - medida feita com trena, sob a projeção da copa, em metros;
- b) PAP - medida feita com fita métrica, em centímetros;



- c) PCF - foram separadas 100 folhas (maduras, do meio dos galhos) de cada árvore e levadas para a estufa a 70 °C, para determinação do peso seco;
- d) ER - foram separados 5 galhos de cada árvore e medidos, com uma régua, o crescimento do broto no corrente ano;
- e) PR - depois de medidos os 5 galhos, foram cortados os 30 cm basais e levados para uma estufa a 70 °C, a fim de obter os pesos secos;
- f) AF - foram separadas 2 folhas de cada um dos cinco galhos coletados por árvore. Estas folhas foram acondicionadas em cartuchos de papel e borrifadas com álcool, para posterior determinação da área foliar, com planímetro eletrônico. Embora Evans (1972) considere necessário uma amostra de 6 a 8 folhas para estimar a área foliar total de uma árvore, para esta análise foram amostradas 10 folhas de cada árvore para estimar a área foliar média.

A coleta do material vegetal (folhas, galhos e frutos), para a medição dos parâmetros quantitativos e análise química, foi feita na posição do topo da copa da árvore. Inicialmente, havia sido tentado coletar material vegetal na posição média da copa sob exposição norte, indicada como a melhor posição de coleta (Biondi e Reissmann, 1992; Bellote, 1990 e Moreira *et al.*, 1983). Entretanto, foi impossível uniformizar a coleta, em função da orientação das ruas e interferências das casas e prédios. Com auxílio e autorização do Setor de Arborização Urbana da Prefeitura de Curitiba, foi possível coletar o material vegetal do topo da copa, parte da árvore menos sujeita ao sombreamento proveniente da estrutura urbana.

A coleta foi realizada na época do verão (janeiro de 1993), com material gerado na primavera e verão do ano anterior.

Foi impossível obter os mesmos padrões ou categorias de árvores das duas espécies estudadas nos locais selecionados.

O número de árvores de acer e ipê amostradas foram as seguintes:

- a) acer - 30 árvores de padrão superior, em área pavimentada; 17 árvores de padrão inferior, em área pavimentada; 31 árvores de padrão superior, em canteiro gramado; 15 árvores de padrão inferior, em canteiro gramado, 14 árvores de parque. Também foram diferenciadas as árvores frutificadas e não frutificadas;
- b) ipê - 30 árvores de padrão superior, em área pavimentada de local poluído; 15 árvores de padrão inferior, em área pavimentada de local poluído; 31 árvores, em área pavimentada de local residencial; 37 árvores, em canteiro gramado de local residencial; 13 árvores de parque.

Os dados foram submetidos à análise de variância, obedecendo a um esquema fatorial 2x2x2 no delineamento inteiramente ao acaso, com número variável de repetições por tratamento. As médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey. Para a análise das árvores de parque, de acer e ipê, utilizou-se o teste t segundo Freese (1967). O nível de significância utilizado em todas as análises foi de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Acer*

As médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores dos padrões superior e inferior de acer, frutificadas e não frutificadas, de área pavimentada e canteiro gramado são apresentadas na Tabela 1.

Na Tabela 1, os parâmetros de vigor quantitativos DCo (diâmetro de copa) e PAP (perímetro à altura do peito) foram os que diferenciaram as árvores superiores e inferiores. Do ponto de vista prático, o DCo e o PAP são os parâmetros mais acessíveis e de



Tabela 1

Comparação de médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores dos padrões superior (Sup.) e inferior (Inf.) de acer, frutificadas (Frut.) e não frutificadas (N.Frut.), de área pavimentada (Pav.) e canteiro gramado (C.G.).

