

## INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO MICROCLIMA DE DUAS ÁREAS NA REGIÃO CENTRAL DE RONDONÓPOLIS – MT

Marcos Henrique Dias Silveira<sup>1</sup>, Lucilene Ribeiro Pereira<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, Rondonópolis, Brasil ([mhds@ufmt.br](mailto:mhds@ufmt.br));

<sup>2</sup> Bióloga, Servidora Técnica da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, Brasil.

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

### RESUMO

A influência da vegetação no clima das cidades tem sido citada por diversos autores, que apontam, entre outros benefícios, a amenização da temperatura e a manutenção da umidade do ar. Entretanto, poucos trabalhos comprovam tais afirmações com dados reais. Rondonópolis, localizada no Sul de Mato Grosso, é uma cidade de clima tropical úmido, com temperaturas elevadas e poucas áreas com cobertura vegetal. O objetivo deste trabalho foi analisar diferenças de temperatura e umidade relativa do ar em dois locais da região central da cidade, com características semelhantes de área, exposição de rampa, latitude, longitude e altitude, destacando-se pela diferença da vegetação arbórea, de modo a subsidiar a discussão da importância da presença da vegetação para a manutenção das condições de conforto térmico da cidade. Foram coletados dados em uma praça arborizada e em uma área desocupada sem arborização considerável, distantes entre si de 280m em linha reta. O estudo ocorreu em setembro de 2010, durante o período de seca. Os resultados mostraram que a vegetação arbórea influencia os valores de temperatura e umidade relativa do ar, entretanto, a condição de “oasis” em meio à área urbana com pequeno índice de arborização não permitiu uma maior atenuação dos fatores citados, indicando que há necessidade de maior arborização na área urbana, como condicionante de conforto térmico.

**PALAVRAS-CHAVE:** arborização urbana, temperatura, umidade relativa ar.

### THE INFLUENCE OF THE URBAN AFFORESTATION IN THE MICROCLIMATE OF TWO AREAS IN THE CENTRAL REGION OF RONDONÓPOLIS – MT

#### ABSTRACT

The influence of the vegetation in the climate of the cities has been cited for diverse authors, who point, among others benefits, the amenization of the temperature and the maintenance of the humidity of air. However, experiments are not observed in which if they present given real that proves such affirmations. Rondonópolis, is a city of tropical climate, with raised temperatures and few areas with vegetal covering. The objective of this work was to analyze differences of the temperature and humidity of air in two places of the central region of the city, with similar characteristics of area, exposition of slope, latitude, longitude and altitude, being distinguished for the difference of three vegetation, in order to subsidize the quarrel of importance of the presence of vegetation for the

maintenance of the conditions of thermal comfort of the city. They had been collected given in a woody square and a vacated area, without considerable afforestation, distant between straight-line of 280m. The study occurred in September of 2010, during the period of drought. The results had shown that arborea vegetation influences the values of temperature and relative humidity of air, however, the condition of “oasis” in way the urban area witch small index of forestry, did not allow a bigger attenuation of the cited factors, indicating that it has necessity of bigger afforestation in the urban area, for maintenance of thermal confort.

**KEYWORDS:** urban afforestation, temperature, relative humidity of air.

## INTRODUÇÃO

Diferenças microclimáticas que ocorrem devido ao processo de urbanização têm sido relatadas por diversos autores.

As mudanças ocorridas na paisagem determinam condições que interferem na qualidade de vida dos habitantes das cidades (MODNA & VECCHIA, 2003).

Essas mudanças têm relação principalmente com a qualidade do ar, alterando sua umidade, temperatura e movimento e dispersão de poluentes (ROCHA & SOUZA, 2009).

A baixa taxa de evapotranspiração nos ambientes urbanos, devido aos sistemas de drenagem, a retirada da vegetação e a pavimentação das superfícies, é o maior fator de incremento das temperaturas do ar durante o dia. (TAHA, 1997).

Devido ao avanço das cidades, a arborização urbana acaba sendo a vegetação mais próxima das pessoas, atuando na relação de melhoria ambiental e propiciando aos moradores um contato direto com um elemento natural significativo.

Grande parte dos trabalhos sobre arborização urbana tratam da diversidade e quantidade destas, sempre citando benefício da arborização urbana sem, no entanto, mostrar dados concretos que validem estas afirmações.

