



## VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA DE TRANSECTOS MÓVEIS PARA COLETA DE DADOS MICROCLIMÁTICOS NO AMBIENTE URBANO

ANGELINE MARTINI<sup>1</sup>

DANIELA BIONDI<sup>2</sup>

ANTONIO CARLOS BATISTA<sup>3</sup>

DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO<sup>4</sup>

---

**Resumo:** A pesquisa teve como objetivo validar a utilização da metodologia de coleta de dados microclimáticos em ambiente urbano por meio de transectos móveis. Para isto foi realizado um experimento no fragmento remanescente de Floresta com Araucária existente no Campus III da UFPR, no qual comparou-se a coleta de dados por meio de estações temporárias fixas e transectos móveis. Os resultados demonstraram que a metodologia de coleta de dados microclimáticos por meio de transectos móveis foi eficaz para pesquisas em ambiente urbano, pois as análises demonstraram não haver diferença entre os métodos testados. Recomenda-se o uso desta metodologia para a coleta de dados microclimáticos em ambiente urbano, por ser mais prática e de menor custo.

**Palavras-chave:** estações temporárias fixas, clima urbano, Floresta com Araucária.

**Abstract:** This study aims to validate the use of mobile transect with methodology for collecting microclimate data in urban environment. The experiment was conducted in the remaining fragment of Araucaria Forest, Campus III - UFPR and the data collection by temporary fixed stations were compared with the mobile transects. The results showed that the method of collecting microclimate data by mobile transects was effective for research in urban environment, because the statistical analysis showed that don't have difference between the tested methods. The use of this methodology for collecting microclimate data in an urban environment is recommended, because it is more practical and inexpensive.

**Key-words:** temporary fixed stations, urban climate, Araucaria Forest.

---

### 1 – Introdução

Atender as necessidades da sociedade cada vez mais urbana, resulta em grandes mudanças na paisagem, o que acarreta pressões sobre condicionantes do clima local (CRUZ, 2009). Este crescimento urbano acelerado e desorganizado desencadeia uma

---

<sup>1</sup> Acadêmica do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. E-mail: martini.angeline@gmail.com

<sup>2</sup> Docente do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. E-mail: dbiondi@ufpr.br

<sup>3</sup> Docente do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. E-mail: batistaufpr@ufpr.br

<sup>4</sup> Docente do programa de pós-graduação em Recursos Florestais da Universidade de São Paulo. E-mail: dfilho@usp.br



diversidade de impactos ambientais, como resposta às atividades antrópicas sobre o meio ambiente, dentre os quais se destaca a alteração do clima urbano (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2011).

Nas cidades é possível perceber que as áreas densamente construídas apresentam temperaturas mais elevadas quando comparadas ao seu entorno, criando “ilhas de calor urbano” (LEAL, 2012). Esse fenômeno exerce grande influência na qualidade de vida da população (MARTINI, 2013).

Para amenizar os problemas climáticos das cidades, uma das ferramentas frequentemente apontada por estudiosos é a utilização da vegetação, pois quando esta é bem distribuída, o balanço de energia de toda a cidade pode ser alterado pela adição de superfícies evaporativas, mais radiação absorvida pode ser dissipada e a temperatura urbana pode ser reduzida (YU; HIEN, 2006).

Assim, estudos que visam analisar a real influência das florestas urbanas no microclima, ou qualquer outro elemento da composição urbana, são essenciais para compreender a dinâmica do clima urbano, buscando promover melhorias para a cidade. No entanto, um dos desafios nesta área de pesquisa ainda refere-se à escolha dos procedimentos de coleta e análise dos dados, bem como sua padronização e validação.

Segundo Costa (2006) o estudo do clima urbano é relativamente novo, e os modos de investigação ou a prática empregada neste tipo de pesquisa podem envolver os seguintes processos: conceituação, elaboração de teorias, observações de campo, modelagem, validação de modelos, aplicação no design urbano e no planejamento, impactos de assentamento e programa de desenvolvimento.

Para a determinação da influência de um fator específico no clima urbano, como no caso da vegetação por exemplo, a investigação consiste nas observações de campo, sendo que os métodos básicos utilizados para estas medições são: estações fixas, transectos móveis, sensoriamento remoto, sensoriamento vertical e balanço de energia (GARTLAND, 2010).