*Means comparison of quantitative vigour parameters of trees in different conditions: superior pattern (Sup.), inferior pattern (Inf.), frutified (Frut.), not frutified (N. Frut.) growing on areas with paved surfaces and grass bed surfaces.*

	Parâmetros de Vigor Quantitativos					
	<i>Quantitative Vigour Parameters</i>					
	DCo(m)	PAP (cm)	PCF (g)	ER (cm)	PR (g)	AF (cm <sup>2</sup> )
Sup.	8,17 a	81,21 a	85,99 a	17,34 a	3,74 a	136,30 a
Inf.	7,24 b	68,50 b	76,58 a	15,13 a	3,44 a	125,61 a
Frut.	7,59 a	76,86 a	72,13 b	14,93 a	3,67 a	117,51 b
N.Frut.	8,02 a	76,67 a	90,18 a	17,71 a	3,61 a	143,21 a
Pav.	8,32 a	76,68 a	86,19 a	16,50 a	3,75 a	135,40 a
C.G.	7,37 b	74,82 a	79,19 a	16,62 a	3,53 a	129,69 a

Pares de valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

DCo - diâmetro de copa; PAP - perímetro altura do peito; PCF - peso de 100 folhas; ER - alongação do ramo; PR - peso do ramo; AF - área foliar.

*The means in the columns followed by the same letter do not differ significantly at the 5% level for the Tukey Test. (Dco - crown diameter; PAP - breast height perimeter; PCF - hundred leaf weight; ER - branch elongation; PR - branch weight; AF - leaf area.*

rápida obtenção para indicar o vigor das árvores urbanas.

Observa-se na Tabela 1 que os parâmetros de vigor quantitativos PCF (peso de cem folhas) e AF (área foliar) diferenciaram as árvores frutificadas das não frutificadas. A frutificação das árvores diminuiu apenas os valores de PCF e AF. Com relação a AF, Mc Clung e Lott citado por Smith, (1962), estudando o pessegueiro, constataram que o tamanho da folha era muito maior em árvores não frutificadas. Os resultados indicam que o estadió fenológico da árvore (frutificação) altera a avaliação dos parâmetros de vigor. Portanto, quando uma árvore está induzida a frutificar por longos períodos, provavelmente o vigor desta árvore será comprometido. Geralmente, as condições do ambiente urbano alteram a frequên-

cia e a quantidade de frutos na árvore. A iluminação, por exemplo, é um dos fatores que mais influencia a floração das árvores. Krug (1953) apontou, como causadora do florescimento contínuo, a iluminação dirigida às árvores urbanas. Thomas *et al.* (1973) afirmaram que o crescimento dos órgãos de reprodução das plantas é estimulado a iniciar ou a inibir, quando o fotoperíodo é estendido por meio da luz elétrica, mesmo numa baixa intensidade.

Ainda na Tabela 1, observa-se que o DCo foi o único parâmetro de vigor que apresentou diferença significativa entre as árvores de área pavimentada e canteiro gramado. É curioso que as árvores numa condição mais hostil, como a pavimentação apresentem maior tamanho de copa. No entanto, não se pode interpretar tal fato como casual. Embora não significati-



vos, e com exceção do ER (elongação dos ramos), todos os demais parâmetros apresentaram uma somatória positiva em favor da área pavimentada e negativa em favor das gramíneas. Por se tratar de um primeiro trabalho desta natureza na cidade de Curitiba, não se pode concluir em definitivo como sendo o canteiro gramado detrimental ao desenvolvimento das árvores, o que requer um estudo mais prolongado. Porém, existem registros na literatura, que dão suporte a esta possibilidade. Os resultados obtidos na Tabela 1 indicam que os tipos de coberturas da superfície do solo (pavimentada e canteiro gramado) implicam em diferenças nos parâmetros de vigor da árvore. Portanto, pelos resultados, o uso de gramíneas na superfície do solo pode ser mais prejudicial às árvores do que a pavimentação da área em volta das mesmas. O ambiente das árvores de canteiro gramado sofre constantes modificações, com incorporação de adubos orgânicos ou inorgânicos, revolvimento do solo, danos ao tronco com máquina de cortar grama, competição em umidade e nutrientes. Segundo Houston (1985) e Hunt *et al.* (1991), ervas e plantas herbáceas exercem uma forte competição sobre as árvores em termos de água, nutrientes e oxigênio e espaço físico (Messenger, 1976). Neste particular, o ambiente urbano com o predomínio de ações antrópicas não apresenta o ideal para o desenvolvimento das árvores. Não raro, na tentativa de minimizar estes efeitos a fertilização tem tido efeitos contrários beneficiando as ervas e prejudicando mais as árvores (Davies citado por Hunt *et al.* 1991; Gilbertson *et al.* 1985). De acordo com Nambiar e Sands (1993), e dependendo da espécie arbórea, idade e condições do solo, é prejudicial um tratamento silvicultural para eliminar a competição por ervas, que afetam as árvores de modo similar quando na deficiência de água e nutrientes. Helliwell (1986), constatou que a presença de outro tipo de vegetação junto à árvore é um

