



Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

CONFORTO TÉRMICO DE UMA RUA ARBORIZADA COM *Tabebuia chrysotricha* (MART. EX DC.) STANDL. NA CIDADE DE CURITIBA-PR

THERMAL COMFORT IN A STREET WITH *Tabebuia chrysotricha* (MART. EX DC.) STANDL. IN THE CITY OF CURITIBA-PR

(Recebido em 23.01.2013; Aceito em: 05.04.2013)

Kendra Zamproni

Acadêmica de Engenharia Florestal
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, PR, Brasil
e-mail: kendra.zam@gmail.com

Daniela Biondi Batista

Professora Dr^a, Depto. de Ciências Florestais
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, PR, Brasil
e-mail: dbiondi@ufpr.br

Angeline Martini

Mestranda do curso de Engenharia Florestal
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, PR, Brasil
e-mail: angeline@gmail.com

RESUMO

Um importante benefício proporcionado pelas árvores no meio urbano é a regulação microclimática. Isso resulta em melhores níveis de conforto térmico, essencial para a qualidade de vida nas cidades. O objetivo desse trabalho foi analisar o conforto térmico proporcionado por uma rua arborizada com *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl.. Para tanto foram coletados dados climáticos em trechos de duas ruas paralelas: Augusto Stresser que não possui árvores, e Dr. Goulin arborizada com *Tabebuia chrysotricha*. Em cada uma das ruas foi instalado um medidor de stress térmico modelo TGD-400 da marca Instrutherm que calcula o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), que representa o efeito combinado da radiação térmica, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido. Além deste

índice foram utilizadas as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, também fornecidas por este aparelho. As coletas de dados foram feitas, a cada minuto, em todas as estações do ano no período das 12:00 as 14:00 horas (corrigido no horário de verão). Os dados foram processados a cada dez minutos e as médias desses intervalos foram comparadas através do teste “t” de Student. Em nenhuma das estações do ano analisadas, o IBUTG ultrapassou o limite de tolerância para exposição ao calor de 30°C estipulado pelo Ministério de Trabalho e Emprego. O máximo valor desse índice (26,7°C) foi encontrado na rua sem arborização, no verão. Em todas as estações do ano, para as variáveis temperatura e umidade relativa, houve diferença estatística significativa entre as ruas analisadas. Em relação ao IBUTG, estatisticamente houve diferenças significativas no inverno, na primavera e no outono. A maior diferença de temperatura e umidade relativa entre as duas ruas ocorreu durante o inverno com 7°C e 24%, respectivamente. Com estes resultados obtidos conclui-se que a arborização tem influência positiva no conforto térmico das ruas.

Palavras-chave: arborização urbana, ipê-amarelo, IBUTG.

ABSTRACT

An important benefit provided by the trees in the urban area is the microclimatic regulation. It results in better levels of thermal comfort, which is essential to the quality of life in the cities. This study aimed to analyze the thermal comfort offered by a street wooded with *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl.. For that purpose, data was collected in stretches of two parallel streets: Augusto Stresser that does not have trees and Dr. Goulin, wooded with specimens of *Tabebuia chrysotricha*. On each street, a measuring instrument of thermal stress model TGD-400 of the brand Instrutherm was installed that calculates the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT). This index represents the combined effect of thermal radiation, dry bulb temperature and wet bulb temperature. Beyond this index, the variables temperature and relative air humidity were utilized, also provided by this instrument. The data was collected, once per minute, in every season of the year during the period of 12:00 p.m to 2:00 p.m (corrected in the daylight savings time). The data was processed every ten minutes and the averages of these gaps were compared through the Student “t” test. At any season analyzed, the WBGT exceeded the tolerance limit to heat exposure of 30°C specified by the “Trabalho e Emprego” Ministry (NR-15, attachment 3). The highest amount of this index (26.7°C) was found at Augusto Stresser Street, in the summer. In every season there were significant statistical differences between the variable temperatures and relative humidity at the analyzed streets. In reference to the WBGT, there were significant statistical differences in the winter, in the spring and in the fall. The greatest difference of temperature and relative air humidity between the streets was during the winter, with 7°C and 24%, respectively. With these results, it is possible to conclude that the arborization influences positively the streets thermal comfort.

Key-words: urban arborization, ipê-amarelo, WBGT.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a arborização passou a ser vista nas cidades como importante elemento reestruturador do espaço urbano (GOMES; SOARES, 2003). Além de proporcionar bem-estar psíquico para a população, pois reduz o estresse causado pelo excesso de elementos artificiais, a vegetação também atua como importante regulador microclimático. As árvores criam características especiais numa escala microclimática, regulando a umidade do ar e a temperatura. Pode-se dizer que a vegetação é um meio natural que deve ser utilizado para controlar os efeitos da radiação e diminuir o consumo de energia em ambientes que necessitam refrigeração.