Segundo Gartland (2010), as medições de campo por meio dos transectos móveis consistem em percorrer um trajeto predeterminado por uma área, parando em locais representativos, para obter medidas utilizando apenas um tipo de instrumentação meteorológica. É uma maneira econômica de estudar esses efeitos do clima urbano a qualquer hora do dia ou da noite, ao contrário da instalação de estações temporárias para coletar dados em locais fixos, que é um trabalho mais difícil e oneroso.



Para aprimorar e desenvolver métodos de coleta de dados meteorológicos em campo, o objetivo desta pesquisa foi validar a utilização da metodologia de coleta de dados microclimáticos em ambiente urbano por meio de transectos móveis.

## 2 - Materiais e métodos

O presente trabalho foi realizado no *Campus III* da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. A capital paranaense localiza-se no Primeiro Planalto a uma altitude média de 934,6 m acima do nível do mar e situa-se aproximadamente a 25° 25' de latitude sul e 49° 17' de longitude oeste. Segundo a classificação de Köppen, a cidade de Curitiba localiza-se em região climática do tipo Cfb, com clima subtropical úmido, mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas frequentes e ocasionais precipitações de neve.

A área de estudo compreende um fragmento remanescente de Floresta com Araucária, popularmente conhecido por Capão do Tigre. Foi estabelecido um percurso com início no interior do fragmento florestal e estendendo-se por 200 m. Neste percurso foram instaladas estações temporárias fixas a cada 50 m, totalizando cinco estações ao longo de toda a extensão. Estas estações consistem em mini-abrigos meteorológicos criados com tubo de PVC de 150 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro, com aberturas nas laterais e revestido externamente com papel alumínio (LEAL *et al.*, 2010), fixados a 1,50 m de altura do solo. No interior destes mini-abrigos foram utilizados registradores do modelo Hobo® Data Logger RH & Temp H8, da marca Onset. Esses aparelhos que foram previamente aferidos, medem temperaturas entre - 20 e 70 °C e umidade relativa entre 25 e 95%, com precisão de  $\pm 5$  unidades para umidade relativa do ar e  $\pm 0,7$  unidades para temperatura.

Concomitante à coleta de dados pelas estações temporárias fixas, foram coletados dados de temperatura e umidade relativa também por meio de transectos móveis. Para isto, foram utilizadas duas mini-estações da marca Kestrel®. Este equipamento, segundo informações do fabricante, apresenta uma precisão da temperatura de  $\pm 0,1$  °C, abrangendo um intervalo de medição de -20 °C a 60 °C. Os valores de umidade relativa possuem uma precisão de  $\pm 3\%$ . Um destes equipamentos foi fixado a 1,50 m de altura, no interior do fragmento florestal, junto à estação temporária fixa, tanto para comparar com os dados fornecidos pela estação temporária fixa como para comparar com os dados do mesmo equipamento utilizado no transecto móvel. Todos os equipamentos utilizados nesta pesquisa foram programados para registrar dados a cada minuto (Figura 01).

