

## O PORTE DAS ÁRVORES E O EFEITO MICROCLIMÁTICO - UMA CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS

Angeline Martini (\*), Daniela Biondi, Antonio Carlos Batista

\* Universidade Federal do Paraná, martini.angeline@gmail.com

### RESUMO

O planejamento e a gestão adequada de uma cidade são essenciais para obtenção de resultados efetivos na solução dos problemas urbanos, sejam estes ambientais, sociais ou econômicos. Um dos mais significativos impactos que o ambiente urbano vem sofrendo nos últimos anos são as alterações climáticas, sendo necessário o desenvolvimento imediato de soluções para mitigar este problema. Considerando-se que a gestão da arborização urbana é um das ferramentas mais eficientes para amenizar os problemas climáticos nas cidades, esta pesquisa teve como objetivo analisar o benefício microclimático proporcionado por espécies de diferentes portes, frequentemente utilizadas na arborização de ruas. Para isto foram selecionadas as seguintes espécies: *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo) - médio porte; *Lagerstroemia indica* (extremosa) - pequeno porte; *Libidibia ferrea* var. *leiostachya* (pau-ferro) - grande porte. A influência destas árvores no microclima foi avaliada a partir de um levantamento meteorológico expedito. Para isto, foi estabelecido um transecto de 50 metros no entorno de cada árvore, a partir da qual foram monitoradas as condições meteorológicas, utilizando-se duas mini-estações da marca Kestrel®, modelo 4200, que coletaram dados simultaneamente a cada minuto. Uma mini-estação permaneceu sob cuidados de um pesquisador embaixo da árvore e outra foi utilizada no transecto móvel, percorrido a pé por outro pesquisador. As variáveis meteorológicas utilizadas foram: temperatura (°C) e umidade relativa do ar. Os resultados mostram que a diferença média de temperatura registrada entre o equipamento sob a sombra das árvores e o transecto móvel foi de 1,2 °C, sendo os menores valores encontrados sob a sombra. Para a umidade relativa, a diferença foi de 3,2%, com os maiores valores registrados na sombra. A maior diferença de temperatura foi encontrada com ipê-amarelo-miúdo (1,6 °C) e a menor com extremosa (1,1 °C). Houve diferença estatística significativa entre as espécies apenas para a variável umidade relativa, sendo a maior diferença observada com extremosa (4,2%) e a menor com ipê-amarelo-miúdo (1,8%). Portanto, pode-se inferir que há diferença entre o uso de espécies de grande, médio e pequeno porte na arborização urbana para proporcionar um microclima com maior umidade relativa. Pode-se concluir que, para melhorar o microclima de uma cidade, o plantio de árvores nas ruas é uma excelente opção, sendo que para a diminuição da temperatura, o porte das espécies plantadas é irrelevante. Já para o aumento da umidade relativa, a escolha de uma espécie de pequeno porte, mostrou-se uma opção mais vantajosa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arborização urbana, microclima urbano, temperatura, umidade relativa.

### INTRODUÇÃO

A crescente e nítida intensidade dos problemas urbanos, seja nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, aliada à precariedade do planejamento por parte do poder público faz com que a qualidade de vida seja um objetivo a ser conquistado por todos (CARNEIRO; CARVALHO, 2013). No entanto, é através da gestão adequada de uma cidade que se alcança efetivamente esses resultados. Entende-se por gestão urbana o gerenciamento do espaço de forma sustentável, relacionando o conjunto de recursos e instrumentos da administração aplicados na cidade em busca da qualidade de infraestrutura e serviços urbanos, de modo a propiciar melhores condições de vida (LOURO E MENEZES, 2012).

Cada vez mais se torna fundamental que o planejamento urbano seja plenamente desenvolvido por parte dos órgãos públicos, levando-se em consideração a sustentabilidade do espaço (CARNEIRO; CARVALHO, 2013), na busca por solucionar os problemas existentes. As alterações climáticas estão entre os impactos mais significativos do ambiente urbano. É possível perceber nas cidades que as áreas densamente construídas apresentam temperaturas mais elevadas quando comparadas com seu entorno, criando “ilhas de calor urbano” (LEAL, 2012).

Muitos trabalhos indicam o uso da vegetação como fator amenizador dos problemas climáticos ocorrentes nas cidades. Leal (2012) afirma que o planejamento das florestas urbanas, contemplando a criação de parques, bosques e arborização de ruas, são as medidas mais eficientes para promover mudanças, principalmente no microclima urbano. Deste modo, planejar adequadamente a arborização urbana é fundamental para evitar inúmeros problemas ambientais e mitigar os já existentes.

