

O efeito microclimático do fragmento florestal existente no Parque Municipal do Barigui na cidade Curitiba-PR

The microclimatic effect of the Barigui Park forest patch in Curitiba-PR

Angeline Martini¹, Daniela Biondi², Jennifer Viezzer³ e Dâmaris Araújo da Silva⁴

^{1,2,3,4} Departamento de Ciências Florestais, UFPR

Resumo

O presente estudo objetivou analisar a influência microclimática do fragmento florestal no Parque Municipal do Barigui na cidade de Curitiba-PR. Para isto, realizou-se um levantamento meteorológico expedito, com duas miniestações da marca Kestrel®, modelo-4200. Os dados de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento foram coletados simultaneamente, em um ponto no interior do fragmento florestal e em um transecto móvel percorrido em uma rua adjacente a área verde. Os dados meteorológicos foram coletados a cada 50 m e o caminhamento total percorrido foi de 1000 m. Os resultados mostraram diferenças estatísticas significativas entre o microclima interno e externo ao fragmento florestal para todas as variáveis analisadas. Ao longo do transecto percorrido, a temperatura foi em média 4,3°C mais elevada do que no interior da floresta, atingindo até 6,1 °C de diferença. A umidade relativa no interior do fragmento manteve-se constante e foi em média 4,2% maior do que na área externa. Ao longo do percurso foram observadas variações nos dados microclimáticos analisadas, provavelmente devido as características urbanísticas do local. Desta forma, pode-se concluir que o fragmento florestal no Parque Municipal do Barigui contribui para a melhoria microclimática da cidade, proporcionando impactos significativos nas áreas mais próximas.

Palavras-chave: Arborização urbana. Temperatura. Umidade relativa. Microclima. Clima urbano.

Abstract

This study aims to analyze the microclimatic influence of a forest patch existing in the Barigui Park in Curitiba-PR. A meteorological data collection was conducted promptly for this purpose, with two Kestrel®'s mini-stations, model 4200. Data of temperature, relative humidity and wind speed were collected simultaneously from a point inside the Araucaria Forest patch that belongs to the park and a mobile transect on a street adjacent to the green area. Meteorological data were collected every 50 m and the transect total length was 1000 m. The results showed statistically significant differences between the microclimate inside and outside the forest patch for all variables. Along the transect, the temperature was an average of 4.3 °C higher than in the forest, reaching 6.1 °C of maximum difference. The relative humidity inside the forest path remained constant and was on average 4.2% higher than in the street. Along the street, changes were observed in microclimatic data, probably due to the characteristics of the urban site. Thus, it can be concluded that the Barigui Park forest patch contributes to improving the microclimate of the city, providing significant impacts on the nearby areas.

Keywords: Urban forestry. Temperature. Relative humidity. Microclimate. Urban Climate.

1 Introdução

O planejamento urbano deve proporcionar o desenvolvimento sustentável das cidades e a melhoria da qualidade de vida de sua população (MONTEIRO, 2004). Porém, atender as necessidades dessa sociedade cada vez mais urbana resulta em grandes mudanças na paisagem, o que também acarreta nas pressões sobre condicionantes do clima local (CRUZ, 2009).

Nas cidades, as áreas densamente construídas apresentam temperaturas mais elevadas quando comparadas ao seu entorno, criando “ilhas de calor urbano” (LEAL, 2012). Isto ocorre devido a interferência constante da ação humana no ambiente que é responsável diretamente pela formação do clima urbano e seus produtos (ROVANI et al., 2010).

Atualmente muitos trabalhos apontam o uso da vegetação como fator amenizador dos problemas climáticos ocorrentes nas cidades. Yu (2006) afirma que a inserção da vegetação nas áreas urbanas é uma das principais estratégias para reduzir o efeito da ilha de calor, uma vez que a planta apresenta importante papel de regular o clima urbano.