dos fatores que afeta o volume das raízes. Tendo seu volume radicial diminuído, poderá haver limitação na absorção de nutrientes e água. Helliwell (1983) constatou que na maioria das situações as raízes são totalmente dependentes da umidade estocada no volume de solo por elas ocupadas, enquanto que a umidade em maiores profundidades do solo não proporciona grandes benefícios às árvores. Partindo do conhecimento de que a estrutura e textura da maioria dos solos urbanos acham-se bastante alterados pela incorporação de materiais estranhos e destruição da seqüência de horizontes, a quebra de capilaridade e seus efeitos no regime hídrico seria outro tópico merecedor de estudos nesta área de investigação, dada a influência positiva que árvores sadias e de bom aspecto exercem sobre os habitantes das grandes cidades. Por outro lado, quando a área não pavimentada é desprovida de outra vegetação tem sido observado um outro fator negativo, representado pela compactação provocada pelo pisoteio dos pedestres. Craul (1985) concluiu que o solo urbano descoberto exibe uma pronunciada tendência para formar um encrostamento sobre a superfície ou a poucos centímetros de profundidade. A natureza hidrorrepelente de muitos solos urbanos é um fator que contribui para isto. Os resultados obtidos, especialmente referente às áreas pavimentadas conflitam com a maioria das recomendações indicadas pelos manuais de arborização (Cesp, s.d.; Grey e Deneke, 1978 e Wyman, 1972). Estes, porém não apresentam junto às recomendações, dados de mensurações dos impactos e efeitos da referida condição de plantio. É possível inferir para a presente situação, que nas áreas pavimentadas, embora a superfície receptora de água seja mínima em relação ao canteiro gramado, a menor perda por evaporação proporciona maior retenção de água no solo e beneficia mais a árvore. Este é outro aspecto merecedor de estudos futuros para sua comprovação.



Tabela 2

Comparação de médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de acer de parque com árvores de área pavimentada (Pav.) e canteiro gramado (C.G.).  
*Means comparison of quantitative vigour parameters of Acer trees growing in city parks with paved surface areas (Pav.) and with grass bed (C.C.) surfaces.*

	Parâmetros de Vigor Quantitativos			
	<i>Quantitative vigour parameters</i>			
	PCF (g)	ER (cm)	PR (g)	AF (cm <sup>2</sup> )
Parque.	133,10 a	15,64 a	2,93	300,55 a
Pav.	92,55 b	17,81 a	3,85	144,57 b
Parque	133,10 a	15,64 a	2,93	300,55 a
C. G.	79,57 b	16,87 a	3,64	122,56 b

Pares de valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%.

PCF - peso de 100 folhas; ER - alongação do ramo; PR - peso do ramo; AF - área foliar.

*Mean values in the columns followed by the same letter do not differ significantly by the t Test at the 5% level.*

*PCF - hundred leaf weight; ER - branch elongation; PR - branch weight; AF - leaf area.*

Na Tabela 2, são apresentadas as médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de acer de parque comparadas com aquelas de área pavimentada e canteiro gramado. Os parâmetros que significativamente evidenciaram a diferença de local foram PCF, PR e AF. As árvores de parque apresentaram maior média para os parâmetros PCF e AF, indicando que este ambiente com sua fertilidade natural, bem como a seqüência natural de seus horizontes sem a presença de obstáculos físicos comuns nas áreas citadinas, favorece uma melhor formação de biomassa tanto da parte aérea quanto da radicial, implicando num melhor aproveitamento de nutrientes (Clarkson, 1985). Foi observado, durante os levantamentos nas áreas citadinas, que as raízes do acer se concentravam em determinadas porções do solo que ofereciam menor resistência e se

infiltravam entre as fendas das porções compactadas.