Os aspectos referentes à arborização passaram a fazer parte do planejamento das cidades de forma intensa apenas no final do século XIX (MELO et al., 2007). Atualmente é visível preocupação dos grandes centros urbanos, especialmente das capitais, com o planejamento da arborização (Viezzer et al., 2014). No entanto, segundo as mesmas autoras, este fato é uma realidade que ainda se encontra distante das cidades menores, que também sofrem com os problemas da crescente urbanização.

A existência de vegetação nas cidades é essencial para a estrutura e dinâmica da paisagem urbana, pois devido suas características, melhora a qualidade de vida da população e a condição ambiental das cidades (LIMA NETO, 2011). Embora sofra com a artificialidade antrópica, a arborização urbana não deixa de desempenhar seu importante papel para as cidades. Seja nas áreas verdes ou na arborização de ruas, a vegetação oferece inúmeros benefícios nos aspectos ecológicos, estéticos e sociais, contribuindo para o conforto ambiental (BIONDI, 2008).

Visando contribuir com a gestão da arborização urbana, esta pesquisa teve como objetivo analisar o benefício microclimático proporcionado por espécies de diferentes portes frequentemente utilizadas na arborização de ruas, possibilitando indicar a opção mais adequada quando se pretende minimizar os problemas climáticos de uma cidade.

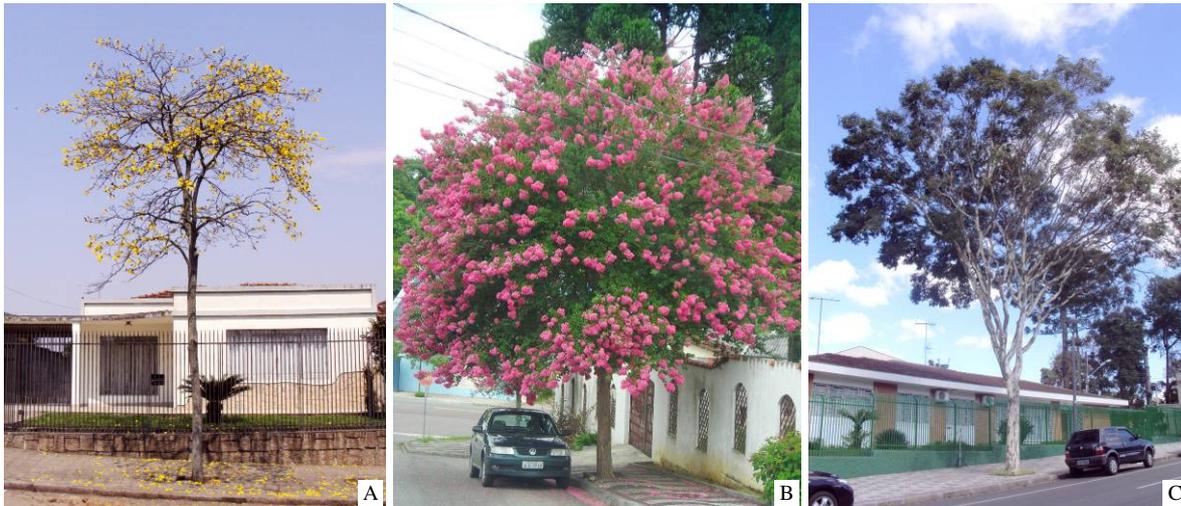
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada na cidade de Curitiba, capital do estado do Paraná, localizada no sul do Brasil, a 934,6 m de altitude média. As coordenadas geográficas centrais da cidade são: latitude 25°25'40"S e longitude 49°16'23"W. Segundo a classificação de Köppen, a cidade está localizada na região climática do tipo Cfb, subtropical úmido, mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas frequentes e ocasionais precipitação de neve (IPPUC, 2011).

As espécies selecionadas para a avaliação do benefício microclimático foram: *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos, popularmente conhecida como ipê-amarelo-miúdo, espécie de médio porte da família Bignoniaceae; *Lagerstroemia indica* L., popularmente conhecida como extremosa, espécie de pequeno porte da família Lythraceae; e *Libidibia ferrea* var. *leiostachya* (Benth.) L.P. Queiroz., popularmente conhecida como pau-ferro, espécie de grande porte da família Fabaceae (Figura 1).