Dentre as cidades que se destacam pelo elevado nível de arborização na região Centro-oeste estão Goiânia–GO, onde há 0,79 árvores por habitante, possuindo 23 parques implantados e 94 metros quadrados de áreas verdes por habitante, e Campo Grande–MS, que apresenta 74 metros quadrados de área verde por habitante e mais de 150 mil árvores em suas vias urbanas. Ambas as cidades possuem Plano Diretor de Arborização Urbana. No entanto, na maior parte da região Centro-Oeste, as poucas espécies que se plantam no Sul do Brasil, são praticamente as mesmas que se plantam em pleno cerrado, no Centro-Oeste brasileiro (ANDRADE, 2002).

Muitos são os benefícios que a vegetação, principalmente a arbórea, pode oferecer às áreas urbanas. Os vegetais auxiliam na proteção dos solos e da fauna; controlam a velocidade dos ventos e colaboram com o aumento da umidade atmosférica (CHRYSOSTOMO *et al.*, 2009).

Para SAILOR (1998), citado por VILANOVA & MAITELLI (2009), a vegetação urbana pode causar impacto no clima regional, causando um efeito indireto de resfriamento por toda a cidade.

Diante das afirmações referentes aos benefícios trazidos pela arborização, e pela relativa ausência de trabalhos contendo dados reais que confirmassem as afirmações, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da vegetação

arbórea na temperatura e umidade relativa do ar em dois locais na área urbana da cidade de Rondonópolis–MT, de modo a fornecer informações que pudessem enfatizar a necessidade de estratégias bioclimáticas a serem incentivadas no planejamento de espaços públicos nas cidades, visando a conseqüente melhora da qualidade de vida da população.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado em duas áreas na região central de Rondonópolis, cidade ao Sul do Estado de Mato Grosso, com clima tropical, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos quentes e secos.

As áreas escolhidas foram: a Praça Brasil, área bem arborizada, e um quarteirão onde funcionava o antigo Terminal Rodoviário de Rondonópolis, que possui poucas árvores e localiza-se a 280 m em linha reta da Praça Brasil. Elas possuem características diversas em relação a densidade da vegetação e tipologias de pavimentação. Porém, ambas se encontram em áreas densamente edificadas e com condições topográficas semelhantes (Fig.1). Devido à proximidade, pode-se considerar que as áreas, em geral, estão sujeitas a influências climáticas similares.



**FIGURA 1** – Vista aérea das áreas de estudo: A) Praça Brasil; B) Antigo Terminal Rodoviário de Rondonópolis. Fonte: adaptado de Google Earth, 2010.

As duas áreas possuem área próxima de 10.000 m<sup>2</sup>, com entorno predominante de ruas pavimentadas e ocupação para uso comercial com edificações de no máximo dois pavimentos como, farmácias, lanchonetes, perfumaria, agências bancárias, entre outros.

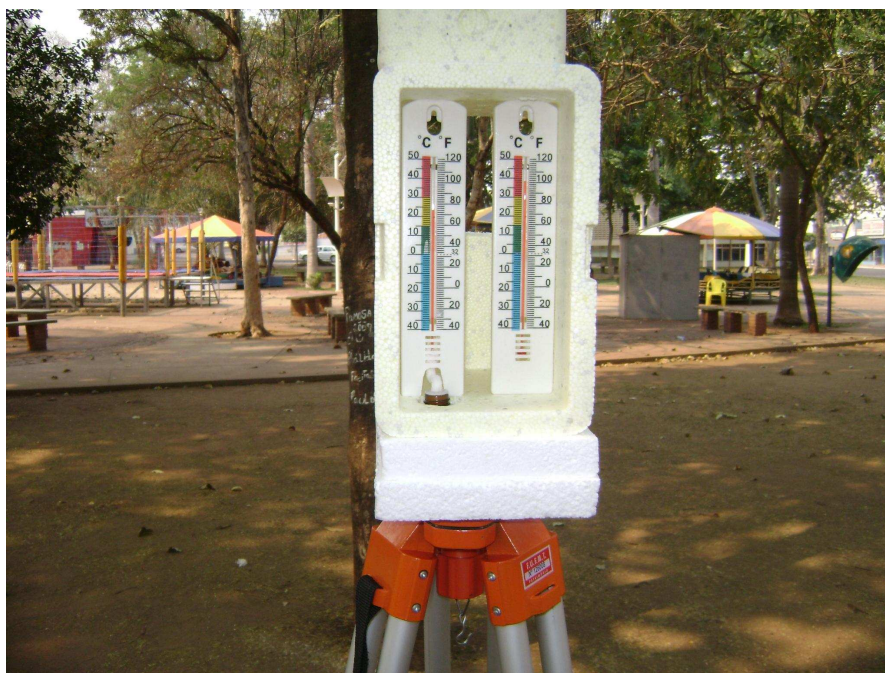
Foram monitoradas, por meio de psicrômetro não ventilado, as temperaturas de bulbo seco (Ts) e de bulbo úmido (Tu), a aproximadamente 1,5 m da superfície do solo, em duas datas: 12/09/2010 e 19/09/2010.