Com relação aos parâmetros PR (peso dos ramos) existe o fator luz que pode influenciar grandemente no peso dos ramos. Comparando os dois locais, as árvores do ambiente urbano passam por um período maior de exposição à luz do que as árvores de parque. No ambiente urbano, há a complementação da luz solar pela luz artificial das ruas. Isto provavelmente altera a intensidade e qualidade da luz para as árvores. Kozłowski (1971) afirmou que o crescimento dos ramos das árvores é afetado pela intensidade, duração e exposição de luz ou fotoperiodismo e, ainda, pela qualidade ou comprimento de onda. Sob um ambiente natural, o crescimento do ramo é muito mais influenciado pela intensidade e o fotoperiodismo do que pela qualidade de luz. O acer provém de regiões do hemisfério norte, cujo crescimento intenso se processa na primavera e verão, sob dias longos. Isto talvez explique porque as diferenças na alongação do ramo não foram significativas. Já no caso do PR, existe a contribuição do aumento do peso em função do engrossamento do ramo. Tal fato pode ser atribuído a maior atividade cambial influenciada pela luz complementar da iluminação noturna, como constado por Warening e Roberts (1956), em outras espécies, quando em estação de dias curtos recebiam iluminação complementar.

## IPÊ

As médias dos parâmetros de vigor quantitativos das diferentes categorias de árvores e condições de plantio de ipê são apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Observa-se na Tabela 3 que, apenas o PAP e o PR foram significativamente diferentes entre as 3 categorias de árvores. O PAP foi distinto em cada categoria com maior média para as



árvores de área pavimentada em local residencial, e a menor média foi para as árvores superiores de área pavimentada em local poluído. O valor médio de PR das árvores de canteiro gramado em local residencial foi semelhante ao das árvores superiores de área pavimentada em local poluído, sendo que estas categorias de árvores apresentaram menor PR do que as de local residencial.

A complexidade das várias inter-relações possíveis na área urbana impede uma eluci-

dação clara para todos os resultados. No entanto, observa-se uma coerência no que se refere à igualdade de comportamento entre DCo e ER nas três condições de plantio.

Estes resultados indicam que a área pavimentada em locais residenciais proporciona melhores condições para o desenvolvimento das árvores em perímetro a altura do peito (PAP) e para o peso dos ramos (PR).

Observa-se na Tabela 4 que houve diferenças entre as árvores superiores e inferiores

Tabela 3

Comparação de médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de ipê de área pavimentada (P.Res.) e canteiro gramado (C.G.R.) em local residencial e de área pavimentada em local poluído (P.Pol.).

*Means comparison of quantitative vigour parameters of Ipê trees growing on areas with paved surface (P. Res.) and with grass bed surface (C. G. R.) in residential quarter and in polluted localities with paved surface areas (P.Pol.).*

	Parâmetros de Vigor Quantitativos					
	<i>Quantitative vigour parameters</i>					
	Dco(m)	PAP (cm)	PCF (g)	ER (cm)	PR (g)	AF (cm <sup>2</sup> )
P. Res.	3,94 a	34,98 a	48,31 a	15,89 a	2,83	58,87 a
C. G. R.	3,76 a	31,97 b	47,06 a	19,10 a	2,60	56,33 a
P.Pol.	3,88 a	27,85 c	46,64 a	17,03 a	2,60	60,32 a

Valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Dco - diâmetro de copa; PAP - perímetro altura do peito; PCF - peso de 100 folhas; ER - elongação do ramo; PR - peso do ramo; AF - área foliar.

*Mean values in the columns followed by the same letter do not differ significantly by the t Test at the 5% level.*

*Dco - crown diameter; PAP - breast heigth perimeter; PCF - hundert leafweight; ER - branch elongation; PR - branch weight; AF - leaf area.*

com relação aos parâmetros DCo, PAP e ER. Do ponto de vista prático, os dois primeiros parecem ser parâmetros de vigor bons e acessíveis; já o ER das árvores inferiores foi maior do que o das árvores superiores, podendo ser uma conseqüência de poda ou estar associado à densidade da copa, já que mais de 50% destas árvores inferiores apresentaram copa

mais rala, o que favorece uma maior exposição à luz.

A comparação das médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de ipê de parque com as de área pavimentada e canteiro gramado, em local residencial, e árvores de padrão superior de área pavimentada poluída são apresentadas na Tabela 5.



