

Tempo de conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas

Time of thermal comfort provided by tree lined streets

Angeline **MARTINI**^{1, 3}; Daniela **BIONDI**² & Antonio Carlos **BATISTA**²

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi comparar o tempo de permanência nas classes de conforto térmico que as ruas com e sem arborização proporcionam na cidade de Curitiba (PR). Para isso foram selecionadas três amostras, cada uma contendo um trecho de rua com e outro sem arborização; as ruas arborizadas eram compostas por diferentes espécies. Realizou-se o monitoramento das variáveis meteorológicas com miniestações da marca Kestrel® e “medidores de stress térmico” modelo TGD-400. A coleta desses dados ocorreu das 9 às 15 horas, com intervalo de monitoramento de 1 minuto, repetida nas quatro estações do ano, com início no inverno de 2011. O índice utilizado para a análise do conforto térmico foi o Universal Thermal Climate Index (UTCI). Os resultados demonstram que as ruas arborizadas, além de apresentarem melhores índices de conforto térmico do que as ruas sem arborização, proporcionaram condições de conforto por mais tempo. No inverno, as ruas arborizadas registraram conforto térmico em 92,6% do tempo; as ruas sem arborização, em 77,3%. No verão, as ruas arborizadas apresentaram conforto térmico em apenas 16,3% do tempo, enquanto as ruas sem arborização não evidenciaram conforto térmico em nenhum momento. Conclui-se que uma rua arborizada proporciona condições de conforto térmico por mais tempo do que uma sem arborização.

Palavras-chave: arborização urbana; estações do ano; índice de conforto térmico; UTCI.

ABSTRACT

The aim of this research was to compare the length of stay in comfort classes that streets with and without trees provide in Curitiba, State of Parana. For this, three samples, each one containing a street stretch with trees and a street stretch without trees, were selected, the tree-lined streets being composed of different species. The monitoring of the meteorological variables was done with the mini-station Kestrel® and the heat stress monitor TGD-400. The data collection period was from 9 AM to 3 PM and the monitoring interval was every 1 minute, in the four seasons, starting in winter 2011. The influence on thermal comfort was analyzed using the UTCI. The results indicate that the tree-lined streets, beyond showing better indexes of thermal comfort than the streets without trees, provided longer comfort conditions. In winter, the tree-lined streets recorded thermal comfort in 92.6% of the time and the streets without trees in 77.3%. In summer, the tree-lined streets showed thermal comfort in only 16.3%, while the streets without trees showed no thermal comfort at any time. It is concluded that a street with trees provides thermal comfort conditions for longer than a street without trees.

Keywords: seasons; thermal comfort index; tree lined streets; UTCI.

Recebido em: 9 out. 2018
Aceito em: 23 set. 2019

¹ Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário – CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brasil.

² Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

³ Autor para correspondência: martini.angeline@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A presença da vegetação nas cidades tem sido uma das ferramentas frequentemente apontadas pelos pesquisadores do ambiente urbano para melhorar as condições microclimáticas, bem como para proporcionar conforto ambiental e melhor qualidade de vida. Conforme Biondi (2008), a arborização é um dos componentes bióticos mais importantes do meio urbano porque está diretamente relacionada com o conforto ambiental.

Dimoudi & Nikolopoulou (2003) consideram as árvores fundamentais para minimizar os efeitos da alteração do clima provocados pelas ações humanas, o resfriamento do ar, o aumento da umidade relativa e as mudanças na ventilação. Segundo McPherson & Simpson (2002), outro benefício significativo da presença da arborização urbana é a capacidade de interceptação das chuvas, que reduz a taxa e o volume das enxurradas causadas pelas tempestades, contribuindo para o ciclo hidrológico e para a redistribuição da umidade.

Leal (2012) afirma que o planejamento das florestas urbanas, contemplando a criação de parques, bosques e arborização de ruas, é a medida mais eficiente para promover mudanças, principalmente no microclima urbano. Yu & Hien (2006) dizem que, quando a vegetação é bem distribuída, o balanço de energia de toda a cidade pode ser modificado pela adição de mais superfícies evaporativas, mais radiação absorvida pode ser dissipada na forma de calor latente e a temperatura urbana pode ser reduzida.