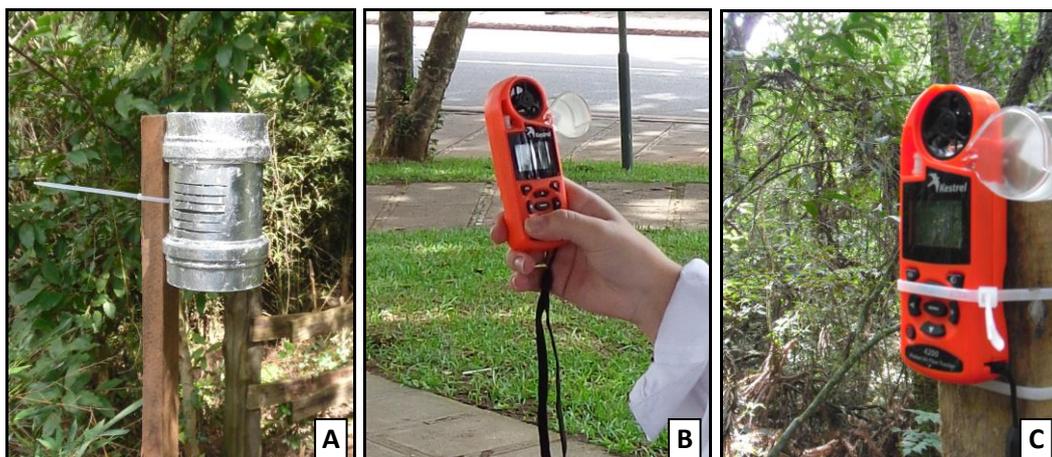


Figura 01 - A) Estação temporária fixa; B) Equipamento utilizado no transecto móvel - Kestrel; C) Kestrel fixado a 1,50 m do solo.

A coleta dos dados meteorológicos foi realizada no dia 13 de maio de 2014, com início às 12 h, período caracterizado como de céu com poucas nuvens. O transecto móvel foi percorrido a pé por um pesquisador, com parada a cada 50 m, no mesmo local onde foi instalada a estação temporária fixa. O aparelho utilizado pelo pesquisador no caminhamento também foi mantido a 1,50 m de altura. A pausa, de aproximadamente 10 s em cada ponto, foi necessária para completar o tempo de programação pré estabelecida do equipamento (1 min).

O percurso foi repetido oito vezes, em aproximadamente 30 minutos, compreendendo cinco pontos de coleta em ambientes distintos: interior do fragmento florestal (floresta), borda do fragmento florestal (borda), gramado a céu aberto sem interferências de outros elementos próximos (gramado), calçada do estacionamento, com grande quantidade de área impermeável e árvores de copa densa (calçada 1) calçada do estacionamento, com grande quantidade de área impermeável e árvores de copa rala (calçada 2). O trajeto e a duração da pesquisa foram definidos e realizados em curto espaço de tempo, para minimizar os efeitos das diferentes intensidades de radiação produzidas pela variação da altura aparente do sol, evitando a necessidade de correção dos dados de acordo com o período de medição (LEAL *et al.*, 2011).

Com os dados meteorológicos coletados simultaneamente entre as estações temporárias fixas e o transecto móvel, foi possível comparar os resultados das diferentes metodologias empregadas. Inicialmente foi realizada uma análise entre os dados coletados no interior da floresta, comparando as três formas de coleta: estação temporária fixa com o equipamento Hobo, Kestrel fixado a 1,50 m e transecto móvel com o equipamento Kestrel.



Estas três formas de coletas de dados no interior do fragmento florestal foram comparadas estatisticamente por meio do teste SNK a 5% de significância.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados pelas estações fixas foram comparados com os valores do transecto móvel através de gráficos. Por fim, foram analisadas as diferenças entre os ambientes para os dois métodos utilizados.

### 3 - Resultados e discussão

A análise realizada com os dados de temperatura e umidade relativa, obtidos por diferentes métodos de coleta no interior do fragmento de floresta, demonstrou não haver diferença estatística significativa entre os métodos apenas para a variável temperatura (Tabela 01).

Hora	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)		
	Hobo	Kestrel fixo	Kestrel móvel	Hobo	Kestrel fixo	Kestrel móvel
12:00	22,5	20,5	20,7	61,3	74,0	72,3
12:08	21,3	20,1	20,4	62,5	75,6	73,6
12:16	20,6	20,1	20,3	67,6	76,3	74,5
12:24	20,2	19,6	19,9	70,4	77,5	75,8
12:33	19,8	19,1	19,2	71,1	79,4	76,9
Média	20,9 <b>a</b>	19,9 <b>a</b>	20,1 <b>a</b>	66,6 <b>b</b>	76,6 <b>a</b>	74,6 <b>a</b>

Tabela 01 - Valores de temperatura e umidade relativa obtidos nos diferentes métodos testados e análise estatística (SNK).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste SNK.

Observa-se que embora não haja diferença estatística significativa, a média de temperatura obtida pela estação temporária fixa (Hobo) é maior do que as demais, sendo que a diferença entre as médias das leituras do Kestrel fixo e móvel foi de apenas 0,2 °C. Isto pode estar refletindo as variações de ambientes percorridos que respondem rapidamente com a variável temperatura, tais como: superfície de gramado, calçada e cobertura arbórea.