A vegetação proporciona diversos ganhos ecológicos que incluem: captação e/ou retenção de material particulado, adsorção de gases, reciclagem de gases através dos mecanismos fotossintéticos, contribuição para a melhoria da qualidade do ar, amenização dos efeitos da excessiva impermeabilização do solo, redução dos níveis de ruído, diminuição da velocidade dos ventos, equilíbrio ambiental (melhoria microclimática, proteção da avifauna, conforto lumínico) (SANTOS; TEIXEIRA, 2001). Todos esses fatores transformam as áreas verdes dos espaços abertos em elementos vitais para a construção de um ambiente urbano saudável, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida dos usuários (SCHANZER, 2003).

Dentro deste contexto destaca-se a arborização de ruas. Martini (2011, p.29) afirma que nas cidades é cada vez mais difícil a existência de espaços para a criação de áreas verdes devido à competição com os equipamentos urbanos. Assim, as árvores plantadas ao longo das ruas, que formam a arborização viária, se mostram como grande alternativa na busca pelo bem estar da população, sendo uma opção promissora para trazer aos núcleos urbanos um pouco do ambiente natural. De acordo com Biondi e Althaus (2005, p.1), a arborização de ruas, além de ser um serviço público é um patrimônio que deve ser conhecido e conservado para as futuras gerações, devido a suas inúmeras contribuições.

Uma das espécies freqüentemente empregada na arborização de ruas é o ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl.). Essa é uma espécie nativa decídua e possui entre 4-10 metros de altura (LORENZI, 1992). De acordo

com Biondi e Althaus (2005, p.68-73) a mudança foliar ocorre entre agosto e setembro, período em que ocorre a floração de coloração amarela que produz um belo efeito paisagístico. Os frutos amadurecem a partir do final de setembro e meados de outubro. Pertencente a família Bignoniaceae, é muito utilizada para fins ornamentais, por sua exuberante floração. Também é bastante empregada na arborização de ruas, devido ao seu porte, adequado para ruas estreitas e fiação aérea baixa. Em Curitiba o ipê-amarelo é uma das espécies mais plantadas nas ruas e aparentemente esta se mostra bastante resistente a poluição urbana, porque a maioria de seus plantios nesta cidade está situado em áreas com grande tráfego de veículos e as características originais da espécie se mantêm fieis (BIONDI, 1995).

De acordo com Giralt (2006), o crescimento urbano intenso pelo qual passam as grandes cidades traz como consequência, entre outros aspectos, alterações no comportamento térmico nos espaços do ambiente urbano. Para Cruz (2009), atender as necessidades dessa sociedade cada vez mais urbana, resulta em grandes mudanças na paisagem, o que acarreta em pressões sobre condicionantes do clima local. Isto provoca alterações no tempo atmosférico e em alguns casos gera variações climáticas, o que leva à formação de climas especiais dentro das áreas urbanas, com variações significativas mesmo dentro delas.

O clima é o resultado dinâmico de fatores globais (como latitude, altitude e continentalidade), locais (revestimento do solo e topografia) e elementos (como temperatura, umidade e velocidade dos ventos) que dão feição a uma localidade (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007). Logo, clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (MONTEIRO, 1976, p. 75). O clima urbano é resultado da interação entre a sociedade e a natureza na cidade, e coloca em evidência as alterações do ambiente decorrentes das atividades humanas (MENDONÇA; DUBREUIL, 2005).

Condições climáticas urbanas inadequadas resultam em perda da qualidade de vida para a população (DUMKE, 2007). Desta forma, o desenvolvimento de pesquisas sobre clima urbano pode auxiliar o planejador urbano, gerando possibilidade de trabalhar alternativas de organização dos espaços urbanos, não apenas nos critérios técnicos e de desenho, mas principalmente em critérios ambientais dos ambientes urbanos (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007).

A necessidade de atender as demandas sociais por uma melhor qualidade ambiental urbana tem exigido a expansão e atualização de metodologias e procedimentos na área de conforto ambiental (LYRA, 2007).

Segundo Bartholomei (2003), conforto ambiental significa sensação de bem-estar, relacionado aos fatores ambientais (temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, níveis de iluminação, níveis de ruído, entre outros) e à funcionalidade, levando-se sempre em consideração que as sensações variam de pessoa para pessoa. Assim, as condições ambientais de conforto são aquelas que propiciam bem-estar ao maior número de pessoas. A preocupação com a qualidade de vida das pessoas tem se manifestado fortemente nos últimos anos com o crescimento da consciência ambiental.

O conforto térmico encontra-se inserido no conforto ambiental, onde também fazem parte o conforto visual, conforto acústico e qualidade do ar. Seus estudos tem ligação estreita com as áreas de Engenharia e Arquitetura, por serem elas responsáveis pela concepção e criação dos ambientes nos quais o homem passa grande parte da sua vida (XAVIER, 1999).

O conforto térmico é influenciado, de acordo com Paula (2004), pelas condições ambientais, que vem sendo ameaçada também pela impermeabilização do solo (característica das grandes cidades) e mais especificamente pela ausência de vegetação, além das transformações requeridas pelas necessidades do homem no espaço urbano. A ausência de vegetação tem alterado significativamente o clima dos agrupamentos urbanos devido a incidência direta da radiação solar nas construções. A autora ainda afirma que a vegetação é um meio natural que deve ser explorado para controlar os efeitos nocivos da radiação.