Uma cidade arborizada é vista e lembrada como uma cidade agradável e bonita (MATOS & QUEIROZ, 2009). No entanto Silva (2009) afiança que os espaços vegetados dentro das cidades estão concentrados em grandes parques urbanos, sendo deixado de lado o tecido urbano para a implantação da arborização, o que gera um sistema viário empobrecido ambientalmente e desconfortável climaticamente. Na maioria das cidades brasileiras não existem ações que visem à arborização urbana de forma estruturada e que insiram a vegetação nas vias públicas de modo a buscar microclimas mais confortáveis termicamente.

O conforto térmico, junto com outros componentes como o ruído, a qualidade do ar e a luminosidade, constitui o conforto ambiental, uma importante área de investigação em que se procura compreender de que forma as condições do meio influenciam, positiva ou negativamente, na percepção de conforto humano (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Entende-se como conforto térmico o estado em que um indivíduo não tem vontade de mudar sua interação térmica com o meio. Essa neutralidade térmica é um ideal de comodidade, como também de adequação, pois colabora para a eficiência na realização das atividades (SCHMID, 2005). De acordo com Roaf *et al.* (2009), o conforto térmico é uma resposta ao ambiente físico e ao estado psicológico do corpo, influenciado pela postura do indivíduo em relação ao ambiente que o cerca e às suas experiências com ambientes térmicos.

Segundo Höpfe (1999), o conforto térmico é mensurado com índices de conforto, visto que a avaliação de desempenho dos espaços implica a comparação de medições com critérios de desempenho preestabelecidos ou padrões de comparação, que podem ser caracterizados por índices ou normas técnicas existentes (REIS & LAY, 1995).

Entre os índices de conforto térmico mais recentes está o Universal Thermal Climate Index – UTCI (ROSSI, 2012). Segundo Rossi (2012), o índice foi desenvolvido na Europa e tem sido amplamente adotado em avaliações referentes ao conforto térmico em ambientes externos, pois é aplicável a todos os tipos de clima, independentemente das características pessoais dos indivíduos. Os primeiros trabalhos no Brasil que utilizaram esse índice para a avaliação do conforto térmico de ambientes externos foram desenvolvidos na cidade de Curitiba por Rossi *et al.* (2012).

O conhecimento do comportamento das espécies arbóreas em relação ao conforto térmico é importante para que seja incorporado ao planejamento ou a intervenções dos espaços abertos, aproveitando-se com inteligência os benefícios dos indivíduos arbóreos, com vistas à melhoria da qualidade de vida das pessoas (ABREU & LABAKI, 2010). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi comparar o tempo de permanência nas classes de conforto térmico que as ruas arborizadas e sem arborização proporcionam na cidade de Curitiba.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na cidade de Curitiba, localizada no primeiro planalto paranaense, a 934,6 m de altitude média. O marco zero da cidade fica na Praça Tiradentes, na latitude 25° 25' 40" S e longitude 49° 16' 23" W. Tendo-se por referência a classificação de Köppen, a cidade situa-se em região climática do tipo Cfb, subtropical úmido, mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas frequentes (IPPUC, 2011).

Utilizando os dados do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2012), entre os anos de 1998 e 2010, obteve-se temperatura 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 1.403,30 mm, e a umidade relativa, 79,4%. Os ventos predominantes foram de leste (E), com velocidade média de 2,04 m/s.

Estabeleceram-se 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 trecho de rua sem arborização (figura 1). A amostra Alto da Rua XV é formada por um trecho da Rua Marechal Deodoro, sem arborização, e da Rua Fernando Amaro, arborizada com a espécie botânica *Tipuana tipu* (Benth.) (tipuana). A amostra Hugo Lange é constituída por um trecho da Rua Augusto Stresser, sem arborização, e da Rua Dr. Goulin, arborizada com a espécie botânica *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) (ipê-amarelo). A amostra Bacacheri é composta por um trecho da Rua Estados Unidos sem arborização e outro arborizado com as espécies botânicas *Lafoensia pacari* Saint-Hilaire (dedaleiro) e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico).