Para a umidade relativa, foi possível observar que a estação temporária fixa (Hobo) registrou os menores valores, diferenciando-se estatisticamente dos demais métodos. A diferença entre as médias observadas do Kestrel fixo e móvel, para esta variável, foi de apenas duas unidades. Assim, pode-se notar que a umidade relativa apresentou diferenças mais acentuadas entre os métodos do que a temperatura. Fortuniak, Klysik e Wibig (2006) afirmam que devido ao processo de saturação, os valores de umidade sofrem muita variação e aumentam consideravelmente os erros de medição. Deste modo, o contraste do conteúdo de vapor d'água no ambiente urbano é mais complexo do que para a temperatura.



A diferença verificada nos valores de temperatura e umidade relativa entre o Kestrel fixo e móvel além de não ser estatisticamente distinta, está no limite aceitável da precisão do equipamento, pré-estabelecida pelo fabricante. Deste modo, pode-se afirmar que ao utilizar o mesmo equipamento previamente aferido, não há diferença entre a coleta de dados por meio de estações fixas ou transectos móveis.

A comparação entre os dados de temperatura e umidade relativa obtidos pelas estações temporárias fixas e pelo percurso do transecto móvel podem ser observadas na Figura 02.

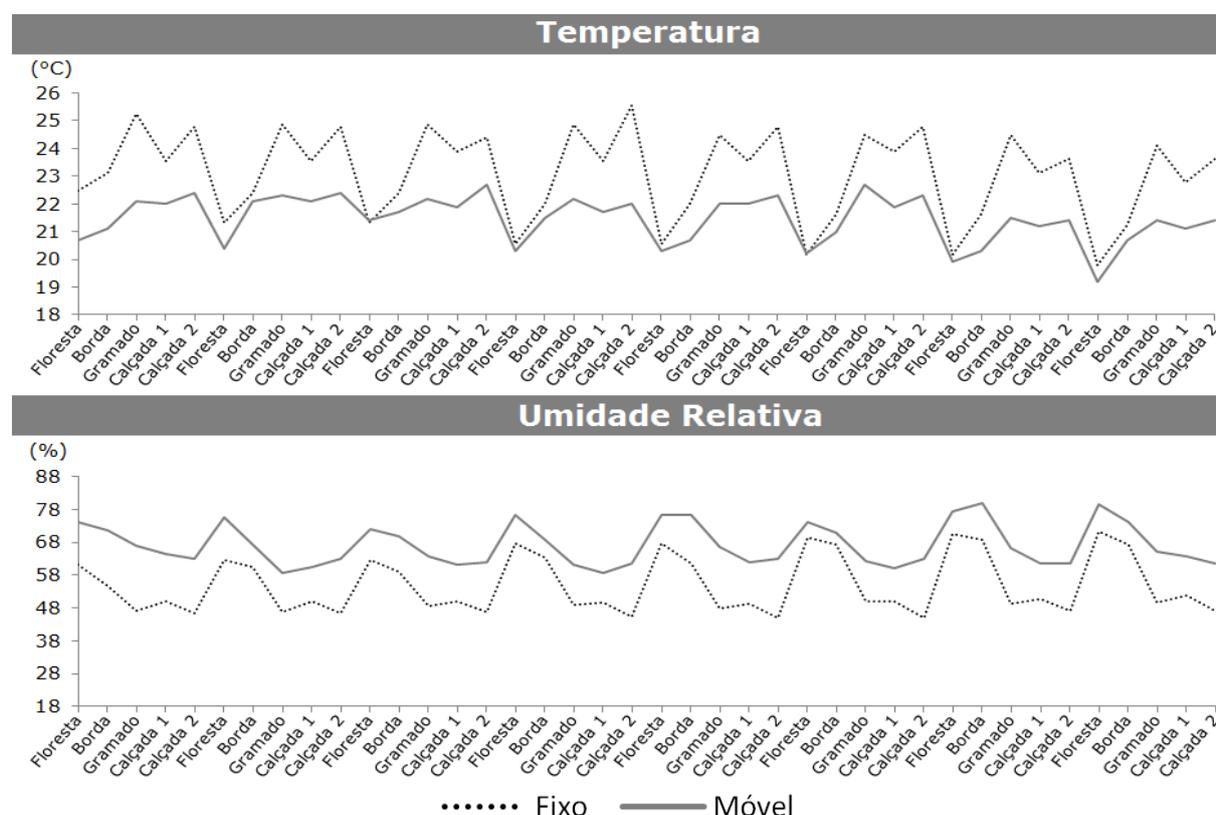


Figura 02 - Tendência dos valores de temperatura e umidade relativa obtidos pelas estações temporárias fixas e pelo transecto móvel.

Observa-se que as estações temporárias fixas, com o equipamento Hobo, sempre apresentaram maiores valores de temperatura e menores valores de umidade relativa. A diferença média dos valores entre as estações temporárias fixas e do transecto móvel foi de 1,6 °C para a temperatura e 12,3% para a umidade relativa. Este resultado evidencia a diferença entre os equipamentos utilizados e não entre os métodos aplicados, uma vez que a análise anterior demonstrou não haver diferença significativa entre o método quando se utiliza um mesmo equipamento.