A presença da vegetação de parques e bosques pode gerar um resfriamento localizado, fenômeno conhecido como “ilha de frescor” (SHASHUA-BAR et al., 2009). Este efeito da vegetação não se restringe apenas ao sítio onde se encontra inserida, mas contribui também para estabilizar o microclima dos arredores imediatos (SU-COMINE et al., 2009). Além disso, a simples presença de vegetação nas cidades já tem sido considerada sinônimo de qualidade de vida (ALVAREZ, 2004).

Segundo Lombardo et al. (2012), as áreas verdes urbanas, são componentes estratégicos da cidade, pois contribuem com o ciclo hidrológico, controle de erosões, estabilização de encostas, regulação dos fluxos em canais de drenagem, oferecem áreas de sombreamento, retenção de partículas, redução do ruído além de contribuir para a democratização de espaços para práticas de lazer, atividades de educação ambiental e amenização térmica.

Leal (2012), afirma que 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. Desta forma, entender e quantificar o impacto das árvores urbanas no clima é um importante pré-requisito para gerenciar a vegetação urbana e otimizar os efeitos benéficos destas florestas (ANYANWU; KANU, 2006).

Hamada e Otha (2010) afirmam que há poucos dados sobre a relação entre o tamanho da área verde e o efeito de resfriamento, tornando-se necessário entender como as grandes áreas verdes ajudam a diminuir as temperaturas nas áreas urbanas próximas. Além disso, Leal et al. (2011) ressalta que para entender melhor a importância

dos benefícios microclimáticos dos parques e bosques da cidade deve-se comparar o microclima interno de uma área verde com a sua área externa. Neste contexto, o objetivo da presente pesquisa foi analisar a influência microclimática do fragmento florestal no Parque Municipal do Barigui na cidade de Curitiba-PR.

2 Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Parque Municipal do Barigui, situado nas coordenadas geográficas 25° 25' 34" S e 49° 18' 27" W, com altitude média de 925 m, entre os bairros Santo Inácio, Bigorrião, Mercês e Cascatinha. Esta área verde foi implantada no ano de 1972 com o objetivo de conter as enchentes provocadas pela bacia do Rio Barigui, em Curitiba-PR (IPPUC, 2013).

O parque apresenta 1.400.000 m² de área total, dos quais 700.000 m² estão ocupados por jardins, lagos e áreas construídas para a recepção de visitantes, como: lanchonetes, estacionamentos, quadras esportivas, calçadas e ciclovias (ABE et al., 2000). Segundo os mesmos autores, o restante da área é ocupada por quatro diferentes tipologias de vegetação: Floresta Ombrófila Mista Montana, Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Formação Pioneira com Influência Fluvial e Sistemas de Vegetação Secundária. Sendo que a Floresta Ombrófila Mista Montana compreende 175.000 m² e apresenta o melhor estado de conservação. Kozera et al. (2006) verificou que a composição florística desta área compreende 342 espécies de angiospermas, 46 de pteridófitas e duas gimnospermas, que totalizam 390 espécies. Destas, 141 são árvores, representadas principalmente pelas famílias Myrtaceae, Lauraceae, Aquifoliaceae e Flacourtiaceae.

No seu entorno, o perímetro escolhido para realizar o transecto móvel, se iniciou na avenida Candido Hartmann, estendendo-se pela rua Romano Bertagnoli. De acordo com o zoneamento de uso do solo da cidade de Curitiba, na região são permitidos usos habitacionais, institucionais ou de comércio, com taxa de ocupação do terreno de até 50%, área de construção máxima de 100 m² e não superior a três pisos (CURITIBA, 2013).

A influência desta área verde no microclima da cidade foi realizada a partir de um levantamento meteorológico expedito, conforme metodologia adaptada de Leal et al. (2011). Para isto, 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 no centro do fragmento florestal para servir de testemunha e a outra foi utilizada no transecto móvel, percorrido a pé por outro pesquisador. Este percurso se iniciou na bordadura do fragmento e se estendeu pela avenida Candido Hartmann e rua Romano Bertagnoli até alcançar a distância de 1000 metros.