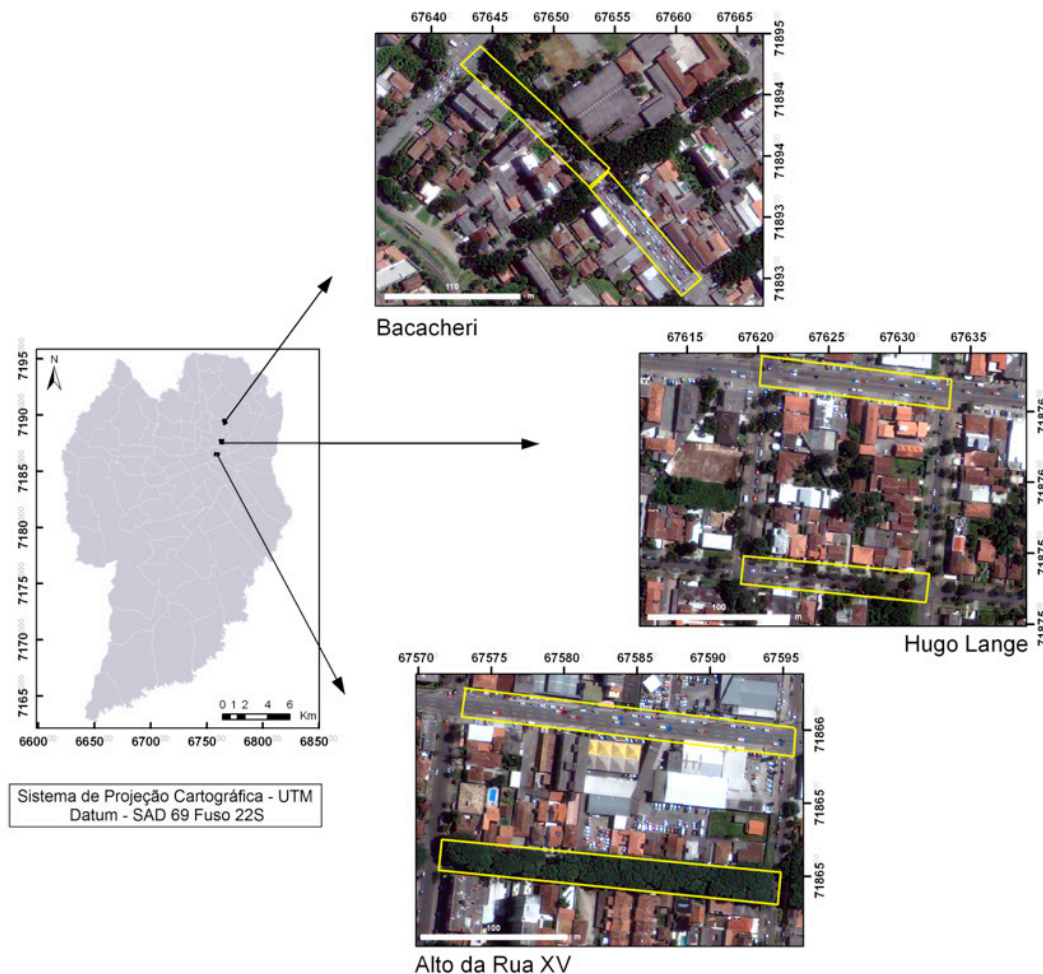


Figura 1 – Localização das amostras de estudo na cidade de Curitiba (PR).

Para analisar a influência das árvores de ruas no conforto térmico da cidade, utilizaram-se duas miniestações da marca Kestrel® e dois “medidores de stress térmico” modelo TGD-400. Tais equipamentos foram posicionados 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 pela movimentação aparente do sol. O medidor de estresse térmico TGD-400 foi fixado em um tripé, onde a mesa de sensores permaneceu a 1,50 m de altura, junto da qual foi acoplada a miniestação Kestrel®. A abertura da ventilação, de ambos os aparelhos, foi direcionada para a posição nordeste (NE), sentido predominante da direção dos ventos.

O monitoramento das variáveis meteorológicas para cada amostra foi feito em dias diferentes, por causa do número de equipamentos disponíveis. Dessa forma, em cada dia de coleta, um conjunto de equipamentos permaneceu na rua arborizada e o outro na rua sem arborização. O procedimento foi repetido nas quatro estações do ano, para melhor caracterizar os resultados.

As variáveis meteorológicas empregadas neste estudo foram: temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento (m/s) e temperatura do globo (°C). O monitoramento ocorreu no inverno e na primavera de 2011 e no verão e no outono de 2012. 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 1 minuto, o que gerou um conjunto de 360 dados.