Para Silva (2007) as variáveis de maior influência no conforto térmico podem ser reunidas em dois grandes grupos: as de natureza ambiental (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade relativa do ar, umidade relativa do ambiente) e as de natureza pessoal (tipo de vestimenta - representada pelo seu isolamento térmico- e tipo de atividade física executada - representada pela taxa de metabolismo).

O conceito conforto térmico implica necessariamente na definição de índices em que o ser humano sinta confortabilidade em decorrência de condições térmicas agradáveis ao corpo (GOMES; AMORIM, 2003). Os índices de conforto térmico

surgiram da necessidade de se criar uma escala- síntese dos diversos efeitos das variáveis que interferem nas condições de conforto térmico (LYRA, 2007). O Anexo N°3 da Norma Regulamentadora nº15 (NR-15) trata dos limites de tolerância para exposição ao calor. Segundo esse Anexo, a exposição ao calor deve ser avaliada através do Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo (IBUTG), índice esse que representa o efeito combinado da radiação térmica, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido.

Segundo Schanzer (2003) a vegetação exerce grande influência em aspectos de conforto ambiental principalmente nas questões referentes ao conforto térmico. A exclusão das áreas verdes nos locais que o ser humano habita, causa inúmeros danos para o ambiente influenciando na sua qualidade de vida.

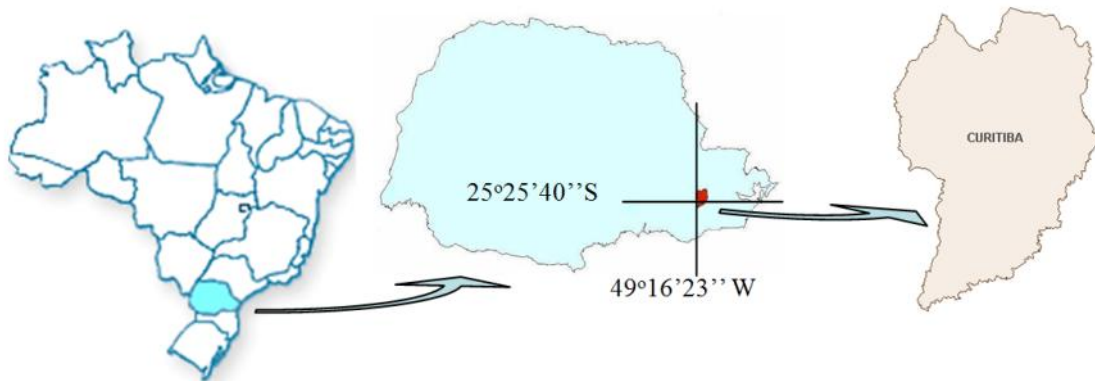
Estudos de conforto térmico em áreas urbanas são cada vez mais necessários para analisar e estabelecer padrões de qualidade de vida da população. A importância de pesquisar a influência da arborização de ruas consiste em conhecer o poder de mitigação que a vegetação possui em relação a melhoria do microclima e conforto térmico, a fim de que a qualidade de vida das cidades seja mantida ou restabelecida. Além disso, também é importante conhecer as diferenças de conforto térmico entre as espécies arbóreas para contribuir no planejamento da arborização de ruas de cidades. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar o conforto térmico proporcionado por uma rua arborizada com *Tabebuia chrysotricha*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Curitiba localiza-se no Primeiro Planalto a uma altitude média de 934,6 m acima do nível do mar (IPPUC, 2012) e situa-se a 25°43' de latitude sul e 49° 27' de longitude oeste (INPE, 2008).

Segundo a classificação de Köppen, a capital paranaense (**Figura 1**) localiza-se em região climática do tipo Cfb, com clima subtropical úmido, mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas freqüentes e ocasionais precipitação de neve. Conforme o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC (2012) Curitiba possui temperatura média de 19,7° no verão e 13,4° no inverno e a precipitação de chuvas apresenta média anual de 1419,91mm.

Figura 1 - Localização de Curitiba.



Fonte: Vieira(2006)

Este trabalho foi realizado em trechos das ruas Augusto Stresser e Dr. Goulin, localizadas no bairro Hugo Lange (**Figura 2**), em Curitiba. Essas ruas são paralelas entre si e possuem características distintas. A rua Dr. Goulin é mais residencial, porém com considerável aumento de pedestres e carros no horário de almoço. Em ambos os lados desta rua existem exemplares de *Tabebuia crhysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl. Enquanto a rua Augusto Stresser é predominantemente comercial, com fluxo intenso de automóveis e transeuntes e é desprovida, no trecho estudado, de arborização viária. A escolha destas ruas foi feita através de imagens de satélites.

Figura 2 - Localização da área de estudo.