O trajeto do transecto móvel foi definido considerando-se que deveria ser percorrido em curto espaço de tempo, minimizando os efeitos das diferentes in-



Figura 1 - Localização nos pontos de coleta de dados meteorológicos, no interior do fragmento florestal e no transecto móvel percorrido

tensidades de radiação produzidas pela variação da altura aparente do sol no mesmo período, evitando a necessidade de correção dos dados de acordo com o período de medição (LEAL et al. 2011).

Os dados meteorológicos foram coletados simultaneamente entre o equipamento localizado no interior do bosque e o equipamento utilizado no transecto móvel, uma vez que foram programados para coleta de informações a cada minuto. No percurso padronizou-se o mesmo ritmo de caminhada, sendo que a distância entre os pontos coletados foi de 50 m (Figura 1).

A coleta de dados foi realizada no dia 26 de abril de 2013, data caracterizada como de céu com poucas nuvens. O horário do estudo foi entre 12h e 12h20, totalizando 21 leituras. As variáveis meteorológicas utilizadas foram: temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s).

As médias dos dados meteorológicos obtidos no interior do fragmento florestal e no percurso realizado foram comparadas estatisticamente pelo teste t a 99% de significância. Além disso, realizou-se uma análise das diferenças.

3 Resultados e Discussão

Os resultados mostraram diferenças estatísticas significativas entre o microclima interno e externo ao fragmento florestal para todas as variáveis analisadas (Tabela 1). Ao longo do transecto percorrido, a temperatura foi em média $4,3^{\circ}\text{C}$ mais elevada do que no interior da floresta. No interior do fragmento a velocidade do vento foi nula e no caminho percorrido a média encontrada foi de

$0,58\text{ m/s}$. A umidade relativa no interior do fragmento manteve-se constante e foi em média $4,2\%$ maior do que na área externa.

Observa-se que a maior diferença de temperatura entre os locais atingiu $6,1^{\circ}\text{C}$ e a menor $2,5^{\circ}\text{C}$. Sendo que a temperatura máxima no interior do fragmento foi de $20,8^{\circ}\text{C}$ e no transecto móvel foi de $25,5^{\circ}\text{C}$. Com relação a umidade relativa, a maior diferença encontrada foi $5,9\%$. No interior do fragmento os valores nunca foram menores que $59,1\%$, já e no transecto móvel o menor valor registrado foi $52,9\%$.

Em pesquisas semelhantes também realizadas em Curitiba, Biondi et al. (2011), no Bosque Capão da Imbuia, com área de 34.000 m^2 , constataram que as temperaturas no interior do fragmento foram em média $3,6^{\circ}\text{C}$ menores e a umidade relativa 14% maior. Leal et al. (2011) verificaram que no interior do Bosque Estadual João Paulo II, com área de 48.000 m^2 , as temperaturas foram em média $0,9^{\circ}\text{C}$ menores do que no percurso realizado, a umidade relativa 16% maior e a velocidade do vento $0,7\text{ m/s}$ menor. Silva et al. (2013) verificou que no interior do Bosque Gutierrez, com área de 18.000 m^2 , as temperaturas foram em média $4,4^{\circ}\text{C}$ menores e a umidade relativa $17,8\%$ maior que seus arredores.

Nos estudos descritos foram encontrados resultados semelhantes para a variável temperatura. No entanto, para a umidade relativa os valores da presente pesquisa se mostram abaixo das demais. O que pode ser justificado pelo fato do dia escolhido ter sido caracterizado por valores de umidade relativa inferiores ao comum para a cidade.