Analisou-se a influência da arborização de ruas no conforto térmico por meio do UTCI. Esse índice foi calculado a cada minuto, por intermédio do programa Bioklima 2.6, *software* de livre acesso desenvolvido por Michael Blazejczyk (IGPZ, 2012). Os dados de entrada para o cálculo foram: velocidade do vento a 1,5 m e a 10 m de altura do solo, temperatura do ar, umidade relativa e temperatura radiante média.

A velocidade do vento a 10 m de altura é uma variável fundamental para o cálculo do índice. No entanto, como o monitoramento da variável vento foi efetuado a 1,5 m, aplicou-se um fator de escala para a determinação dessa variável (BRÖDE *et al.*, 2012):

$$v_a = v_{a_{xm}} \times \log\left(\frac{10}{0,01}\right) \div \log\left(\frac{x}{0,01}\right)$$

Em que:

v_a = velocidade do vento a 10 m de altura, em m/s;

$v_{a_{xm}}$ = velocidade do vento medida a x metros, em m/s;

x = altura na qual a velocidade do vento foi medida, nesse caso a 1,5 m.

A temperatura radiante média também foi calculada, mediante a fórmula definida pela ISO 7726, para convecção forçada:

$$T_{rm} = [(tg + 273)^4 + 2,5 \times 10^8 \times v_a^{0,6} \times (tg - ta)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

Em que:

T_{rm} = temperatura média radiante (°C);

tg = temperatura do globo (°C);

v_a = velocidade do vento (m/s);

ta = temperatura do ar (°C).

Realizados os ajustes e demais cálculos necessários, obteve-se o UTCI para cada conjunto de dados. Esses valores foram classificados em suas respectivas classes de estresse térmico, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Classes e nível de estresse térmico do UTCI.

Classes do UTCI	Nível de estresse térmico
-40°C	Extremo estresse para o frio
-27°C	Muito forte estresse para o frio
-13°C	Forte estresse para o frio
0°C	Moderado estresse para o frio
9°C	Pouco estresse para o frio
26°C	Sem estresse térmico (conforto)
32°C	Moderado estresse para o calor
38°C	Forte estresse para o calor
46°C	Muito forte estresse para o calor
	Extremo estresse para o calor

Fontes: Blażejczyk *et al.* (2010); UTCI (2012).

Com os valores do UTCI classificados a cada minuto, determinou-se a porcentagem de tempo em que as ruas permaneceram em cada classe de estresse térmico, em cada estação do ano. Os resultados estão expostos por meio de gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as estações do ano, a rua arborizada com tipuana apresentou melhores condições de conforto térmico, inclusive no inverno. O tempo de permanência em cada classe de estresse que as ruas arborizadas e sem arborização evidenciaram ao longo de todo o período de monitoramento, nas quatro estações do ano, demonstra ainda mais os benefícios que a arborização de ruas exerce no conforto térmico (figura 2).



Figura 2 – Tempo de permanência nas classes de estresse das ruas arborizadas e sem arborização em cada amostra e estações do ano.

Observa-se que a rua arborizada com tipuana, em todas as estações do ano, teve maior duração de conforto térmico. Na estação do inverno, o tempo de permanência na classe de conforto da rua arborizada foi 16,9% maior do que na rua sem arborização, na primavera 21,6%, no verão 41,8% e no outono 10,0%.

A rua arborizada com ipê-amarelo, em todas as estações do ano, exceto no inverno, apresentou conforto térmico por mais tempo. Na estação do inverno, o tempo de permanência

na classe de conforto da rua arborizada foi igual ao da rua sem arborização. Nas demais estações foi sempre maior; na primavera foi 26,9% maior, no verão 2,8% e no outono 21,9%.

A rua arborizada com dedaleiro e angico, em todas as estações do ano, mostrou conforto térmico por mais tempo. Na estação do inverno, o tempo de permanência na classe de conforto da rua arborizada foi 29,1% maior do que na rua sem arborização, na primavera 28,0%, no verão 4,2% e no outono 10,0%.

De modo geral, as ruas arborizadas, além de apresentarem índices de conforto térmico melhores do que as ruas sem arborização, proporcionaram por mais tempo condições de conforto (69,8%). As ruas sem arborização registraram conforto térmico em 52,1% do tempo monitorado, estresse por moderado calor em 22,5%, forte calor em 19%, muito forte calor em 4,5% e leve frio em 1,9%. Outras classes encontradas nas ruas arborizadas foram: estresse por moderado calor (19,1%), forte calor (9,0%), leve frio (1,8%) e muito forte calor (0,2%).