Ipê-amarelo-miúdo é uma espécie nativa da região de Curitiba que pode variar de 4 a 10 metros de altura (LORENZI, 2008). Ocorre na vegetação secundária das encostas da Floresta Atlântica, desde o estado da Paraíba até Santa Catarina (BACKES; IRGANG, 2004). Segundo estes mesmos autores, a espécie é bastante cultivada em cidades, especialmente em pequenos espaços, como calçadas e canteiros, onde entre seus atrativos estão as mudanças visuais verificadas durante todo o ano.

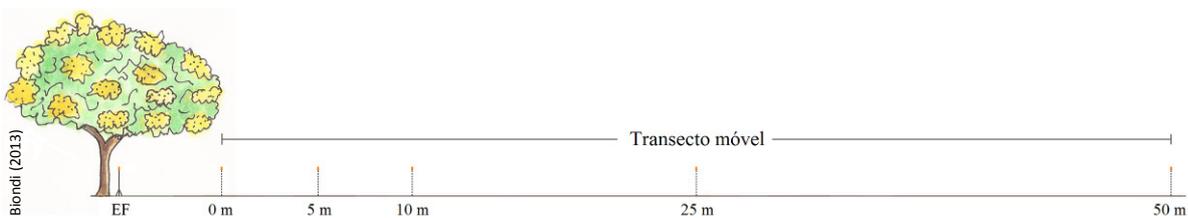
Segundo Lorenzi et al. (2003), a extremosa é uma espécie caducifólia originária da Índia que pode variar de 3 a 5 metros de altura. Apresenta tronco ereto, copa aberta e intensa floração, motivo principal para a espécie ser amplamente utilizada como ornamental. É uma planta muito rústica e de bom crescimento, podendo ser cultivada em todas as regiões subtropicais do país, sendo que nas cidades do sul é a principal espécie da arborização urbana.



**Figura 1: Espécies selecionadas para a avaliação do benefício microclimático. A) ipê-amarelo; B) extremosa; C) pau-ferro. Fonte: Os autores do trabalho.**

O Pau-ferro é uma espécie nativa da Mata Atlântica que pode atingir até 35 metros de altura (BACKES; IRGANG, 2004). Segundo os mesmos autores esta espécie apresenta ótimas características ornamentais, devido principalmente as características do seu tronco, liso, cinzento e com malhas claras. Proporciona também boa sombra, o que faz desta espécie ser cultivada nas praças, parques e ruas de todo o país.

A influência destas árvores no microclima foi avaliada a partir de um levantamento meteorológico expedito, conforme metodologia adaptada de Leal et al. (2011). Para isto, foi estabelecido um transecto de 50 metros no entorno de cada árvore, sendo que a coleta das variáveis meteorológicas foi realizada separadamente para cada espécie. Para o monitoramento meteorológico foram utilizadas duas mini-estações da marca Kestrel®, modelo 4200, mantidas a uma altura de 1,50 m. Uma mini-estação permaneceu sob cuidados de um pesquisador embaixo da árvore (distante 0,5 m do tronco) e outra foi utilizada no transecto móvel, percorrido a pé por outro pesquisador, repetido três vezes. No transecto móvel os dados foram coletados nas seguintes distâncias: 0 m (na borda da copa), 5 m, 10 m, 25 m e 50 m (Figura 2).



**Figura 2: Ilustração da metodologia aplicada, com um equipamento fixo (EF) e as distâncias onde foram coletados os dados do transecto móvel. Fonte: Os autores do trabalho.**

Os dados meteorológicos foram coletados simultaneamente entre os equipamentos, uma vez que foram programados para coleta de informações a cada minuto. A coleta de dados foi realizada no dia 14 de março de 2014, data caracterizada como de céu com poucas nuvens entre 12 h e 13h30. As variáveis meteorológicas utilizadas foram: temperatura (°C) e umidade relativa do ar. As médias dos dados meteorológicos obtidos embaixo da árvore e no transecto móvel foram analisadas e as diferenças foram comparadas estatisticamente pelo teste “t” a 95% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que a diferença média de temperatura registrada entre o equipamento utilizado nos transectos móveis e o que permaneceu embaixo das copas das árvores foi de 1,2 °C, sendo os menores valores encontrados na sombra das árvores. Para a umidade relativa a diferença foi de 3,2% com os maiores valores registrados no equipamento que permaneceu embaixo das copas das árvores.

Não houve diferença estatística significativa entre as espécies para a variável temperatura. Para a umidade relativa houve diferença entre as espécies. Foi possível constatar também que à medida que se distancia da árvore, a diferença de temperatura aumenta e da umidade relativa diminui (Tabela 1).