Na presente pesquisa, foi possível observar ainda que no interior do fragmento florestal as variáveis me-

Tabela 1 - Dados meteorológicos obtidos no interior do fragmento florestal (IF) e no transecto móvel (TM), suas diferenças e análise estatística

Distância (m)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Velocidade do vento (m/s)		
	IF	TM	Diferença	IF	TM	Diferença	IF	TM	Diferença
0	20,8	24,3	3,5	59,9	56,0	3,9	0,0	0,0	0,0
50	20,6	24,1	3,5	59,7	57,1	2,6	0,0	0,5	0,5
100	20,6	24,0	3,4	59,7	56,7	3,0	0,0	0,6	0,6
150	20,5	24,1	3,6	60,3	56,7	3,6	0,0	0,8	0,8
200	20,4	23,9	3,5	59,5	56,8	2,7	0,0	0,7	0,7
250	20,2	23,9	3,7	60,0	57,0	3,0	0,0	0,0	0,0
300	20,0	23,7	3,7	59,8	56,7	3,1	0,0	0,0	0,0
350	19,9	22,4	2,5	59,7	56,7	3,0	0,0	1,2	1,2
400	19,8	23,1	3,3	59,6	55,8	3,8	0,0	0,8	0,8
450	19,8	24,2	4,4	59,6	55,2	4,4	0,0	0,5	0,5
500	19,7	22,5	2,8	59,5	55,3	4,2	0,0	1,8	1,8
550	19,5	24,8	5,3	59,2	54,3	4,9	0,0	0,0	0,0
600	19,5	25,3	5,8	59,9	55,4	4,5	0,0	0,4	0,4
650	19,5	23,9	4,4	59,2	53,4	5,8	0,0	1,4	1,4
700	19,4	24,2	4,8	59,1	55,2	3,9	0,0	0,4	0,4
750	19,4	25,5	6,1	59,1	53,9	5,2	0,0	0,6	0,6
800	19,4	25,0	5,6	59,1	55,2	3,9	0,0	0,5	0,5
850	19,2	25,3	6,1	59,6	54,2	5,4	0,0	0,3	0,3
900	19,2	24,6	5,4	59,6	53,7	5,9	0,0	0,4	0,4
950	19,1	24,4	5,3	59,5	52,9	6,6	0,0	0,9	0,9
1000	19,1	23,6	4,5	59,5	55,4	4,1	0,0	0,4	0,4
Média	19,8 a	24,1 b	4,3	59,6 a	55,4 b	4,2	0,0 a	0,6 b	0,6

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

eteorológicas permaneceram estáveis durante todo o período de coleta, enquanto que no percurso realizado foram observadas alterações nos dados microclimáticos (Figura 2). Estas alterações devem-se a composição da estrutura urbana (Figura 3).

Hoffmann et al. (2010) também afirmam que no interior de formações florestais existe uma grande estabilidade microclimática, se comparado às formações abertas. Já Huang et al. (2008) citam que as temperaturas sob a sombra das árvores são estáveis na escala microclimática, enquanto que ambientes com presença de cimento e áreas gramadas são mais facilmente influenciados pelas condições de velocidade do vento e radiação solar.

Pode-se observar no gráfico da temperatura que nos pontos referentes a 350 e 500 metros ocorreram quedas nos valores do transecto móvel. Nestas duas situações as coletas das informações meteorológicas foram rea-

lizadas embaixo das copas de árvores. O que justifica a diminuição destes valores, uma vez que a proteção contra a radiação solar tem efeito na redução da temperatura. Conforme cita Heisler (1974), a temperatura na sombra de uma árvore é poucos graus mais baixa do que diretamente ao sol.

Ainda com relação a temperatura, vale ressaltar que na distância de 650 e 700 metros também foram registrados valores a baixo da tendência que vinha sendo seguida. Isto ocorreu devido a passagem de nuvens encobrindo o sol. Desta forma, justifica-se os motivos para a diminuição da temperatura em situações pontuais. Sendo assim, pode-se afirmar que a influência do fragmento florestal na temperatura do ar foi detectada até aproximadamente 750 metros da borda deste fragmento.