A= Dr. Goulin; B= Augusto Stresser

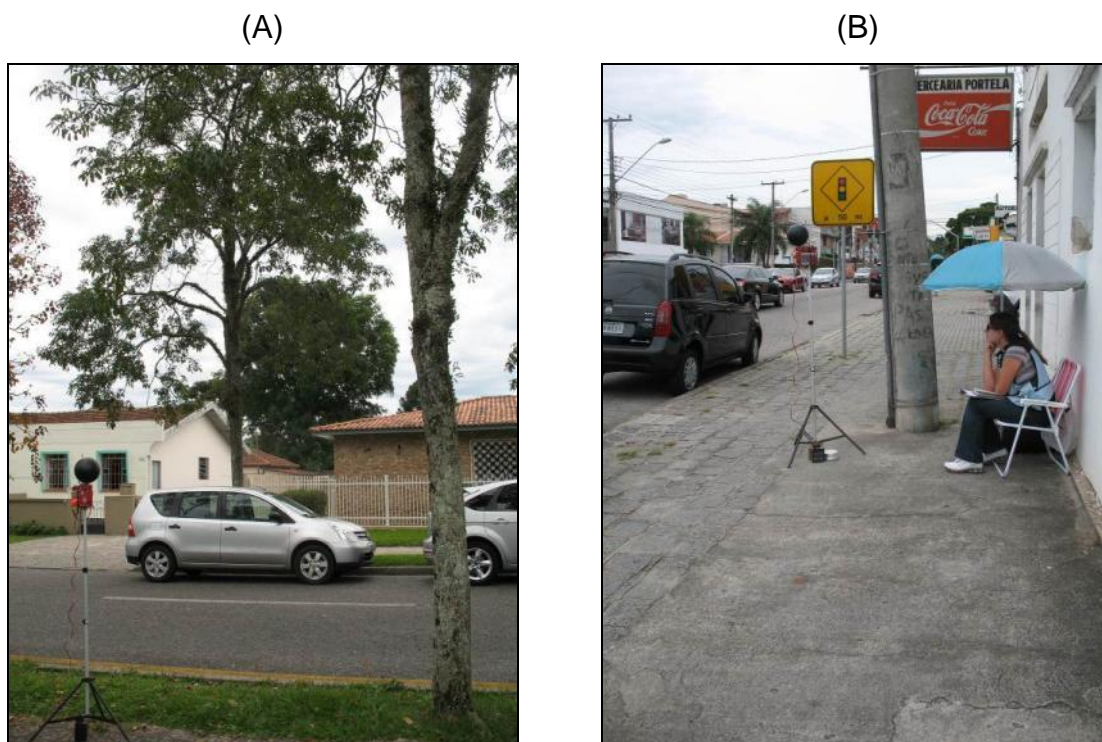
Para a obtenção de dados foi empregado um medidor de stress térmico modelo TGD-400 da marca Instrutherm (**Figura 3**). Esse aparelho utiliza um sensor de bulbo seco que mede a temperatura ambiental, o sensor de bulbo úmido avalia a taxa de evaporação indicando os efeitos da umidade no indivíduo e o globo térmico promove uma indicação da exposição ao calor do indivíduo devido à luz direta e aos outros objetos radiantes de calor no ambiente. O aparelho também determina o IBTUG interno e externo, o fluxo de ar, a temperatura do vento, a temperatura (dada em Celsius ou Fahrenheit) e velocidade do ar. Os dados podem ser gravados em minuto a minuto, numa escala de -5°C até $+100^{\circ}\text{C}$, com precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Figura 3 - Medidor de Stress térmico modelo TGD -400 da marca Instrutherm.



As coletas de dados foram feitas na metade de todas as estações do ano (primavera, verão, outono, inverno). Para tanto foram utilizados dois medidores, instalados um na rua Augusto Stresser e outro na rua Dr. Goulin (**Figura 4**), a 1,50 m de altura, programados para coletar no período das 12:00 às 14:00 horas (sendo modificado para 13:00 às 15:00 no horário de verão). Esse período foi selecionado por haver grande movimento de pessoas nas ruas.

Figura 4 - Coleta de dados nas ruas Dr. Goulin (A) e Augusto Stresser (B).



Localização Medidor de Stress térmico na rua com arborização (A) e sem arborização (B)



Perfil da rua com arborização (A) e sem arborização (B)

Os dados coletados foram processados a cada dez minutos e as médias destes intervalos foram comparadas estatisticamente através do teste “t” de Student.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Temperatura e Umidade Relativa do Ar

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar encontrados nas ruas Dr. Goulin e Augusto Stresser, durante o período de estudo, são apresentados na **Figura 5**. A variável temperatura apresentou valores superiores na rua sem vegetação em todas as estações, exceto na primavera. A maior diferença entre as ruas foi observada no inverno (7°C) e a menor no outono (2,4°C). Com relação a umidade relativa do ar, a rua arborizada apresentou os maiores valores desta variável em todas as estações, exceto na primavera. Durante o inverno houve uma diferença de 24,8% entre as duas ruas, a maior entre todas as estações. A menor diferença ocorreu no outono (9,9%).