**Tabela 1. Diferenças de temperatura e umidade relativa para cada espécie e comparação estatística das médias (SNK).**

DIST.	Pau-ferro			Ipê-amarelo-miúdo			Extremosa		
	TRANS. MÓVEL	EMB. ÁRVORE	DIF.	TRANS. MÓVEL	EMB. ÁRVORE	DIF.	TRANS. MÓVEL	EMB. ÁRVORE	DIF.
Temperatura (°C)									
0	25,9	25,6	0,3	28,7	27,8	0,9	27,4	27,3	0,0
5	26,6	25,8	0,8	29,1	27,8	1,3	28,0	27,0	1,0
10	27,6	25,9	1,7	29,5	27,6	1,9	28,1	26,8	1,3
25	28,0	26,2	1,8	29,4	27,4	2,0	28,1	26,4	1,7
50	28,8	26,0	2,7	29,5	27,6	1,8	28,1	26,4	1,7
Média	27,4	25,9	<b>1,5 a</b>	29,2	27,6	<b>1,6 a</b>	27,9	26,8	<b>1,1 a</b>
Umidade Relativa (%)									
0	55,8	59,4	3,6	51,3	53,9	2,6	54,2	58,2	4,0
5	56,2	59,6	3,4	51,4	53,9	2,5	54,6	58,1	3,4
10	56,5	59,8	3,2	51,4	53,6	2,3	54,2	58,4	4,1
25	57,1	60,0	3,0	51,8	53,2	1,4	53,7	58,3	4,6
50	57,0	59,4	2,4	53,2	53,5	0,3	53,6	58,3	4,7
Média	56,5	59,6	<b>3,1ab</b>	51,8	53,6	<b>1,8 b</b>	54,1	58,2	<b>4,2 a</b>

Nota: Médias seguidas pela mesma letra para cada variável não diferem entre si pelo teste SNK a 99% significância

As diferenças encontradas entre os valores de temperatura registrados debaixo da copa e no transecto móvel foram semelhantes entre as espécies. A maior diferença foi encontrada com ipê-amarelo-miúdo (1,6 °C) e a menor com extremosa (1,1 °C), sendo que as médias encontradas não diferem estatisticamente, o que permite inferir que não há diferença entre o uso de espécies de grande, médio ou pequeno porte na arborização de ruas para proporcionar um microclima com menores temperaturas.

Deste modo, independente do porte da árvore, verifica-se que a vegetação proporciona uma melhoria significativa no microclima urbano. Segundo Velasco (2007) isto ocorre porque a vegetação propicia resfriamento passivo nas áreas construídas por meio do sombreamento, que reduz a conversão da energia radiante em calor sensível, e consequentemente reduz as temperaturas da superfície dos objetos sombreados. Além disso, há a evapotranspiração na superfície da folha, que resfria a folha e o ar adjacente devido à troca de calor latente.

Para a variável umidade relativa do ar, verificou-se que a diferença observada entre os valores registrados debaixo da copa e no transecto móvel, variaram conforme a espécie. A maior diferença observada foi com extremosa (4,2%) e a menor com ipê-amarelo-miúdo (1,8%). Portanto, pode-se inferir que há diferença entre o uso de espécies de grande, médio e pequeno porte na arborização urbana para proporcionar um microclima com maior umidade relativa.

Extremosa é uma espécie de pequeno porte e, portanto a copa desta árvore encontra-se mais próxima ao solo do que as demais. Além disso, a copa apresenta intenso esgalhamento e consequentemente maior quantidade de folhas, motivo pelo qual a influência observada na umidade relativa do ar pode ter sido mais acentuada. Esta altura adotada para a coleta dos dados é a recomendação padrão adotada internacionalmente quando se faz esse tipo de monitoramento meteorológico. No entanto, vale ressaltar também que coincide com a área de influência das atividades humanas. Desta forma, para o trânsito de pedestres nas calçadas o plantio de extremosa, árvore de pequeno porte, pode proporcionar um microclima mais úmido do que árvores de maior porte. A menor diferença encontrada foi para o ipê-amarelo-miúdo, espécie de médio porte. Este resultado não indica relação com o porte da árvore, mas sim com a densidade de copa. Esta espécie apresenta uma copa rala e com poucas folhas, bem diferente da característica das demais. Por esse motivo não proporciona grande influência no aumento da umidade relativa.

