

## Variação Diária e Estacional do Microclima Urbano em Ruas Arborizadas de Curitiba-PR

Angeline Martini<sup>1</sup>, Daniela Biondi<sup>1</sup>, Antonio Carlos Batista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba/PR, Brasil

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar a tendência das variáveis meteorológicas em ruas de Curitiba-PR, com e sem arborização. Para tanto, foram selecionados trechos (arborizados e sem arborização) de ruas dos bairros Alto da Rua XV, Hugo Lange e Bacacheri. Utilizaram-se duas miniestações meteorológicas da marca Kestrel®. A coleta dos dados meteorológicos ocorreu das 9 às 15 horas, com intervalo de monitoramento de um minuto, repetida nas quatro estações do ano, com início no inverno de 2011. As variáveis microclimáticas analisadas foram: temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento. Os resultados indicaram que os valores de temperatura do ar das ruas arborizadas estiveram abaixo dos valores das ruas sem arborização ao longo de todo o período de monitoramento. O inverso ocorreu para a umidade relativa. A velocidade do vento apresentou padrão variável dentro de cada amostra e estação. Com a tendência destas variáveis, pode-se concluir que a arborização de ruas proporciona um microclima urbano mais ameno durante a maior parte do dia.

**Palavras-chave:** microclima urbano, temperatura do ar, umidade relativa.

### Daily and Seasonal Variation of Urban Microclimate in Tree-Lined Streets of Curitiba, Brazil

### ABSTRACT

In this study, we aimed to analyze the periodic variation of meteorological variables in tree-lined streets in Curitiba, Parana state, Brazil. To this end, we selected a few stretches of streets with and without trees. Two Kestrel® mini weather stations were used. The data collection period was from 9 AM to 3 PM with 1-minute monitoring interval during the four seasons, starting in winter 2011. The microclimatic variables assessed were temperature, relative humidity, and wind speed. The results indicated that the temperature values for the tree-lined street stretches were lower than those for the stretches without trees along the entire monitoring period. The opposite occurred with the relative humidity values. The wind speed values varied according to each sample and station. In conclusion, the periodic variation of meteorological variables showed that tree-lined streets provide a milder microclimate during most of the day.

**Keywords:** urban microclimate, temperature, relative humidity.

## 1. INTRODUÇÃO

Cada cidade é uma paisagem, onde os elementos naturais e culturais se aliam; mesmo que estes não sejam proporcionais, também não são indissociáveis (Santos & Teixeira, 2001). No entanto, o processo de crescimento urbano acelerado e desorganizado tem desencadeado uma diversidade de impactos ambientais, como reflexo à ocupação e às atividades antrópicas sobre o ambiente, dentre os quais se destaca a alteração do clima urbano (Nascimento & Oliveira, 2011).

O uso da vegetação, por meio de seus benefícios estéticos, sociais e ecológicos, proporciona melhor condição de vida para o ser humano dentro dos núcleos urbanos (Martini, 2011). Além disso, é essencial na estrutura e na dinâmica da paisagem urbana, pois, em virtude de suas características, melhora a qualidade de vida da população e a condição ambiental (Lima Neto, 2011).

O costume de trazer, para as cidades, partes do ambiente natural tem a finalidade de satisfazer as necessidades mínimas do ser humano (Pedrosa, 1983). Desta maneira, as árvores acabam por resgatar a natureza dentro do ecossistema urbano (Lima Neto, 2011).

Toda vegetação, independentemente de porte, que compõe o cenário ou a paisagem urbana, é definida como arborização urbana (Biondi, 2008). Tecnicamente, pode ser subdividida em áreas verdes e arborização de ruas (Milano, 1991; Biondi, 2008; Lima Neto, 2011; Bobrowski, 2011). Conforme Martini (2011), é cada vez mais difícil encontrar nas cidades espaços para a criação de áreas verdes, devido à competição com os equipamentos urbanos. Por isso, as árvores existentes ao longo das ruas, que formam a arborização viária, são uma alternativa na busca pelo bem-estar da população.

Além de ser um serviço público, a arborização de ruas é um patrimônio que deve ser conhecido e conservado para as futuras gerações, pois contribui para o conforto ambiental, para o bem-estar psíquico e psicológico da população urbana, e proporciona beleza à cidade (Biondi & Althaus, 2005). Para Silva (2009), a arborização viária tem por objetivo bloquear a incidência dos raios solares nas áreas pavimentadas e construídas como estratégia para o

controle da temperatura nos centros urbanizados. Além disso, a carência de vegetação diminui o processo de evapotranspiração e, conseqüentemente, não há o resfriamento por evaporação na cidade (Pinho & Orgaz, 2000).

Segundo Abreu (2008), a falta de vegetação é um dos principais fatores responsáveis pelas alterações do clima nos grandes centros urbanos, uma vez que as propriedades de regulação e melhoria do clima que a vegetação oferece é uma característica fundamental para garantir um clima urbano ideal.