A umidade relativa é uma variável diretamente influenciada pela temperatura, por isso, há semelhança

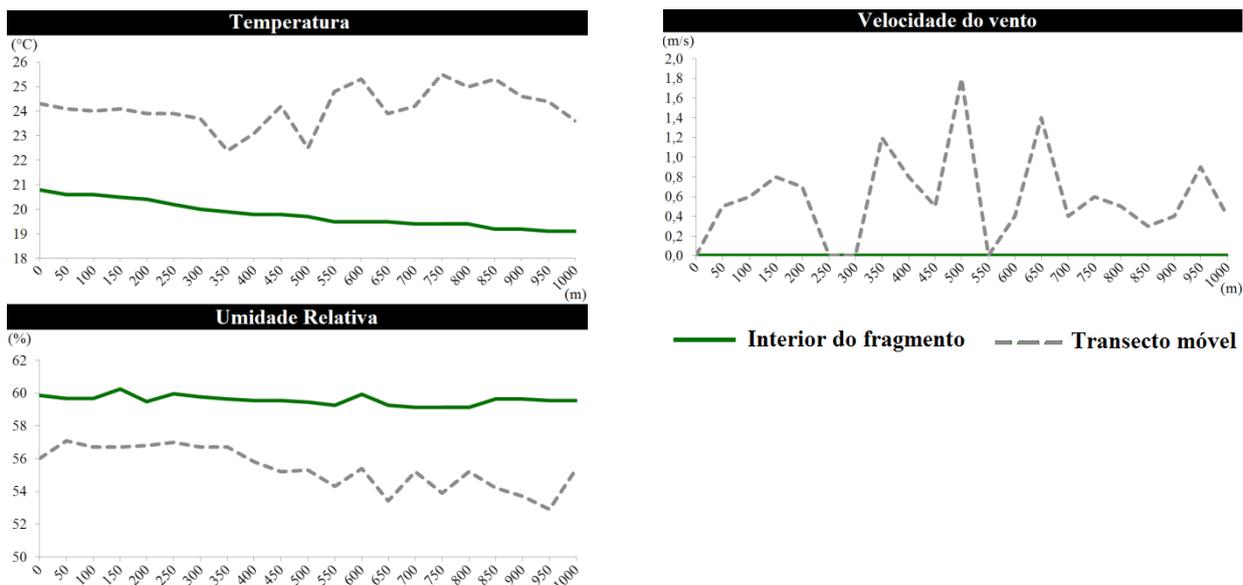


Figura 2 - Comportamento das variáveis meteorológicas no interior do fragmento florestal e no transecto móvel percorrido



Figura 3 - Locais de coleta dos dados meteorológicos, no interior do fragmento e ao longo do transecto móvel percorrido

de comportamento entre as variáveis. No entanto, é possível afirmar que a influência do fragmento florestal na umidade relativa foi mais longe do que o verificado para a temperatura, podendo ser observada até 950 metros da borda deste fragmento.

Para a velocidade do vento não foi possível determinar até aonde o fragmento florestal exerce influência. Isto porque, 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, tais como: largura das ruas, altura dos edifícios, continuidade e direção do emaranhado urbano, diferenças entre as alturas de construção e outros, fazendo com que a vegetação apresente um efeito menos significativo.

4 Conclusões

O fragmento florestal no Parque Municipal do Barigüi contribuiu para a melhoria microclimática da cidade, proporcionando impactos significativos nas áreas mais próximas.

O levantamento meteorológico expedito realizado permitiu verificar que o microclima no interior do fragmento florestal caracteriza-se por temperaturas mais baixas e umidade relativa do ar mais elevada em relação às condições encontradas no transecto móvel realizado. Além disso, apresentou velocidade do vento nula durante todo o período.

A influência do fragmento florestal nas variáveis meteorológicas pôde ser observada no seu redor imediato, para as variáveis temperatura e umidade relativa. Sendo que para a temperatura, a influência foi verificada até 750 m de distância e 950 m para a umidade relativa.

Agradecimentos

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

Referências

ABE, L. A.; BARDDAL, M. L.; BERNARDI, D. Mapeamento e caracterização da cobertura vegetal do Parque Barigüi, Curitiba, Paraná. In: "40 ANOS DE ENGENHARIA FLORESTAL - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ". Pesquisa Florestal Online, Curitiba, 2000. Anais... Curitiba: UFPR/Comitê de Pesquisa do Setor de Ciências Agrárias, 2000. p.129.

ALVAREZ, I.A. Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz /USP,

Piracicaba - SP, 2004.