Esse aumento da umidade relativa próximo a locais com vegetação deve-se ao processos fisiológicos desempenhados pelas árvores. Segundo Silva Filho et al. (2005) as árvores funcionam como bombas de água auto-reguláveis, pois abrem os estômatos quando existe disponibilidade de água e calor (refrescando o ambiente através da evapotranspiração) e os fecham quando situações adversas ocorrem, preservando condições agradáveis e condicionando o clima urbano. Assim, deixam o seu entorno com maior umidade relativa.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados dessa pesquisa pode-se concluir que para melhorar o microclima de uma cidade, o plantio de árvores nas ruas é uma excelente opção, sendo que para a diminuição da temperatura o porte das espécies plantadas é indiferente, todos contribuem da mesma forma. Já para o aumento da umidade relativa do ar, a escolha de extremosa representando a espécie de pequeno porte, cuja copa apresenta intenso esgalhamento e conseqüentemente maior quantidade de folhas e localizando-se mais próximo do solo, mostrou-se uma opção mais vantajosa em comparação com as outras espécies testadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Backes, P.; Irgang, B. Mata Atlântica: As Árvores E A Paisagem. Porto Alegre: Paisagem Do Sul, 2004.
2. Biondi, D. Arborização Urbana: Aplicada À Educação Ambiental Nas Escolas. Curitiba: O Autor, 2008.
3. Carneiro, D. C.; Carvalho, S. M. As Estruturas De Gestão E Planejamento Da Arborização Urbana De Ponta Grossa – Pr. Cidades Verdes, V.1, N.1, 2013, P. 94 - 116.
4. Instituto De Pesquisa E Planejamento Urbano De Curitiba (Ippuc). Desenvolvimento Sustentável: Indicadores De Sustentabilidade De Curitiba – 2010. Curitiba: Ippuc, 2011. 77p.
5. Leal, L. A Influência Da Vegetação No Clima Urbano Da Cidade De Curitiba – Pr. 172f. Tese (Doutorado Em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2012.
6. Leal, L.; Martini, A.; Biondi, D.; Batista, A. C. Levantamento Meteorológico Expedido Para Análise Da Influência Microclimática Do Bosque Estadual João Paulo Ii, Curitiba - Pr. In: Encontro Sul-Brasileiro De Meteorologia, 4., 2011, Pelotas/Rs. Anais... Pelotas: Sbmec, 2011.
7. Lima Neto, E. M.. Aplicação Do Sistema De Informações Geográficas Para O Inventário Da Arborização De Ruas De Curitiba, Pr. 120f. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Florestal) – Setor De Ciências Agrárias, Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2011.
8. Lorenzi, H. Árvores Brasileiras: Manual De Identificação E Cultivo De Plantas Nativas Do Brasil. 5.Ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, V.1, 2008.
9. Lorenzi, H.; Souza, H.M., Torres, M.A.V., Bacher, L.B. Árvores Exóticas No Brasil: Madeiras, Ornamentais E Aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.
10. Louro, C. A. L; Menezes, J. O Planejamento Na Gestão Ambiental Urbana Dos Municípios Brasileiros. Caderno De Estudos Geoambientais, V.3, N.1, 2012, P. 62-75.
11. Melo, R. R.; Lira Filho, J. A.; Júnior, F. R. Diagnóstico Qualitativo E Quantitativo Da Arborização Urbana No Bairro Bivar Olinto, Patos, Pr. Revsbau, Piracicaba – Sp, V.2, N.1, 2007.
12. Silva Filho, D. F. Da; Pivetta, K. F. L.; Couto, H. T. Z. Do; Polizel, J. L. Indicadores De Floresta Urbana A Partir De Imagens Aéreas Multiespectrais De Alta Resolução. Scientia Forestalis, Piracicaba, N. 67, P. 88-100, Abr. 2005.
13. Velasco, G. D. N. Potencial Da Arborização Viária Na Redução Do Consumo De Energia Elétrica: Definição De Três Áreas Na Cidade De São Paulo – Sp, Aplicação De Questionários, Levantamento De Fatores Ambientais E Estimativa De Graus-Hora De Calor. 123f. Tese (Doutorado Em Agronomia) - Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz, Universidade De São Paulo, Piracicaba, 2007.
14. Viezzer, J.; Martini, A.; Biondi, D. Diagnóstico Da Arborização Da Avenida Padre Natal Pigatto Em Campo Largo – Pr. Enciclopédia Biosfera, V.10, N.18, 2014, P. 1251-1262.