Streiling & Matzarakis (2003) demonstraram que um pequeno grupo de árvores, assim como uma única árvore, pode ter efeitos positivos no clima urbano. Silveira (1999) afirma que, normalmente, em áreas cobertas por vegetação, as temperaturas do ar são menores do que o entorno desprovido de massa vegetal; esse fato ocorre porque a vegetação diminui a absorção por radiação e, portanto, diminui a dissipação de calor por ondas longas.

Segundo Leal (2012), o planejamento da arborização urbana é uma das medidas mais eficientes para promover mudanças, principalmente no microclima urbano. Neste planejamento, devem-se considerar as concentrações dos serviços urbanos, que geram microclimas característicos das ilhas de calor, pois nestes locais há maior necessidade da concentração de vegetação.

Estudos sobre microclimas urbanos se tornam a cada dia mais importantes, embora, frequentemente, não sejam considerados no planejamento das cidades ou tampouco tem sido dada a devida importância às condições climáticas urbanas resultantes da interação da natureza e da sociedade (Dumke, 2007).

O objetivo deste trabalho foi analisar a tendência periódica das variáveis meteorológicas de ruas da cidade de Curitiba-PR, em trechos com ou sem cobertura arbórea.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na cidade de Curitiba, localizada a 934,6 m de altitude. As coordenadas centrais da cidade são: latitude 25° 25' 40" S e longitude 49° 16' 23" W. Co base na classificação de Köppen, a região é caracterizada como tipo climático Cfb, subtropical úmido, mesotérmico, sem estação

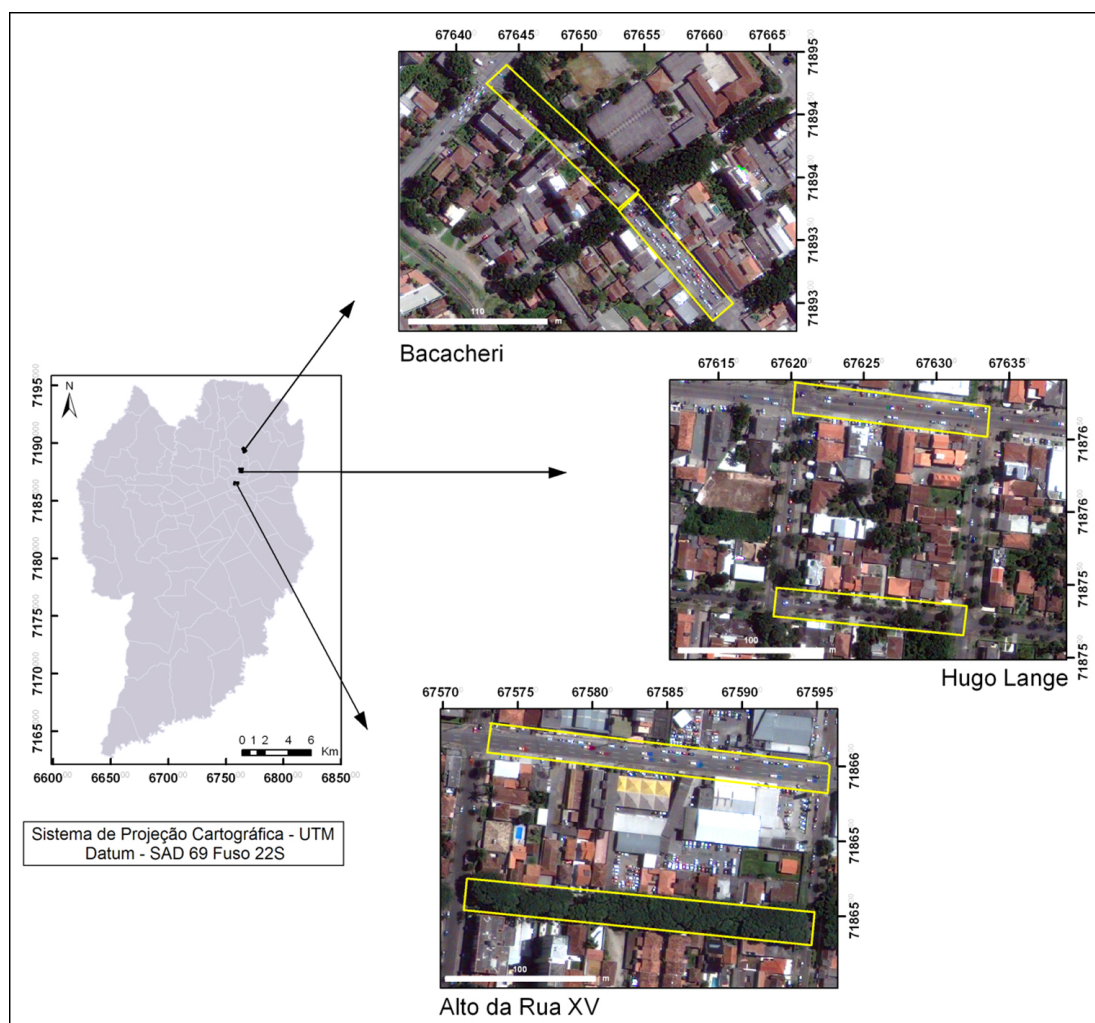
seca, com verões frescos e invernos com geadas frequentes (IPPUC, 2012).