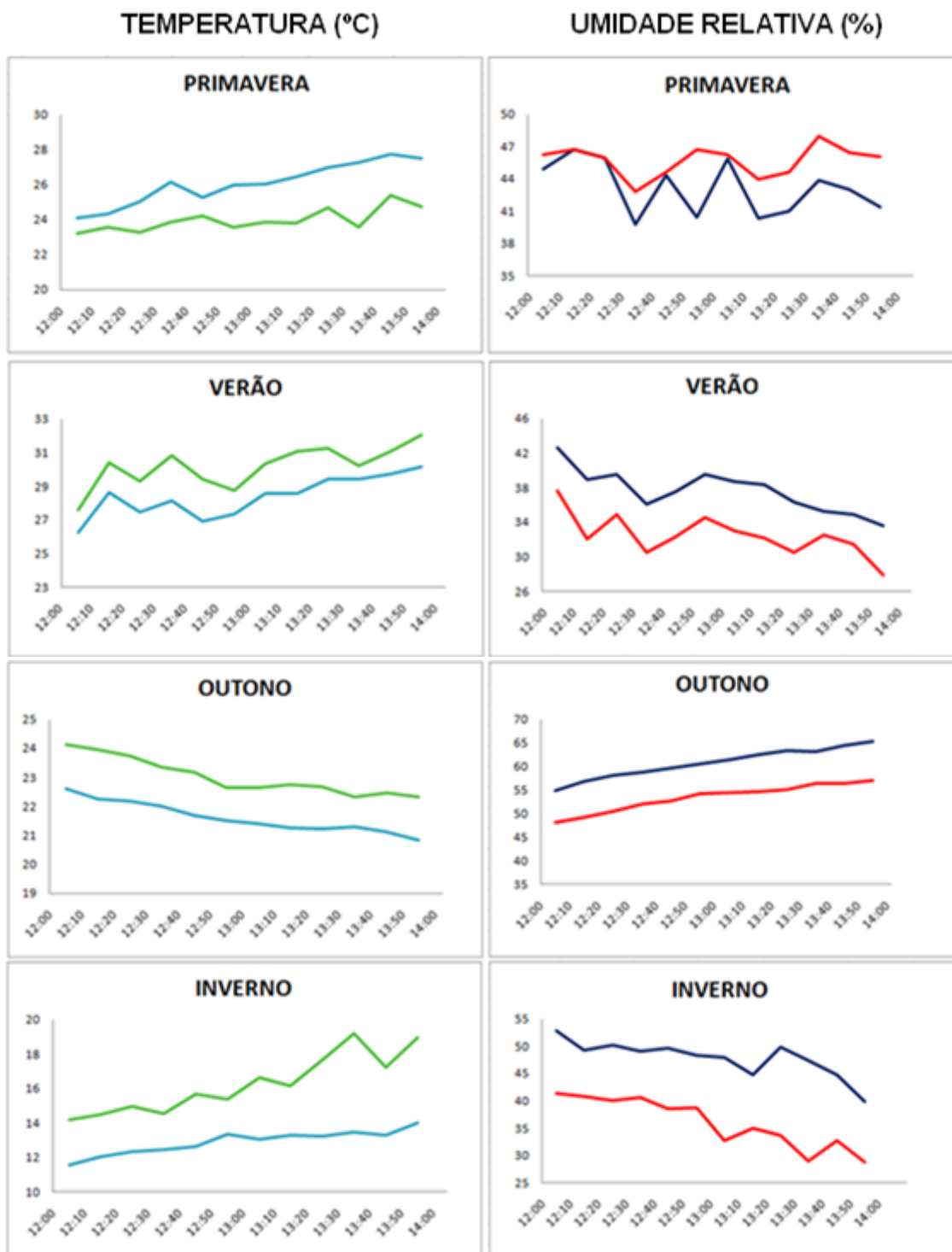
Durante a primavera, as médias da temperatura do ambiente foram maiores e a umidade relativa do ar foi menor na rua arborizada. Este fato pode ser justificado pela perda de folhas das árvores durante esta estação do ano. Segundo Biondi e Althaus (2005, p.68-70) no período de agosto e setembro o ipê-amarelo está em fase de mudança foliar e floração (que geralmente ocorre com a planta totalmente despida de folhas), dessa forma a radiação chegaria ao solo com mais facilidade criando um ambiente parecido com a rua desprovida de árvores.

Quanto a umidade relativa do ar, supõe-se que também pode ter sido afetado pelo estágio fenológico das árvores. Durante o período de outubro a dezembro esta espécie está em fase de frutificação e considerando que esta, juntamente com a fenofase de floração, para a maioria das espécies, são as fases que, segundo Souza e Amorim (2009), demandam maior consumo de água. Portanto, na primavera o ipê-amarelo pode ter retirado maior quantidade de água da atmosfera, reduzindo a umidade relativa do ar.

Neste estudo, em todas as estações, exceto a primavera, a rua arborizada apresentou valores de umidade relativa do ar superiores e temperaturas inferiores aos encontrados na rua desprovida de vegetação. Giralt (2006) atribui este fenômeno às características da forma urbana que afetam os elementos climáticos, tais como a orientação das ruas e dos prédios e a natureza das superfícies das áreas urbanas. Estas características geram um aumento da absorção da radiação

solar e uma redução da evaporação, influenciando diretamente no aumento da temperatura e na diminuição da umidade do ar.