Na estação do inverno, as ruas arborizadas apontaram conforto térmico em 92,6% do tempo monitorado, e as ruas sem arborização, em 77,3%. Na primavera, as ruas arborizadas demonstraram conforto térmico em 77,2% do tempo, e a rua sem arborização, em 51,7%. No verão, as ruas arborizadas apresentaram conforto térmico em apenas 16,3% do tempo, permanecendo na classe de “moderado calor” por um período maior (55,8%); já as ruas sem arborização não evidenciaram conforto térmico em nenhum momento, com permanência maior na classe de “forte calor” (64,0%). No outono, as ruas arborizadas manifestaram conforto térmico em 93,2% do tempo, e as ruas sem arborização, em 79,2%.

Os resultados comprovam que a arborização contribui para o conforto térmico de várias maneiras. No entanto o grau de influência da arborização no conforto térmico também foi variável conforme a composição utilizada, seguindo os mesmos princípios já citados referentes ao microclima. Abreu (2008) afirma que, nas cidades, os indivíduos arbóreos costumam ocorrer em formas combinadas, seguindo os arranjos do meio urbano e, por isso, o resultado relativo ao conforto é específico. Apesar disso, mesmo que de forma diferenciada, todas as espécies analisadas no presente estudo proporcionaram melhores condições de conforto térmico do que as ruas sem arborização.

Ao serem examinados os benefícios proporcionados pelas espécies *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo), *Syzygium cumini* (jambolão) e *Mangifera indica* (mangueira), Abreu & Labaki (2010) também concluíram que todas elas foram capazes de alterar a sensação de conforto térmico no entorno imediato, porém de modo distinto. Isso porque as espécies decíduas proporcionaram boas condições de conforto em diferentes distâncias durante todo o ano, e as espécies perenes tiveram maior influência na sensação térmica no período de verão do que no inverno. Além disso, em ambas as estações foram encontradas condições mais confortáveis à sombra da copa do que nos arredores imediatos.

Segundo Silva *et al.* (2011), na área urbana o conforto humano não depende só da não incidência de radiação solar direta tanto nas próprias pessoas como em materiais de construção impermeabilizantes, que absorvem o calor em vez de interceptá-los, mas também da ventilação natural, pois o vento é refrigerado ao entrar em contato com as superfícies foliares e realizar trocas por convecção.

Lima (2009), ao analisar a temperatura e umidade relativa do ar nas praças de Maringá (PR), constatou que a formação de ambientes térmicos urbanos mais agradáveis está diretamente associada à presença da vegetação. Levando em conta as mesmas variáveis, em uma via arborizada e outra com pouca arborização em Manaus (AM), Monteiro (2008) também comprovou a influência que a vegetação pode ter na busca por níveis satisfatórios de conforto térmico à população.

Gomes & Amorim (2003) averiguaram o conforto de praças em Presidente Prudente (SP), com a utilização da temperatura efetiva, e concluíram que a vegetação tem grande importância como reguladora do campo térmico urbano, uma vez que a área arborizada apresentou índices de conforto em relação aos outros pontos sem vegetação. Em um parque na cidade de Freiburg, na Alemanha, Streiling & Matzarakis (2003) encontraram diferenças significativas para o conforto entre as áreas com e sem árvore, empregando o índice Temperatura Fisiológica Equivalente (PET). Também com esse mesmo índice, Martini *et al.* (2011), na cidade de Curitiba (PR), observaram

melhores condições de conforto térmico no interior de um fragmento florestal urbano do que na área externa.

Em vista disso, Minella (2009) afixa que a vegetação é um dos melhores ou, talvez, o melhor recurso para obter conforto térmico em vias públicas, o que constitui uma indicação proveniente do papel que a arborização desempenha.

CONCLUSÃO

A arborização de ruas proporciona microclimas mais confortáveis termicamente, haja vista as ruas arborizadas, além de apresentarem índices de conforto térmico melhores do que as ruas sem arborização, possibilitarem por mais tempo condições de conforto.

Os resultados encontrados enfatizam a importância da arborização de ruas para a cidade de Curitiba, principalmente porque os benefícios observados ocorrem em todas as estações do ano.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná o financiamento para a compra dos equipamentos.

REFERÊNCIAS

Abreu, L. V. de. Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas [Dissertação de Mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2008.