Utilizando-se os dados do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (2012), entre os anos de 1998 e 2010, obteve-se temperatura do ar média de 17,8 °C, com variação média de 13,4 °C, no mês mais frio, até 21,8 °C, no mês mais quente. A precipitação anual média do período foi de 1.403,3 mm e a umidade relativa foi 79,4%. Os ventos predominantes foram de Leste (E), com velocidade média de 2,04 m/s.

Segundo Bobrowski (2011), as espécies arbóreas mais encontradas na arborização pública de Curitiba são: *Lagerstroemia indica* (extremosa), *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), *Handroanthus chrysotrichus*

(ipê-miúdo), *Tipuana tipu* (tipuana), *Handroanthus albus* (ipê-amarelo), *Lafoensia pacari* (dedaleiro), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Acer negundo* (acer), *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (sibipiruna), *Cassia leptophylla* (falso-barbatimão), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), *Hibiscus rosa-sinensis* (hibisco), *Melia azedarach* (cinamomo), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) e *Libidibia ferrea* var. *leiostachya* (pau-ferro).

Foram estabelecidas três amostras na cidade de Curitiba, denominadas: Alto da Rua XV, Hugo Lange e Bacacheri. Cada amostra apresenta um trecho de rua arborizada próximo a um trecho de rua sem arborização (Figura 1).



**Figura 1.** Localização das amostras de estudo na cidade de Curitiba-PR.

**Figure 1.** Location of the study samples in Curitiba-PR.

A amostra Alto da Rua XV é formada por um trecho da Rua Marechal Deodoro (sem arborização) e da Rua Fernando Amaro (arborizado com *Tipuana tipu*). A amostra Hugo Lange é formada por um trecho da Rua Augusto Stresser (sem arborização) e da Rua Dr. Goulin (arborizada com *Handroanthus chrysotrichus*). A amostra Bacacheri é formada por um trecho da Rua Estados Unidos sem arborização e outro arborizado com *Lafoensia pacari* e *Parapiptadenia rigida* (Figura 2).

Para analisar os padrões periódicos das variáveis meteorológicas nas ruas com e sem cobertura arbórea, foram utilizadas duas miniestações meteorológicas automáticas (Kestrel® 4200 Pocket Air Flow Tracker, da marca Nielsen Kellerman, Estados Unidos). As variáveis medidas pelo aparelho foram: velocidade do vento; temperatura do ar; umidade relativa do ar; razão de mistura; ponto de orvalho; temperatura do bulbo úmido; pressão atmosférica, e altitude.

As miniestações meteorológicas foram posicionadas na calçada sul das ruas com sentido leste-oeste e, na calçada oeste das ruas, com sentido norte-sul, de maneira a reduzir a interferência causada pelo movimento aparente do sol. Permaneceram em um tripé, com a mesa de sensores a 1,50 m de altura.

O monitoramento das variáveis meteorológicas para cada amostra foi realizado em dias diferentes, por meio de campanhas de observações, devido ao número de equipamentos disponíveis. Desta forma,

em cada dia de coleta, um equipamento permaneceu na rua arborizada e o outro na rua sem arborização, de uma mesma amostra. Esse procedimento foi repetido nas quatro estações do ano. O período de monitoramento foi o mesmo para todas as amostras.

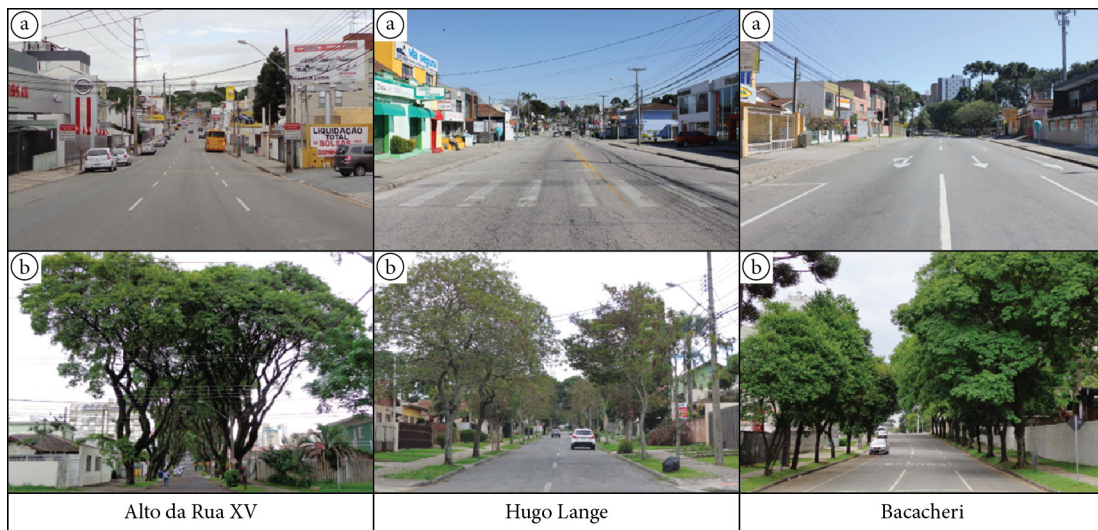
A influência da arborização de ruas no microclima urbano foi analisada através de três variáveis: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s).