Figura 5 - Valores de temperatura e umidade relativa do ar nas ruas com e sem arborização.



LEGENDA: ■ Rua Augusto Stresser (sem arborização) ■ Rua Dr. Goulin (com arborização);
■ Rua Augusto Stresser (sem arborização) ■ Rua Dr. Goulin (com arborização)

De acordo com Abreu (2008) a evapotranspiração das plantas tem um efeito muito positivo no clima urbano, pois este processo tem a capacidade de absorver calor, levando à diminuição da temperatura do microclima local nas horas de maior calor.

A grande diferença de temperatura constatada durante o inverno pode ser explicada pela vegetação que dificulta o contato da radiação solar com materiais de elevada capacidade térmica, como por exemplo, o concreto e o asfalto, em função da sombra que as árvores proporcionam. Desta forma, a temperatura do ar mantém-se baixa se comparada à temperatura registrada em regiões mais edificadas (SCHANZER, 2003).

A **Tabela 1** contém os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar observados em ambas as ruas, em todas as estações e também o resultado do teste estatístico aplicado. Para a variável temperatura, verificou-se que em todas as estações houve diferença estatística significativa à 1% entre as duas ruas. Em relação a umidade relativa, em todas as estações houve diferença estatística significativa entre as ruas. Na primavera esta diferença foi significativa à 5% e nas demais à 1%.

Tabela 1 - Análise estatística dos valores de temperatura e umidade relativa das ruas com e sem arborização

| RUA | INVERNO | PRIMAVERA | VERÃO | OUTONO |
|------------------------|---------|-----------|--------|--------|
| Temperatura (°C) | | | | |
| Sem arborização | 16,05 | 23,99 | 30,19 | 23,02 |
| Com arborização | 12,80 | 26,07 | 28,39 | 21,62 |
| Teste "t" | 6,32** | 5,29** | 3,62** | 5,79** |
| Umidade Relativa (%) | | | | |
| Sem arborização | 36,47 | 45,71 | 32,45 | 53,44 |
| Com arborização | 48,03 | 43,14 | 37,62 | 60,78 |
| Teste "t" | 7,15** | 3,12* | 5,09** | 5,85** |

LEGENDA: ^{ns} não significativo; * significativo à 5%; ** significativo à 1%

Investigando o conforto térmico em fragmentos florestais urbanos, Dacanal *et al.* (2010), verificaram que, no interior dos bosques, a temperatura do ar é mais baixa e a umidade relativa do ar é mais alta. Os resultados indicam, segundo o

mesmo autor, que os fragmentos florestais urbanos contribuem para o conforto térmico.

Martini *et. al* (2011) em um estudo sobre o conforto térmico e influência microclimática de uma rua em Curitiba arborizada com *Tipuana tipu*, durante o inverno, constatou que a umidade relativa do ar na rua arborizada foi maior em 11,4 unidades em comparação com a rua sem árvores e a temperatura na rua sem arborização foi em média 3,8 °C mais elevada. Os resultados encontrados pela autora permitem verificar quantitativamente que uma rua arborizada proporciona um microclima mais agradável em relação a uma rua sem vegetação.

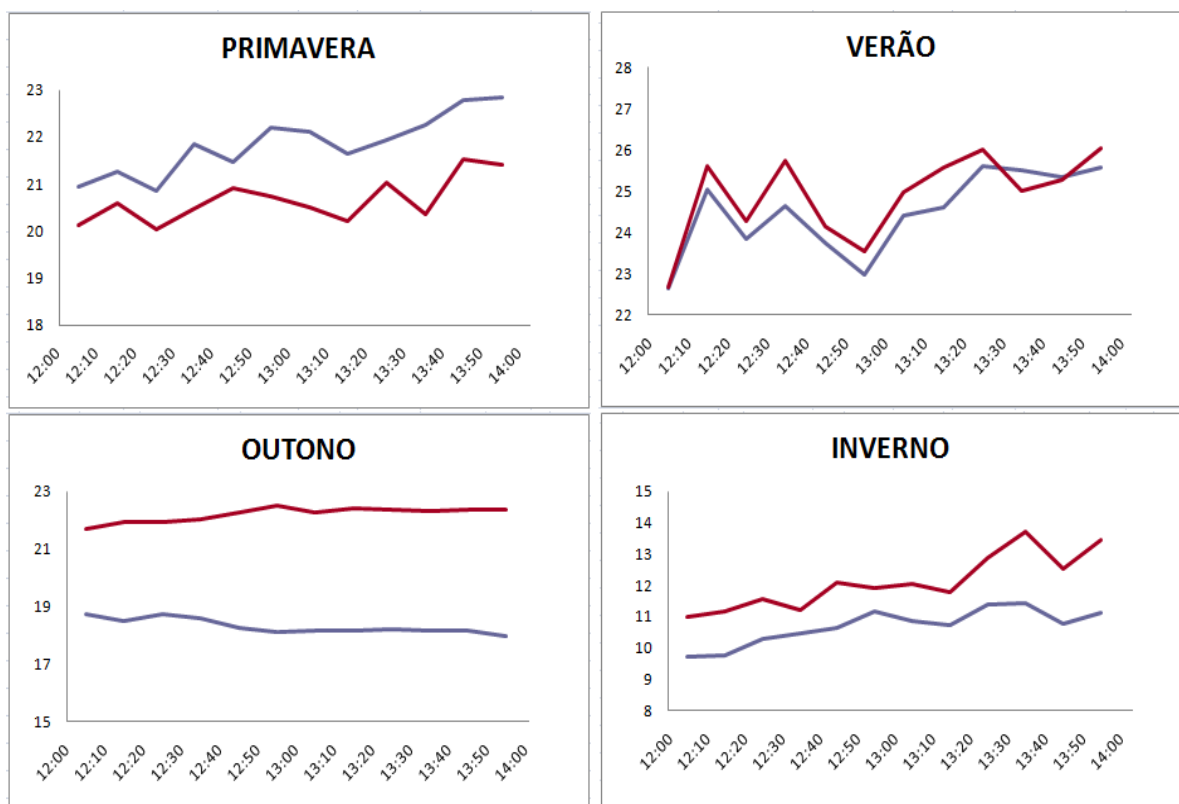
Godoy *et al.* (2009), em um trabalho estudando a relação entre vegetação e temperatura de superfície nos parques urbanos do Distrito Federal, verificaram que, à medida que a temperatura aumenta, o índice de vegetação fotossinteticamente ativa diminuiu. A autora afirma que a vegetação no meio urbano mostrou ser um fator importante para a manutenção do conforto térmico da região.