Tabela 4

Comparação de médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de padrão (superior e inferior) de ipê de área pavimentada em local poluído.

*Means comparisons of quantitative vigour parameters of two categories of Ipê trees (superior and inferior) in polluted with paved surfaces.*

Parâmetros de Vigor Quantitativos					
<i>Quantitative vigour parameters</i>					
DCo	PAP	PCF	ER	PR	AF
(m)	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm <sup>2</sup> )
Superior	3,88 a	27,85 a	46,64 a	17,03 a	2,60 a 60,32 a
Inferior	3,07 b	22,80 b	49,33 a	22,13 a	2,50 a 55,29 a

Valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Dco - diâmetro de copa; PAP - perímetro altura do peito; PCF - peso de 100 folhas; ER - alongação do ramo; PR - peso do ramo; AF - área foliar.

*Mean values in the columns followed by the same letter do not differ significantly by the t Test at the 5% level.*

*Dco - crown diameter; PAP - breast height perimeter; PCF - hundred leaf weight; ER - branch elongation; PR - branch weight; AF - leaf area.*

A comparação de médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de ipê de parque com as de área pavimentada e canteiro gramado em local residencial e árvores superiores de área pavimentada poluída são apresentadas na Tabela 5.

Os resultados mostram que os parâmetros PCF e AF foram os indicadores da diferença de um ambiente alterado com outro menos alterado pela urbanização. Como todos os parâmetros indicam o vigor das árvores, não se pode afirmar que o melhor ambiente para maior desempenho das árvores de ipê é o do parque, baseado apenas no PCF e a AF. Com base neste fato, pode-se dizer que as árvores de parque, por apresentarem maior PCF e AF, pro-

Tabela 5

Médias dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de ipê de parque comparadas com árvores de área pavimentada (P.Res.); canteiro gramado (C.G.R.) em local residencial e de área pavimentada em local poluído (P.Pol.).

*Quantitative parameter means of Ipê trees growing in city parks compared to Ipê trees in residential quarter with paved surface (P.Res.), grass bed surface (C. G. R.) and polluted areas with paved surface areas (P.Pol.).*

Parâmetros de Vigor Quantitativos				
<i>Quantitative vigour parameters</i>				
	PCF(g)	ER(cm)	PR(g)	AF(cm <sup>2</sup> )
Parque	79,92 a	18,0 a	72,61 a	129,93 a
P. Res.	48,31b	15,8 a	92,83 a	58,87 b
Parque	79,92 a	18,07 a	2,61 a	129,93 a
C. G. R.	47,06 b	19,10 a	2,60 a	56,33 b
Parque	79,92 a	18,0 a	72,61 a	129,93 a
P.Pol.	46,64 b	17,03 a	2,60 a	60,32 b

Pares de valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste T ao nível de 5%.

PCF - peso de 100 folhas; ER - alongação do ramo; PR - peso do ramo; AF - área foliar.

*Mean values in the columns followed by the same letter do not differ significantly by the t Test at the 5% level.*

*PCF - hundred leaf weight; ER - branch elongation; PR - branch weight; AF - leaf area.*

duzem mais sombra do que as árvores urbanas, que é uma característica desejável. Neste sentido, e considerando as árvores “das ruas” por excelência, vários são os fatores que contribuem para a redução da área foliar. No presente caso, é possível que a causa esteja mais relacionada ao regime hídrico e suas consequências na nutrição. Conforme já inferido para o caso do acer, a natureza e constituição diversa do solo urbano (Biondi e Reissmann, 1993), pode muito bem dificultar o acesso e a movimentação da água para as raízes. Foi constatado que geralmente as árvores sujeitas ao stresse hídrico têm sua área foliar re-



duzida. No presente caso, esta redução foi superior a 100%. No mesmo sentido, Krizek e Dubik (1987), estudando o desenvolvimento radicial de árvores urbanas concluíram que o estresse hídrico representa um dos problemas mais sérios para o desenvolvimento das árvores urbanas. Dada a natureza pioneira do trabalho na cidade de Curitiba, estas questões são levantadas como sugestões para trabalhos a serem conduzidos nesta direção.