O monitoramento foi realizado no inverno e na primavera de 2011, e no verão e outono de 2012, sendo que o período de coleta dos dados foi das 9 às 15 horas (horário de Brasília), sendo corrigido para 10 às 16 horas no horário de verão, com intervalo de monitoramento de um minuto, o que gerou um conjunto de 360 dados.

Analisou-se o padrão periódico de cada variável, ao longo dos dias de coleta, através de gráficos. Estes foram elaborados para as amostras Alto da Rua XV, Hugo Lange e Bacacheri, a partir de médias a cada 15 minutos dos registros obtidos nas diferentes ruas e estação do ano.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação da variação a cada 15 minutos entre os valores de temperatura do ar observados na rua arborizada e na rua sem arborização, permitiram



**Figura 2.** Amostras estudadas na cidade de Curitiba. a) Trecho de ruas sem arborização; b) Trechos de ruas arborizadas.

**Figure 2.** Samples studied in Curitiba. a) street without trees; b) street with trees.

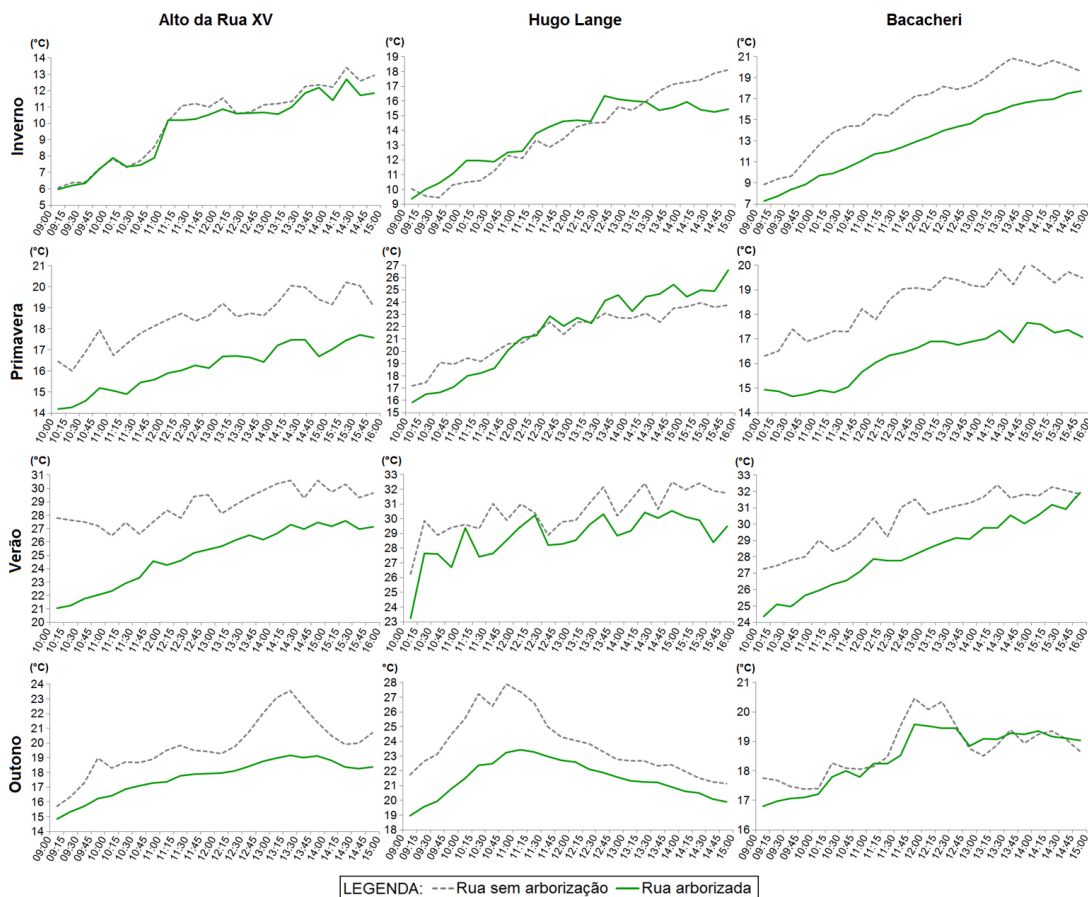
observar detalhadamente as diferenças de padrão térmico entre as ruas, em cada estação do ano e amostra (Figura 3).