Os horários de determinação foram 7:00 h, 14:00 h e 21:00 h, de modo a se obter a temperatura média diária pelo método utilizado nas Estações Experimentais do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, por meio da equação

(1), conforme citado por PEREIRA *et. al.* (2002) e, por meio das equações (2), (3) e (4), foram obtidos os valores de umidade relativa do ar.

$$T_{\text{méd}} = (T_{7h} + T_{14h} + 2 \cdot T_{21h}) / 4 \quad (1)$$

Foram utilizados dois psicrômetros iguais, cada qual construído com dois termômetros simples de mercúrio da marca Black Bull, modelo 6810. Um com bulbo seco e o outro com o bulbo envolto em uma gaze sempre umedecida, que perde água a uma taxa dependente da concentração de vapor no ar. Tendo sido utilizadas caixas de isopor como abrigo meteorológico e tripés topográficos para manter o psicrômetro a 1,5 m do solo (Fig. 2). A tampa frontal e parte do fundo da caixa de isopor eram retiradas 15 minutos antes do horário das leituras de temperaturas, para permitir a movimentação de ar e o equilíbrio das temperaturas. Os abrigos foram dispostos, em cada medição, de maneira que os psicrômetros fossem sombreados pelos próprios abrigos. Na Praça Brasil o equipamento foi montado sob a copa de várias árvores, enquanto na outra área o abrigo foi disposto em área livre de sombreamento e distante, no mínimo, 30m de qualquer árvore.



**FIGURA 2** – Detalhe de um psicrômetro sendo utilizado na Praça Brasil.  
Fonte: arquivo do 1º autor.

Para a obtenção do teor saturante de vapor d'água  $e_s$ , foi utilizada a equação de Tetens (2), adaptada para a condição de psicrômetro não ventilado, e a pressão exercida pelo vapor d'água do ar  $e_a$ , foi obtida pela equação (3). Utilizando-se a temperatura de bulbo úmido ( $T_u$ ) no lugar da temperatura do ar ( $T_a$ ), na equação de Tetens (2), chega-se à  $e_{su}$ . Sendo a umidade relativa obtida pela relação entre  $e_a$  e  $e_s$ , conforme a equação (4). Quanto menor for  $e_a$ , menor será a temperatura do termômetro de bulbo úmido em relação àquela do bulbo seco. Quanto maior a diferença entre essas temperaturas maior o poder evaporante do ar, indicando que a concentração de vapor d'água na atmosfera

está distante do valor saturante, ou seja, que a umidade relativa é baixa (PEREIRA et al, 2002).

$$e_s = 0,6108 * 10^{[7,5 T_{ar} / (237,3 + T_{ar})]}, \text{ em kPa} \quad (2)$$

$$e_a = e_{su} - A * P (T_s - T_u) \quad , \text{ em kPa} \quad (3)$$

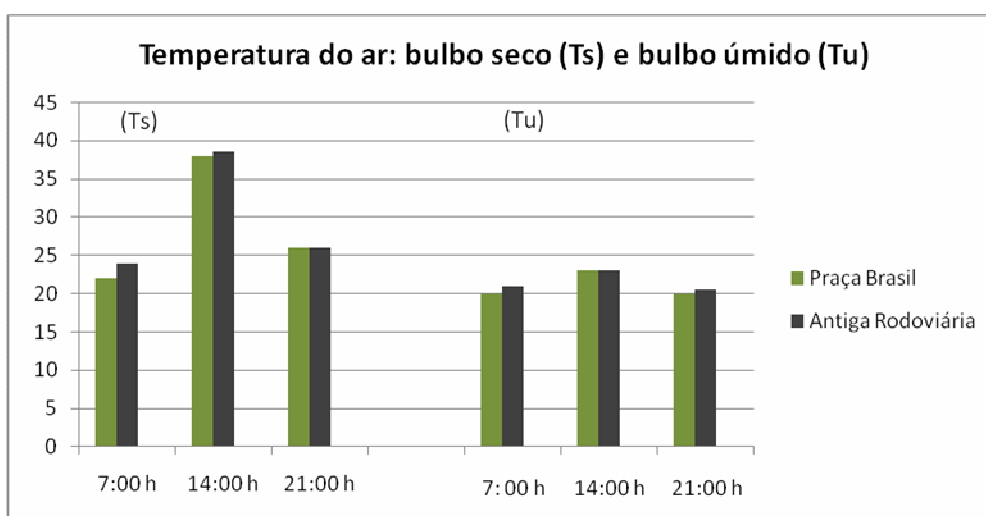
$$UR (\%) = \frac{e_a}{e_s} * 100 \quad (4)$$