Com o intuito de avaliar a influencia da vegetação no desempenho do conforto térmico de praças na cidade de Maringá, Lima *et al.* (2009) concluíram que, através da coleta de parâmetros climáticos, foram obtidos valores de temperatura do ar mais amenos sob a vegetação arbórea e valores maiores de umidade relativa do ar próximo a locais com vegetação mais densa. Os autores ainda afirmam que é sob altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar que a arborização age de maneira mais perceptível regulando as condições térmicas do ambiente.

Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG)

A **Figura 6** mostra os valores de IBUTG encontrados nas quatro estações do ano. Em nenhuma delas esse índice ultrapassou o limite de tolerância para exposição ao calor de 30°C estipulado pelo Ministério de Trabalho e Emprego (NR-15, anexo 3). Isso demonstra que, considerando esse índice, o ambiente estava confortável em todas as estações. Verificou-se que, com exceção da primavera, em todas as estações o IBUTG na rua Augusto Stresser foi maior do que na rua Dr. Goulin. A maior discrepância entre as duas ruas foi durante o outono com 5,2 °C e a estação em que houve menor diferença foi o verão (2 °C).

Figura 6 - Valores de IBUTG nas ruas com e sem arborização.



LEGENDA: ■ Rua Augusto Stresser (sem arborização) ■ Rua Dr. Goulin (com arborização)

A tabela (**Tabela 3**) a seguir mostra o resultado do teste estatístico “t de Student” juntamente com os médios de IBUTG em ambas as ruas estudadas, em todas as estações do ano. Constatou-se que no verão não houve diferença estatística significativa entre as ruas, isso é um indicativo que ambas as ruas proporcionaram um ambiente de conforto muito semelhante. Nas demais estações houve diferença significativa à 1%.

Tabela 3 - Análise estatística dos valores de IBUTG das ruas com e sem arborização

| RUA | INVERNO | PRIMAVERA | VERÃO | OUTONO |
|------------------------|------------|-----------|--------------------|---------|
| | IBUTG (°C) | | | |
| Sem arborização | 12,20 | 20,66 | 24,90 | 22,20 |
| Com arborização | 10,75 | 21,85 | 24,49 | 18,31 |
| Teste “t” | 4,61** | 5,08** | 0,98 ^{ns} | 37,07** |

LEGENDA: ^{ns} não significativo; * significativo à 5%; ** significativo à 1%

Milano e Dalcin (2000, p.25) afirmam que a sensação de conforto à sombra deve-se ao fato de não haver aquecimento provocado pela radiação solar direta e,

nesse sentido, a contribuição das árvores como protetoras é significativa, pois essas e outros vegetais interceptam, refletem, absorvem e transmitem radiação solar, melhorando a temperatura do ar no ambiente urbano.

Com o objetivo de identificar as contribuições de um parque urbano no conforto na cidade de Amadora, em Portugal, Vasconcelos e Vieira (2011), utilizaram o índice de conforto térmico PET (*Physiological Equivalent Temperature*) para indicar as diferenças de conforto dentro e fora de um espaço verde urbano. Os autores identificaram que os jardins são 5,5 °C menos desconfortáveis durante as tardes de verão. Os autores ainda afirmam que é desejável que os espaços verdes urbanos possam apresentar diferentes estruturas de vegetação de modo a desempenhar diversas funções.