Notou-se que, de maneira geral, as curvas de temperatura do ar das ruas arborizadas estiveram abaixo das curvas dos valores de temperatura das ruas sem arborização, ao longo de todo o período de monitoramento. As exceções foram observadas na rua Hugo Lange, no inverno, nos horários da manhã até aproximadamente 13h30, e na primavera, apenas no período vespertino (> 12h).

A diferença da temperatura do ar entre as ruas apresentou tendência homogênea ao longo de todo o tempo. Não houve distinção entre os períodos da manhã e da tarde, exceto para algumas situações pontuais. Tendência inversa foi observada por Jansson et al. (2007), ao analisarem as diferenças de temperatura do ar entre um parque de Estocolmo

e seus arredores; evidenciaram-se diferenças de temperatura do ar aproximadamente constantes (de 0,5 a 0,8 °C) durante a primeira parte do dia, e maiores diferenças durante a tarde (2 °C). No entanto, o estudo foi realizado apenas na estação do verão.

Nas manhãs de inverno, marcadas por baixas temperaturas, a rua arborizada com tipuana apresentou valores de temperaturas semelhantes à rua sem arborização (amostra Alto da Rua XV). A rua arborizada com ipê-amarelo apresentou valores superiores (amostra Hugo Lange) e o trecho de rua arborizado com dedaleiro e angico apresentou valores inferiores. No entanto, na primeira hora de monitoramento, foi observada a menor diferença entre as ruas para esta amostra (Bacacheri). Estes fatos indicam que, especialmente nas baixas temperaturas, a vegetação ameniza as perdas de calor, durante as horas iniciais das manhãs.



**Figura 3.** Tendência da temperatura do ar em cada amostra e estação do ano, em ruas de Curitiba-PR.  
**Figure 3.** Behavior of the air temperature in each sample and station, in Curitiba.

Velasco (2007), no mês de setembro, em São Paulo-SP, observou que apenas no início do seu monitoramento, às 7 horas da manhã, a área com maior quantidade de vegetação apresentou maiores temperaturas do que as áreas com menos vegetação. Isto pode ser devido ao efeito que a vegetação provoca durante a noite. Rocha et al. (2011) verificaram a influência direta da vegetação e da permeabilidade do solo na amenização do armazenamento de calor noturno na cidade de São José do Rio Preto-SP. Concluíram que, em alguns casos, podem ser constatadas temperaturas noturnas mais elevadas em áreas vegetadas do que em áreas mais abertas. Essa retenção ocorre devido à ação da vegetação, que atua como uma barreira contra as correntes de ar.

A capacidade que a vegetação apresenta em reter o comprimento de onda longa emitida pelas superfícies faz com que o calor demore mais tempo para se dissipar (Velasco, 2007). Isto não ocorreu nas demais estações, porque, segundo esse autor, a incidência de radiação solar mais intensa, já nos primeiros instantes do dia, faz com que o efeito tampão provocado pela vegetação ocorra apenas nas primeiras horas, não sendo mais perceptível às 9h00, início do monitoramento.

As distinções entre os resultados das amostras, ainda referentes ao inverno, devem-se às características das espécies, uma vez que, a tipuana, desprovida de folhas (no inverno), proporciona um ambiente semelhante ao da rua sem arborização. A rua arborizada com o ipê, ainda com presença de folhas, pode ter armazenado certa quantidade de energia, que, somada ao aquecimento da superfície, facilitado pela arquitetura de sua copa, pode ter proporcionado um ambiente mais quente do que a rua sem arborização. Por fim, o trecho de rua arborizado com dedaleiro e angico: ambas as espécies, perenes, dificultam a chegada de radiação à superfície, o que impossibilita seu aquecimento e, assim, proporciona resfriamento da área.

Pode-se observar ainda que a temperatura do ar da rua arborizada foi mais estável do que na rua sem arborização, pois as oscilações de temperatura são menores nas áreas arborizadas do que nas áreas sem cobertura arbórea. Esse fato ocorre, principalmente, porque a radiação emitida pela superfície durante a noite é absorvida pelo dossel vegetal e reemitida

novamente para a superfície pelo dossel, enquanto, durante o dia, a vegetação impede que a radiação solar incida diretamente na superfície (Ochoa de la Torre, 1999). Huang et al. (2008) afirmam que as temperaturas do ar sob a sombra das árvores apresentam-se estáveis na escala microclimática, enquanto que ambientes com presença de cimento são mais facilmente influenciados pelas condições atmosféricas, velocidade do vento e radiação solar.

Resultados contrários às demais tendências foram observados na amostra Hugo Lange, nas estações do inverno e da primavera. No inverno, os valores de temperatura da rua arborizada com ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) estiveram acima dos valores da rua sem arborização na maior parte do tempo, sendo que, nas duas últimas horas de monitoramento, isto se inverteu. O motivo para essa inversão pode ser devido à rua arborizada ter alcançado os maiores valores de temperatura do dia antes da rua sem arborização. A rua sem arborização, até o final do monitoramento, manteve-se em aquecimento, não sendo possível determinar o valor máximo que atingiu no dia. Em situações normais, o valor máximo de temperatura do ar no abrigo meteorológico ocorre aproximadamente cerca de duas horas depois da culminação do Sol (Varejão-Silva, 2000).