ANYANWU, E. C.; KANU, I. The role of urban forest in the protection of human environmental health in geographically prone unpredictable hostile weather conditions. *International Journal of Environmental Science and Technology*, Tehran, v.3, n.2, p.197-201, 2006.

BIONDI, D. ; BATISTA, A. C. ; MARTINI, A. ; GRISE, M. M. O efeito microclimático do bosque Capão da Imbuia na cidade de Curitiba-PR, Brasil. In: CONGRESO FORESTAL LATINOAMERICANO, 5., 2011, Lima. Anais... Lima: [s.n.], 2011. Não paginado.

CRUZ, G.C.F. da. Clima Urbano de Ponta Grossa – PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira. 366f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

HAMADA, S.; OHTA, T. Seasonal variations in the cooling effect of urban green areas on surrounding urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, Davis, v.9, p. 15-24, 2010.

HEISLER, G. M. Trees and human comfort in urban areas. *Journal of Forestry*, Washington, v. 72, n. 8, p. 466-469, 1974.

HOFFMANN, G.S.; HASENACK, H.; OLIVEIRA, L.F.B. Microclima e estruturas de formações vegetais. In: SESC. O clima na Reserva Particular de Patrimônio Natural SESC Pantanal. Rio de Janeiro: SESC, p.11-53, 2010.

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*, Hamburg, v.94, p.241-257, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Curitiba em Dados. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br/Bancodados/Curitibaemdados/Curitiba_em_dados_Pesquisa.htm> Acesso em: 17/01/2013.

KOZERA, C.; V. A. O. DITTRICH & S. M. SILVA. Composição florística da Floresta Ombrófila Mista Montana do Parque Municipal do Barigüi, Curitiba, PR. *Floresta*, v. 36, n.1, p. 45-68, 2006.

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.

LEAL, L.; MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Levantamento meteorológico expedito 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: SBMET, 2011. p. 1-9.

CURITIBA. Lei nº 9800/00. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/multimedia/00084664.pdf>> Acesso em 09/10/2013.

LOMBARDO, M. A.; SILVA FILHO, D. F.; FRUEHAUF, A. L.; PAVAN, D. C. O uso de geotecnologias na análise de da ilha de calor, índice de vegetação e uso da terra. Revista Geonorte, Edição Especial 2, v.2, n.5, p.520-529, 2012.

MONTEIRO, C. A. de F. A cidade desencantada – entre a fundamentação geográfica e a imaginação artística. In: MENDONÇA, F. (Org.). Impactos socioambientais urbanos. Curitiba: Editora UFPR, 2004. p. 13-78.

OCHOA DE LA TORRE, J. M. La vegetación como instrumento para el control microclimático en línea. Não paginado. Tesis (Doctor en Arquitectura) - Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universidad Politècnica de Catalunya, 1999.

ROVANI, F. F. M.; COSTA, E. R. da; CASSOL, R.; SARTORI, M. da G. B. Ilhas de calor e frescor urbanas no bairro Camobi, Santa Maria/RS, em situação atmosférica de domínio da massa polar atlântica no inverno. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 6, p. 23-36, jun. 2010.

SHASHUA-BAR, L.; PEARLMUTTER, D.; ERELL, E. The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate. Landscape and Urban Planning, Amsterdam, v.92, p.179-186, 2009.

SILVA, D. A.; BIONDI, D.; MARTINI, A.; VIEZZER, J. Influência Microclimática do Bosque Gutierrez na Cidade de Curitiba-PR, Brasil. In: Simpósio internacional de climatologia, 2013, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2013.

SUCOMINE, N.M.; GIACOMELLI, D.C.; SHAMS, J.A.; SILVA FILHO, D.F.; LIMA, A.M.L.P., SALES, A. Análise microclimática de uma área verde e de seu entorno imediato. Anais... In: SIMPGEU - Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Maringá, 2009. p.1-10.

YU, C.; HIEN, W. N. Thermal benefits of city parks. Energy and Buildings, Lausanne, v.38, p.105-120, 2006.