Este resultado permitiu afirmar experimentalmente a importância de se utilizar um mesmo equipamento em coletas de dados simultâneas, corroborando com a afirmação de Danni-Oliveira (2002). A autora afirma que os experimentos de campo que buscam a medição simultânea de dados meteorológicos em diferentes locais necessitam de equipamentos com equidade entre si, de modo que as medidas obtidas nos locais selecionados possam ser comparáveis.

Na pesquisa realizada foi possível notar ainda que, mesmo com essa diferença entre os valores das estações temporárias fixas e do transecto móvel, a tendência obtida pelos dois métodos foi a mesma. Em todas as repetições, a floresta apresentou menores valores de temperatura e maiores valores de umidade relativa. De modo contrário, o gramado e a calçada 2 apresentaram maiores valores de temperatura e menores valores de umidade relativa. Isto porque o gramado está a céu aberto, com incidência direta do sol e a calçada 2 tem grande área de superfície impermeável, com menor quantidade de obstáculos à radiação solar do que a calçada 1. O efeito das árvores no microclima ao longo do dia, que reduz a passagem dos raios solares para o chão, proporcionando sombreamento a essa área (MAHMOUD, 2011). Além disso, a evapotranspiração das plantas exerce efeito muito positivo no clima urbano, pois tem a capacidade de absorver calor, o que leva à diminuição da temperatura do microclima local nas horas de maior calor (ABREU, 2008).

Ao analisar a diferença dos valores de temperatura e umidade relativa entre o interior do fragmento florestal e os demais ambientes pode-se observar que a tendência foi a mesma entre os métodos (Figura 03).