Quanto a espécie analisada, embora o ipê-amarelo seja uma espécie caducifólia (suas folhas caem durante o inverno), ela proporciona conforto térmico às ruas reduzindo a temperatura e elevando a umidade relativa do ar. Em um estudo feito por Abreu e Labaki (2010) com o intuito de avaliar o conforto térmico proporcionado por diversas espécies arbóreas, incluindo o ipê-amarelo, concluiu-se que todas as espécies foram capazes de alterar a sensação de conforto térmico no entorno e ainda que espécies decíduas, como *Tabebuia chrysotricha*, proporcionam boas condições de conforto durante o ano. Também é interessante ressaltar que a copa do ipê-amarelo é pouco densa, assim, não proporciona muita sombra quando comparada com outras espécies.

4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que a arborização de ruas influencia no conforto térmico, amenizando a temperatura e aumentando a umidade relativa do ar e dessa forma proporciona um ambiente termicamente mais agradável ao ser humano.

Foi demonstrado também que a arborização com ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) proporcionou conforto térmico à rua, embora a espécie seja caducifólia e apresente copa pouco espessa. A queda de folhas das árvores durante o inverno é uma característica de interesse nas estações frias, porque a copa sem folhas não

impede que a radiação solar chegue ao solo, criando assim um ambiente mais confortável para a população. É importante salientar que, em locais com estações definidas, a arborização das ruas precisa ser composta tanto com espécies perenes como caducifólias, a fim de proporcionar conforto para as baixas e altas temperaturas.

O conhecimento da influência da vegetação no microclima e no conforto térmico é importante não só no planejamento urbanístico como também na arborização, principalmente quando se busca o máximo dos benefícios destes recursos arbóreos em locais altamente antropizados como as cidades.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, L.V. ; LABAKI, L.C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente construído**. Porto Alegre. v.10, n.4, p. 103-117, 2010.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L. de; TORRES, S. C. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. Maceió: EDUFAL, 2007. 164 p.

BARTHOLOMEI, C.L.B. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. 205f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2003.

BIONDI, D. **Caracterização do estado nutricional de *Acer negundo* L.E. *Tabebuia chrysotricha* (mart, ExDc.) Standl utilizadas na arborização urbana de Curitiba** - PR. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080//dspace/handle/1884/26733>>.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de Rua de Curitiba- Cultivo e Manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005.

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

DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade** – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC). 417 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

GIRALT, R. P. **Conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Torres-RS**. 238f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano Regional). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2006.

GODOY, L. B.; BAPTISTA, G. M. M.; ALMEIDA, T. Relação entre vegetação e temperatura de superfície nos parques urbanos do Distrito Federal, por meio de dados ASTER. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE. 2009. p. 699-705.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Revista Caminhos de Geografia**. Universidade Federal de Uberlândia. v.7, n.10, p 94-106, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE CURITIBA – IPPUC. **Indicadores de Sustentabilidade** Disponível em: <<http://ippucweb.ippuc.org.br/ippucweb/sasi/home/default.php>>. Acesso em: 09 ago. 2012

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS –INPE. **Meteorologia**. Disponível em: <<http://tempo.cptec.inpe.br:8080/prevnum/buscaMeteo.jsp?action=1&modelo=Eta20&cidade=curitiba#>>. Acesso em: 06 jul. 2011.

LYRA, D. S. F. M. **Aplicabilidade de índices de conforto térmico: um estudo de caso em Salvador – BA**. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Universidade Federal da Bahia. Salvador, Ba, 2007.

MARTINI, A. Estudos Fenológicos em Árvores de Ruas. In: **Pesquisa em arborização de ruas**. Curitiba: O Autor, 2011. Cap. 2, p. 29- 45.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K. Conforto térmico e influência microclimática de uma rua arborizada com *Tipuana tipu* no inverno. In: 15º Congresso Brasileiro e 1º Congresso Ibero- americano de Arborização Urbana, 2011, Recife. **Anais...** Recife: SBAU. 2011.

MENDONÇA, F. DUBREUIL, V. Termografia de superfície e temperatura do ar na RMC (Região Metropolitana de Curitiba/PR). **RA´EGA**, Curitiba, n. 9, p. 25 - 35, 2005.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de Vias Públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000.

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.

PAULA, R. Z. R. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído**. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2004.

SANTOS, N. R. Z. ; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de Vias Públicas: ambiente X vegetação**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2001.

SCHANZER, H. W. **Contribuição da vegetação para o conforto ambiental no campus central da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia na modalidade Acadêmico). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2003.

SILVA, N. R. **Avaliação do conforto térmico**. 42f. Trabalho de Graduação (Engenheiro de Segurança do Trabalho). Universidade Santa Cecília. Santos, SP, 2007.

SOUZA, N. K.dos; AMORIM, S. M. C. de. Crescimento e desenvolvimento de *Physalis angulata* Lineu submetida ao déficit hídrico. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiente**. Curitiba. v.7, n.1, p. 65-72. 2009

VIEIRA, C. H. S. D. **Estudo da dinâmica de cobertura vegetal de Curitiba-Pr com uso de imagens digitais**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 152f.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis**. 209f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 1999.

(Recebido em 23.01.2013. Aceito em 05.04.2013)