Na primavera, a rua arborizada apresentou temperaturas menores nas duas primeiras horas de monitoramento e, posteriormente, isto também se inverteu, passando a rua sem arborização a apresentar temperaturas menores. Essa ocorrência, na rua arborizada, de temperaturas superiores às encontradas na rua sem arborização, parece ter relação com a velocidade do vento, que foi sempre menor nesta rua do que na rua sem arborização. Como a diferença entre as ruas foi mais acentuada no período da manhã, essa interferência da velocidade do vento na temperatura do ar não foi observada desde o início do monitoramento.

Segundo Mascaró & Mascaró (2009), a incidência do vento sob a arborização diminui as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as áreas arborizadas e as ensolaradas. É um efeito que se verifica quando a velocidade do vento é maior do que 1,5 m/s. Além disso, Giralt (2006) afirma que, quando a velocidade do vento é pequena, a

temperatura resulta, em sua maior parte, do balanço de radiação do local. Nessa situação, a radiação solar que incide na superfície terrestre é absorvida de forma distinta, sendo a absorção dependente de tipo de solo, vegetação, topografia e altitude. Porém, quando a velocidade do vento é alta, a influência dos fatores locais na temperatura do ar é menor.

Os valores de umidade relativa das ruas arborizadas estiveram acima dos valores de umidade relativa das ruas sem arborização, ao longo de todo o período, sempre com o padrão inverso ao da temperatura do ar (Figura 4).

A umidade relativa na rua arborizada, como esperado, em todas as amostras e estações do ano, foi maior do que na rua sem arborização, exceto peculiaridades já discutidas, referentes à amostra Hugo Lange. Outros estudos já relatam o aumento da umidade relativa das áreas vegetadas em relação

às não vegetadas (Fontes & Delbin, 2001; Lima & Romero, 2005).

A comparação da variação a cada 15 minutos, entre os valores de velocidade do vento observados na rua arborizada e na rua sem arborização, permitiu observar as diferenças entre os padrões de escoamento entre as ruas, em cada estação do ano e amostra (Figura 5).

É possível notar que a velocidade do vento apresentou padrão variável dentro de cada amostra e estação. Destaca-se que, na estação do inverno, as amostras Alto da Rua XV e Hugo Lange apresentaram menores valores nas ruas arborizadas, o que é desejável nesta estação. Na amostra Bacacheri, arborizada com espécie perene, ocorreu o inverso. Observa-se que, na estação do verão, o padrão da velocidade do vento, tanto na rua arborizada quanto na sem arborização, foi semelhante em todas as amostras.