## CONCLUSÕES

Na análise dos parâmetros de vigor quantitativos das árvores de acer, o diâmetro de copa foi aquele que indicou diferenças entre padrões de árvores (superior e inferior) e as condições de plantio (pavimentado e com canteiro gramado). O peso de cem folhas e a área foliar indicaram diferenças entre as árvores frutificadas e não frutificadas. Sendo assim, as árvores de acer podem ter seu vigor avaliado pelo diâmetro de copa, se forem consideradas as condições de plantio das árvores no meio urbano.

Para o ipê, os parâmetros diâmetro de copa, perímetro à altura do peito e alongação

dos ramos indicaram diferenças entre os padrões de árvores (superior e inferior). O perímetro à altura do peito indicou diferenças entre as condições de plantio. Neste caso, o parâmetro utilizado para indicar o vigor das árvores de ipê no meio urbano é o perímetro à altura do peito quando forem consideradas as diferentes condições de plantio. O parâmetro diâmetro de copa pode ser utilizado quando não se especificam as condições de plantio. Para fins práticos, estes dois parâmetros (diâmetro de copa e perímetro à altura do peito) são relativamente fáceis de se obter e não devem ser utilizados isoladamente dos parâmetros qualitativos (forma e densidade da copa, coloração das folhas, danos físicos ao tronco, presença de pragas e doenças na árvore) já que o vigor da arborização urbana é também caracterizada pela expressão estética das árvores.

Finalmente, recomenda-se que mais estudos sejam realizados com outras espécies da arborização urbana para que se tenha tanto um parâmetro de vigor que possa ser utilizado genericamente ou um específico para cada espécie, tendo em vista que os parâmetros quantitativos refletem condições complexas da fisiologia das árvores.

---

## AUTORES / AUTHORS

DANIELA BIONDI - Engenheira Florestal, Dra. Professora Adjunto junto ao Departamento de Silvicultura e Manejo da UFPR - Universidade Federal do Paraná.