Abreu, L. V. & L. C. Labaki. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. *Ambiente Construído*. 2010; 10(4): 103-117.

Biondi, D. Arborização urbana: aplicada à educação ambiental nas escolas. Curitiba: Daniela Biondi; 2008. 120 p.

Blažejczyk, K., P. Broede, D. Fiala, G. Havenith, I. Holmér, G. Jendritzky, B. Kampmann & A. Kunert. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. *Miscellanea Geographica*. 2010; 14: 91-102.

Bröde, P., E. L. Krüger, F. A. Rossi & D. Fiala. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI – a case study in southern Brazil. *International Journal of Biometeorology*. 2012; 56: 471-480.
doi: <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0452-3>

Dimoudi, A. & M. Nikolopoulou. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings*. 2003; 35(1): 69-76.
doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00081-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00081-6)

Gomes, M. A. S. & M. C. C. T. Amorim. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). *Caminhos de Geografia*. 2003; 7(10): 94-106.

- Gonçalves, A., A. C. Ribeiro, B. Rodrigues, P. Cortez, L. Nunes & M. Feliciano. Avaliação da influência dos espaços verdes no conforto térmico urbano. Anais. IV Conferência Nacional do Ambiente. Portugal; 2007. p. 1357-1362.
- Höppe, P. The physiological equivalent temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*. 1999; 43: 71-75. doi: <https://doi.org/10.1007/s004840050118>
- IGPZ – Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania. Bioklima. [Acesso em: 18 jul. 2012]. Disponível em: <http://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html>.
- IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. Curitiba em dados. [Acesso em: 17 jan. 2012]. Disponível em: http://www.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/Curitiba_em_dados_Pesquisa.htm.
- IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. Desenvolvimento sustentável: indicadores de sustentabilidade de Curitiba – 2010. Curitiba: IPPUC; 2011. 77 p.
- ISO – International Organization for Standardization. Ergonomics of the thermal environment – instruments of measuring physical quantities. ISO 7726. Switzerland; 1998.
- Leal, L. A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR [Tese de Doutorado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2012.
- Lima, D. C. R. Monitoramento e desempenho da vegetação no conforto térmico em espaços livres urbanos: o caso das praças de Maringá / PR [Dissertação de Mestrado]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2009.
- Martini, A., D. Biondi, A. C. Batista & E. M. Lima Neto. Microclima e conforto térmico de um fragmento florestal na cidade de Curitiba – PR, Brasil. Anais. V Congresso Forestal Latinoamericano. Lima; 2011. Não paginado.
- Matos, E. & L. P. Queiroz. Árvores para cidades. Salvador: Solisluna; 2009. 340 p.
- McPherson, E. G. & J. R. Simpson. A comparison of municipal forest. Benefits and costs in Modesto and Santa Monica, Califórnia, USA. *Urban Forestry & Urban Green*. 2002; (1): 61-74.
- Minella, F. C. O. Avaliação da influência de aspectos da geometria urbana sobre os níveis de conforto térmico em ruas de pedestres de Curitiba [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2009.
- Monteiro, L. M. Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008.
- Reis, A. T. L. & M. C. D. Lay. As técnicas de APO como instrumento de análise ergonômica do ambiente construído. Anais. III Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Gramado; 1995. Não paginado.
- Roaf, S., D. Crichton & F. Nicol. A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas. Porto Alegre: Bookman; 2009. 384 p.
- Rossi, F. A. Proposição de metodologia e de modelo preditivo para avaliação da sensação térmica em espaços abertos em Curitiba [Tese de Doutorado]. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2012.

Rossi, F. A., E. L. Krüger & P. Bröde. Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. *Ambiente Construído*. 2012; 12(1): 41-59. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212012000100004>

Schmid, A. L. A ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental; 2005. 338 p.

Silva, C. F. Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina – PI [Dissertação de Mestrado]. Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília; 2009.

Silva, I. M. da, L. R. Gonzalez & D. F da Silva Filho. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 2011; 6(4): 35-50. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v6i4.66487>

Streiling, S. & A. Matzarakis. 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.

UTCI – Universal Thermal Climate Index. Documents – assessment scale. 2012. [Acesso em: 18 nov. 2019]. Disponível em: <http://www.utci.org/index.php>.

Yu, C. & W. N. Hien. Thermal benefits of city parks. *Energy and Buildings*. 2006; 38: 105-120.