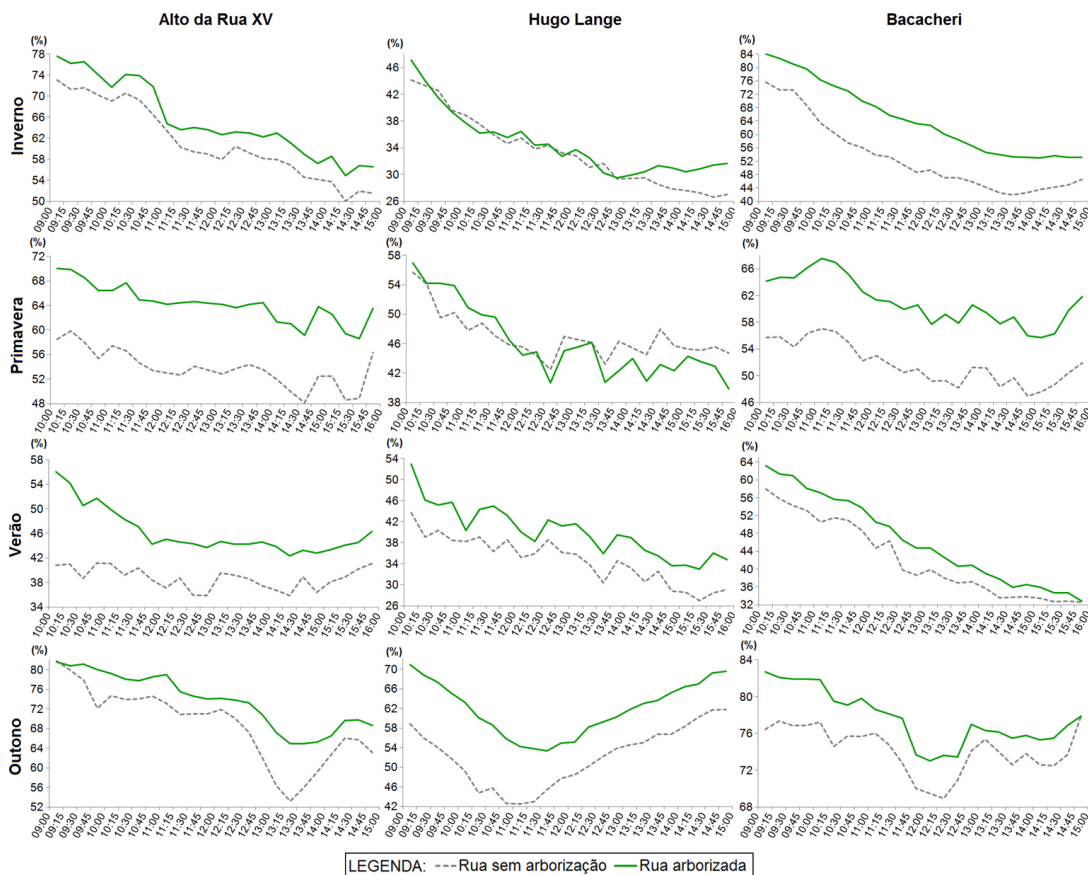
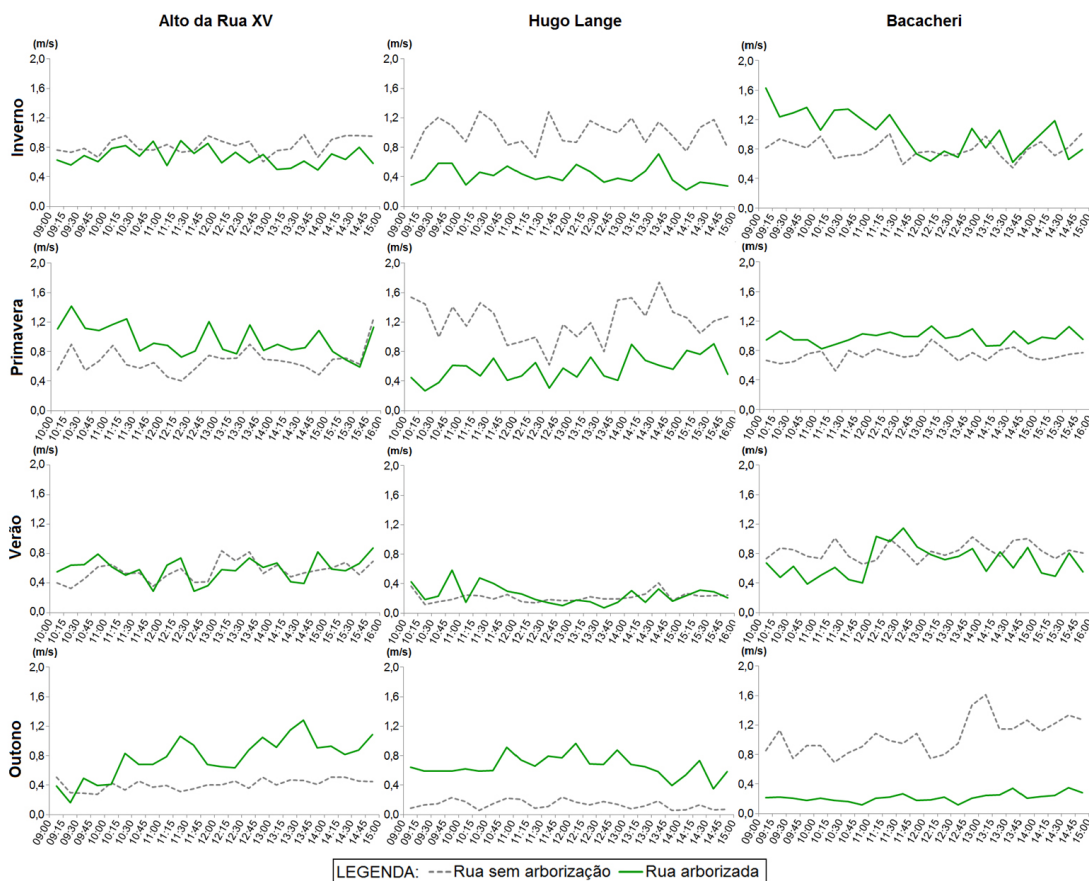


Figura 4. Padrão periódico da umidade relativa do ar em cada amostra e estação do ano, nas ruas de Curitiba-PR. **Figure 4.** Periodic behavior the relative humidity in each sample and station, in Curitiba.



**Figura 5.** Comportamento periódico da velocidade do vento em cada amostra e estação do ano, nas ruas de Curitiba-PR.

**Figure 5.** Periodic variation the wind speed in each sample and station, in Curitiba.

Resultados mais significativos foram encontrados por Boutet (1987), que constatou a eficiência dos agrupamentos arbóreos em relação a espaços abertos, que reduziram em mais de 50% a velocidade do vento. Em Teresina-PI, Lopes (2006) também constatou que os espaços com vegetação arbórea reduzem a velocidade dos ventos no nível do usuário.

No entanto, segundo Ochoa de la Torre (1999), nos ambientes urbanos, com alta densidade de construções, os ventos próximos ao solo são influenciados principalmente pela estrutura urbana, como largura das ruas, altura dos edifícios, continuidade e direção do emaranhado urbano, diferenças entre as alturas de construção e outros aspectos, fazendo com que a vegetação apresente um efeito menos significativo.