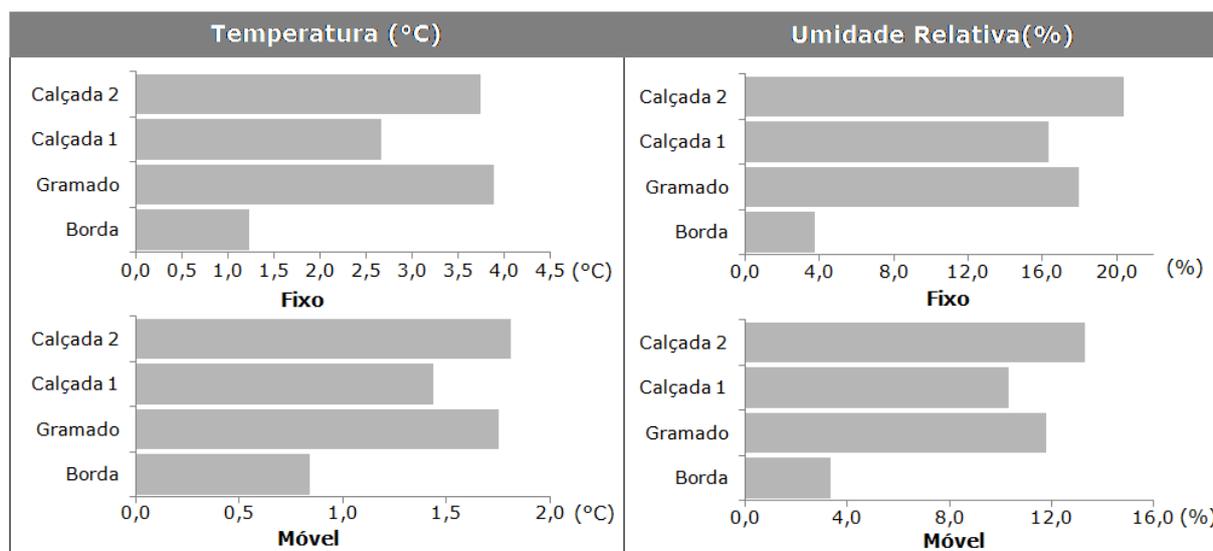


Figura 03 - Diferença dos valores de temperatura e umidade relativa entre o interior do fragmento florestal e os demais ambientes.



Para as duas variáveis, a menor diferença encontrada foi entre o fragmento de floresta e a borda deste fragmento, seguido pela diferença com a calçada 1. O gramado e a calçada 2 apresentaram as maiores diferenças também nesta análise. Estes resultados foram obtidos pelos dois métodos utilizados (fixo e móvel), não havendo variação entre eles. Pode-se notar ainda, a diferença entre o fragmento florestal e a borda, obtido pelo método de estações fixas foi semelhante à obtida pelo transecto móvel, o que indica que a discrepância entre os valores dos métodos nos demais ambientes refere-se a resposta dos aparelhos à radiação solar, uma vez que os demais ambientes ficaram mais expostos à radiação solar do que o interior do fragmento e a borda.

#### 4 - Conclusões

A metodologia de coleta de dados microclimáticos por meio de transectos móveis se mostrou eficaz para pesquisas em ambiente urbano, pois a análise dos resultados obtidos no interior do fragmento florestal demonstrou não haver diferença estatística significativa entre os métodos testados.

De modo geral, os resultados obtidos pelo transecto móvel apresentaram menores valores de temperatura e maiores valores de umidade relativa do que o método que utilizou estações temporárias fixas. No entanto, a tendência obtida pelos métodos foi a mesma, o que evidencia a diferença entre os equipamentos utilizados e não entre os métodos aplicados. Além disso, a diferença encontrada entre o fragmento florestal e os demais ambientes também apresentou tendência semelhante nos diferentes métodos.

Por se tratar de uma metodologia mais prática e de menor custo, recomenda-se o uso de transectos móveis para a coleta de dados microclimáticos em ambiente urbano com diferentes tipologias de cobertura.

#### 5 - Referências Bibliográficas

ABREU, L. V. de. **Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

COSTA, A.; LABAKI, L.; ARAÚJO, V. Medições de campo na área urbana: o desafio da padronização. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v.7, n.1, 2006, p.26 -31.

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.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. Procedimentos de aferição de termômetros para atividades de campo em climatologia geográfica. **Ra'ega**, Curitiba, n. 6, p. 75-80, 2002.



FORTUNIAK, K.; KLYSIK, K.; WIBIG, J. Urban–rural contrasts of meteorological parameters in Lodz. **Theor. Appl. Climatol.**, Viena, v. 84, p. 91–101, 2006.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 223 p.

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: IV Encontro Sul-brasileiro de Meteorologia, 2011, Pelotas/RS. **Anais...** IV Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia, 2011. p. 01-09.

LEAL, L.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; MARTINI, A. Estudos microclimáticos no ambiente urbano - Validação de mini-abrigos para proteção de sensores meteorológicos. In: XIV Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2010, Bento Gonçalves/RS. **Anais...** XIV Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, CD-ROM, 2010. v. 1. p. 1-13.

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.

MAHMOUD, A. H. A. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. **Building and Environment**, Oxford, v. 46, p. 2641-2656, 2011.

MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba- PR**. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

NASCIMENTO, D. T. F.. OLIVEIRA, I. J de. Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/GO (1986-2010). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 113-127, jul./dez. 2011.

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