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de temperatura de bulbo seco (°C), bulbo úmido (°C) e umidade relativa do ar (%) do dia 12/09/2010 encontram-se na tabela 1 e sua representação gráfica na Figura 3.

**TABELA 1** – Temperatura do ar: bulbo seco (Ts), bulbo úmido (Tu) e temperatura média diária; Umidade relativa do ar; em 12/09/2010.

Praça Brasil			Área da antiga rodoviária				
	Ts (°C)	Tu (°C)	UR (%)		Ts (°C)	Tu (°C)	UR (%)
7:00 h	22	20	82,31	7:00 h	24	21	75,10
14:00 h	38	23	24,07	14:00 h	38,5	23	22,83
21:00 h	26	20	55,10	21:00 h	26	20,5	58,49
Média	28	20,75	54,14	Média	28,62	21,25	53,75



**FIGURA 2** – Diferenças de temperaturas nas duas áreas estudadas em 12/09/10  
Fonte: dados originais dos autores.

Em média, a temperatura do ar ficou 2,17% menor na Praça Brasil, caracterizada pela maior densidade de arborização, e a umidade relativa ficou 0,7% maior que aquela da área do antigo terminal rodoviário de Rondonópolis.

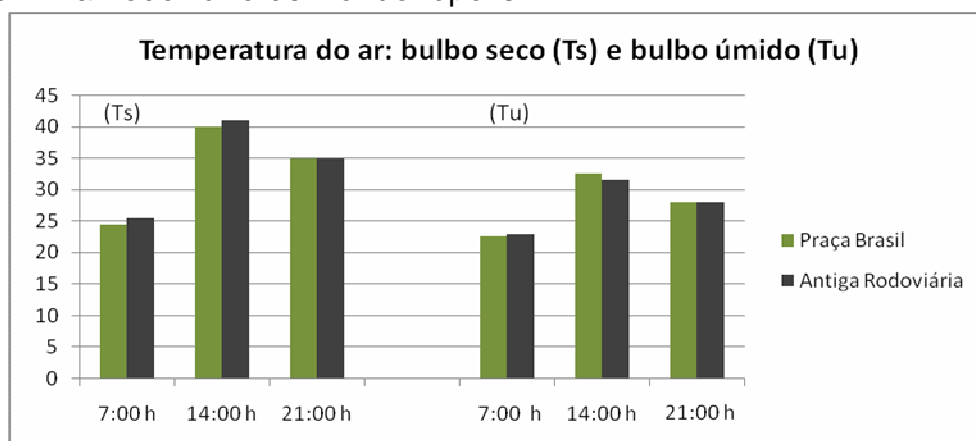
Analisando-se os dados pode-se perceber que as maiores diferenças de temperatura e umidade entre as duas áreas ocorrem nas medições das 7:00 h, quando ainda está ocorrendo preferencialmente o processo de aquecimento das superfícies por condução molecular. Nesta medição a diferença em valor absoluto foi de 2 °C a menos na área arborizada (Praça Brasil) em relação à área do antigo terminal rodoviário. Paulatinamente o processo de difusão turbulenta vai se tornando o principal processo físico responsável pelas alterações de elementos climáticos como temperatura e umidade relativa em áreas na condição de “oasis”, como as aqui consideradas.

A tabela 2 apresenta os resultados do dia 19/09/2010, com a sua representação gráfica na figura 4. Basicamente apresentam o mesmo padrão do levantamento do dia 12/09/2010, com pequenas variações referentes às médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar. Também com as maiores diferenças nas medidas das 7:00 h.

**TABELA 2** – Temperatura do ar: bulbo seco (Ts), bulbo úmido (Tu) e temperatura média diária; Umidade relativa do ar: em 19/09/2010.