#### 4. CONCLUSÕES

A análise dos padrões periódicos dos elementos meteorológicos permitiu constatar que a arborização de ruas proporciona um microclima urbano mais ameno durante a maior parte do dia. As ruas arborizadas apresentaram menores temperaturas do ar do que a rua sem arborização durante todo o período de monitoramento. De maneira inversa, a umidade relativa nas ruas arborizadas foi maior durante esse período. Os resultados encontrados para a velocidade do vento não permitem identificar tendência, uma vez que a interferência da cobertura arbórea nessa variável é menos significativa do que a de outros elementos urbanos.



## AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná, pelo financiamento para a compra dos equipamentos.

## STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 19/03/2013

Aceito: 08/11/2013

Publicado: 31/12/2013

## AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

### Angeline Martini

Departamento de Ciências Florestais,  
Universidade Federal do Paraná – UFPR, CEP  
80210-170, Curitiba, PR, Brasil  
e-mail: martini.angeline@gmail.com

## REFERÊNCIAS

- Abreu LV. *Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas* [dissertação]. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas; 2008.
- Biondi D, Althaus M. *Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo*. Curitiba: FUEPEF; 2005.
- Biondi D. *Arborização urbana: aplicada à educação ambiental nas escolas*. Curitiba; 2008.
- Bobrowski R. *Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984 – 2010* [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2011.
- Boutet TS. *Controlling air movement*. 2nd ed. Chicago: RR Donnelley & Sons Company; 1987.
- Dumke EMS. *Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC)* [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2007.
- Fontes MSGC, Delbin S. A qualidade climática dos espaços públicos urbanos: um estudo de caso na cidade de Bauru - SP. In: *Anais do V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído*; Águas de São Pedro. São Paulo: ANTAC; 2001. Não paginado.
- Giralt RP. *Conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Torres – RS* [dissertação]. Porto alegre: Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
- Huang L, Zhao D, Wang J, Zhu J, Li J. Scale impacts of land cover and vegetation corridors on urban thermal behavior in Nanjing, China. *Theoretical and Applied Climatology* 2008; 94: 241-257. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-007-0359-4>
- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. *Curitiba em Dados*. [cited 2012 jan. 17]. Available from: [http://www.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/Curitiba\\_em\\_dados\\_Pesquisa.htm](http://www.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/Curitiba_em_dados_Pesquisa.htm)
- Jansson C, Jansson PE, Gustafsson D. Near surface climate in an urban vegetated park and its surroundings. *Theoretical and Applied Climatology* 2007; 89: 185-193. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-006-0259-z>
- Leal L. *A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR* [tese] Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2012.
- Lima Neto EM. *Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR* [dissertação]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 2011.
- Lima FKG, Romero MAB. Espaços residuais públicos: um estudo morfológico e bioclimático em bairro de renda média-baixa em Teresina. In: *Anais do VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e IV Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído*; 2005; Maceió. São Paulo: ANTAC; 2005. Não paginado.
- Lopes PMO. *Obtenção de regimes microclimáticos em regiões montanhosas com dados de sensores orbitais e integração de modelos distribuídos* [tese]. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 2006.
- Martini A. Estudo fenológico em árvores de rua. In: Biondi D, Lima Neto EM, organizadores. *Pesquisas em arborização de ruas*. Curitiba: O Autor; 2011.
- Mascaró L, Mascaró JJ. *Ambiência urbana*. 3rd ed. Porto Alegre: +4 Editora; 2009.
- Milano MS. *Curso sobre arborização urbana*. Curitiba: FUEPEF; 1991.
- Nascimento DTF, Oliveira IJ. Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/GO (1986 - 2010). *Boletim Goiano de Geografia* 2011; 31(2): 113-127.
- Ochoa de la Torre JM. *La vegetación como instrumento para el control microclimático en línea* [tesis]. Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universidad Politècnica de Catalunya; 1999.
- Pedrosa JB. *Arborização de cidades e rodovias*. Belo Horizonte: IEF/MG; 1983.

- Pinho OS, Orgaz MDM. The urban heat island in a small city in coastal Portugal. *International Journal of Biometeorology* 2000; 44: 198-203. <http://dx.doi.org/10.1007/s004840000063>
- Rocha LMV, Souza LCL, Castilho FJV. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. *Ambiente Construído* 2011; 11 (3): 161-175. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212011000300012>
- Santos NRZ, Teixeira JF. *Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação*. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz; 2001.
- Silva CF. *Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Terezina – PI* [dissertação]. Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília; 2009.
- Silveira ALRC. *Diretrizes de projeto para construção de prédios escolares em Teresina- PI* [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 1999.
- Streiling S, Matzarakis A. Influence of single and small clusters of trees on the bioclimate of a city: a case study. *Journal of Arboriculture* 2003; 29(6): 309-316.
- Varejão-Silva MA. *Meteorologia e Climatologia*. Brasília: Stilo; 2000.
- Velasco GDN. *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 [tese]*. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2007.