CARLOS BRUNO REISSMANN - Engenheiro Florestal, Dr. Professor Adjunto junto ao Departamento de Solos da UFPR - Universidade Federal do Paraná. Rua Bom Jesus, 650 - CEP 80035-010, Curitiba, PR.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLOTE, A.F.J. *Nährelementversorgung und Wuchsleistung von gedüngten Eucalyptus grandis - Plantagen im Cerrado von São Paulo (Brasilien)*. Freiburg, 1990. 159p. Tese (doutorado) Bodenkundliche Abhandlungen, Freiburg Heft 26.
- BERRANG, P.; KARNOSKY, D.F.; STANTON, B.J. Environmental factors affecting tree health in New York city. *Journal of arboriculture*, v.11, n.6, p.185-189, 1985.
- BIONDI, D.; REISSMANN, C.B. Estudo de amostragem para a análise química foliar do dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hill) na arborização urbana. *Revista do Instituto Florestal*, v.4, parte 2 (Edição especial), p.601-604, 1992.
- BIONDI, D. ; REISSMANN, C.B. Considerações importantes sobre o solo urbano e sua influência no vigor das árvores. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7.; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba, 1993. *Anais*. Curitiba: SBS-SBEF, 1993. p.29-31.
- CESP - COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. *Guia de arborização*. 3.ed. s.d. 33p. (Coleção Ecossistemas terrestres, 006).
- CLARKSON, D.T. Factors affecting mineral nutrient acquisition by plants. *Annual review of plant physiology*, v.36, p.77-115, 1985.
- COWLING, E.B. Pollutants in the air and acids in the rain. *Journal of arboriculture*, v.13, n.3, p.70-77, 1987.
- CRAUL, P.J. A description of urban soils and their desired characteristics. *Journal of arboriculture*, v.11, n.11, p.330-339, 1985.
- DYER, S.M.; MADER, D.L. Declined urban sugar maples: growth patterns, nutritional status and site factors. *Journal of arboriculture*, v.12, n.1, p.6-13, 1986.
- EVANS, G.C. *The quantitative analysis of plant growth*. Berkeley: University of California Press, 1972. 734p.
- FRESE, F. *Elementary statistical methods for foresters*. Washington: USDA. Forest Service, 1967. 87p. (Agriculture Handbook, n. 317).
- GILBERTSON, P.; KENDLE, A.D.; BRADSHAW, A.D. Root growth and problems of trees in urban and industrial areas. In: PATCH, D. *Advances in practical arboriculture*. London: HMSO, 1985. p.59-66. (Bulletin Forestry Commission, n. 65).
- GOOD, J.E.G. Air pollution and tree health in relation to arboriculture. In: HODGE, S.J. (Ed.) *Research for practical arboriculture*. London: HMSO, 1991. p.107-119. (Bulletin Forest Commission, n. 97).
- GREY, G.M.; DENEKE, F.J. 1978. *Urban forestry*. New York: J. Wiley, 1978. 279p.
- HARRIS, R.W. *Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines*. 2.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. 674p.
- HEART, R.L. Initial events in injury to plants by air pollutants. *Annual review of plant physiology*, v.31, p.395-490, 1980.
- HELLIWELL, D.R. The growth and changes in soil moisture: 1- effects of changing water levels in the soil. *Journal of arboriculture*, v.7, n.2, p.93-100, 1983.
- HELLIWELL, D.R. The extent of tree roots. *Journal of arboriculture*, v.10, p.341-347, 1986.
- HODGE, S.J. The effect of stem nutrient injection and compressed air soil injection on the performance of established amenity trees. *Journal of arboriculture*, v.17, n.3, p.287-300, 1993.
- HODGE, S.J.; BOSWELL, R. A study of the relationship between site conditions and urban tree growth. *Journal of arboriculture*, v.19, n.6, p.358-366, 1993.
- HOUSTON, D.R. Dieback and declines of urban trees. *Journal of arboriculture*, v.11, n.3, p. 65-69, 1985.
- HUDLER, G.W.; BEALE, M.A. Anatomical features of girdling root injury. *Journal of arboriculture*, v.7, n.2, p.29-32, 1981.
- HUNT, B.; WALMSLEY, T.J.; BRADSHAW, A.D. Importance of physical conditions for urban tree growth . In: HODGE, S.J. (Ed.). *Research for practical arboriculture*. London: HMSO, 1991. p.51-62. (Bulletin Forest Commission, n. 97).
- KOZLOWSKY, T.T. *Growth and development of trees: seed germination, ontogeny, and shoot growth*. New York: Academic Press, 1971. 443p.
- KRIZEK, D.T.; DUBIK, S.P. Influence of water stress and restricted root volume on growth and development of urban trees. *Journal of arboriculture*, v.13, n.2, p.47-55, 1987.
- KRUG, H.P. *Problemas de ajardinamento e arborização públicas*. São Paulo: Serviço Florestal, 1953. 32p.
- MESSINGER, A.S. Root competition: grass effects on trees. *Journal of arboriculture*, v.2, p.228-230, 1976.
- MOREIRA, C.S.; MALAVOLTA, E.; RODRIGEZ, O.; SANCHES, A.C.; KOO, J.R.C. *Nutrição mineral e adubação: citrus*. São Paulo: Instituto da Potassa, 1983. 122p.
- NAMBIAR, E.K.S.; SANDS, R. Competition water and nutrients in forest. *Canadian journal of forest research*, v.23, n.10, p.1955-1968, 1993.



PETERSEN, A; ECKSTEIN, D. Roadside trees in Hamburg: their present situation of environmental stress on their future change for recovery. *Journal of arboriculture*, v.12, p.109-117, 1988.

THOMAS, M.; RANSON, S.L.; RICHARDSON, J.A. *Plant physiology*, 5.ed. London: Longman, 1973. 1062p.

SMITH, E.M. Mineral analysis of plant tissue. *Annual review of plant physiology*, v.13, p.81-108, 1962.

SMITH, G.C.; BRENNAN, E.G. Response of honeylocust cultivars to air pollution stress in an urban environment. *Journal of arboriculture*, v.10, n.11, p.289-293, 1984.

WARENING., P.F.; ROBERTS, D.L. Photoperiodic control of cambial activity in *Robinia pseudoacacia*. *New phytologist*, v.55, p.356-366, 1956.

WYMAN, D. *Parks, malls, roadsides: public area plantings, landscape for living*. Washington: USDA. Forest Service, 1972. (Yearbook of agriculture).