Praça Brasil			Área da antiga rodoviária				
	Ts (°C)	Tu (°C)	UR (%)		Ts (°C)	Tu (°C)	UR (%)
7:00 h	24,5	22,5	83,28	7:00 h	25,5	23,0	79,89
14:00 h	40,0	32,5	58,07	14:00 h	41,0	31,5	49,53
21:00 h	35,0	28,0	57,00	21:00 h	35,0	28,0	57,00
Média	33,62	27,75	63,83	Média	34,12	27,62	60,85

No dia 19/10/2010 a Praça Brasil apresentou temperatura média do ar 1,48% menor e umidade relativa 4,6% maior que aquelas da área do antigo terminal rodoviário de Rondonópolis.



**FIGURA 4** – Diferenças de tem temperaturas nas duas áreas estudas em 19/09/10  
Fonte: dados originais dos autores.

Nas duas datas avaliadas, houve pequena diferença de temperatura do ar nos horários mais quentes do dia, em função das áreas estarem em condição de "oasis" ao meio de grandes áreas impermeabilizadas e sem vegetação expressiva ao redor, e ainda com a grande movimentação de veículos nas vias próximas das áreas, que geram grande aquecimento do ar por meio de convecção desordenada de calor.

Os valores encontrados nos dois dias de levantamento de dados confirmam as diversas afirmações de que a arborização urbana contribui para a diminuição de temperatura do ar e para o aumento de sua umidade relativa, no entanto, os valores encontrados não se caracterizam como diferenças que possam ser percebidas pelas pessoas sem o uso de aparelhos de medição, indicando que as áreas estudadas no centro de Rondonópolis estão em condições de "oasis" ou ilha de vegetação.

As diferenças de temperatura e umidade relativa nos horários mais quentes do dia alcançaram valores menores do que os encontrados por MODNA & VECHIA (2003) em São Carlos, no entanto as temperaturas do ar máximas em São Carlos estavam em patamares mais baixos, de 30°C a 34°C, do que as de Rondonópolis que estavam na casa dos 38°C a 41°C, significativamente superiores e provavelmente relacionadas aos diferentes valores de altitude e latitude das duas cidades. Com a temperatura do ar em menor patamar, a tendência é que a difusão turbulenta também se processe com menor intensidade. Além das diferentes condições de entorno do Bosque da USP, com presença de muitas áreas gramadas e do entorno da Praça no centro de São Carlos, com mais áreas impermeabilizadas e vias asfaltadas.

Para que o clima da região pudesse sofrer um resfriamento indireto pelo impacto causado pela vegetação urbana, os dados do centro de Rondonópolis indicam que haveria necessidade de maior índice de arborização. O que somente se alcança por meio de um correto planejamento da arborização.

## CONCLUSÃO

A arborização urbana influencia os valores de temperatura média diária na região central de Rondonópolis, alcançando redução da ordem de 1,67% em 12/09/2010 e de 1,48% em 19/09/2010, enquanto a umidade relativa do ar média apresentou aumento respectivamente de 1,7% e 4,6%. Tais diferenças não são perceptíveis apenas com os sentidos humanos.

Os resultados indicaram que para que as diferenças nas variáveis climáticas estudadas pudessem ser sentidas pela população, determinando condição de melhor conforto térmico, haveria necessidade de maior índice de arborização na região central de Rondonópolis.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, T. **O Inventário e análise da arborização viária da estância turística de Campos do Jordão, SP.** Dissertação de mestrado. Escola Superior

de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ – Universidade de São Paulo – USP. 2002.

CHRYSOSTOMO, N. ; MOURA, A. R. ; NUCCI, J. C. ; FÁVERO, O. A. . **Mapeamento e Avaliação da Arborização de Rua do Bairro de Santa Cecília (São Paulo - SP)**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa. Anais do XIII SBGFA. Viçosa : Ed. UFV, 2009. Disponível em: [http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos\\_expandidos/eixo5/010.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo5/010.pdf)

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>, acesso em 08/09/2010.

MODNA, D.; VECCHIA, F. **Calor e Áreas Verdes: um estudo preliminar do clima de São Carlos, SP**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada - Universidade de São Paulo - Campus São Carlos, 2003.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C.(2002) **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

TAHA, H. (1997) Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. **Energy and Buildings**, n° 25, p. 99-103, 1997.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L. de. **Desenho Urbano, Clima e Saúde em São José Do Rio Preto**. Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – SIMPGEU - Maringá – PR. 2009.

VILANOVA, S. R. F.; MAITELLI, G. T. A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de Cuiabá –MT. **Revista UNICIÊNCIAS**, v.13, 2009.