



## ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE *TABEBUIA CHRYSOTRICHIA* (IPÊ-AMARELO) PARA O CONFORTO TÉRMICO DE AMBIENTES EXTERNOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO

**Loyde Vieira de Abreu (1); LABAKI, Lucila Chebel (2);**

(1) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - FEC- UNICAMP, Caixa Postal 6021, CEP 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil, FAX +55 (19) 3521-2422

e-mail: lucila@fec.unicamp.br

(2) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - FEC- UNICAMP, Caixa Postal 6021, CEP 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil, FAX +55 (19) 3521-2422

e-mail:loyde@fec.unicamp.com.br;

### RESUMO

Os indivíduos arbóreos, dependendo de suas características morfológicas, comportam-se de maneiras distintas no microclima urbano, proporcionando condições diferentes de conforto térmico. Este trabalho apresenta os resultados da avaliação de conforto térmico em ambiente externo proporcionado por uma *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-Amarelo), espécie muito utilizada na arborização pública de Campinas, SP. A metodologia adotada consiste: a) seleção da espécie arbórea e levantamento do local de medição; b) levantamento dos parâmetros ambientais: temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura da superfície horizontal; c) inserção dos dados coletados no gráfico para zona de conforto térmico proposta por Moreno para ambientes externos em clima tropical de altitude. Os resultados mostram que o desempenho da espécie ao longo do ano depende da arquitetura da copa. A avaliação do conforto térmico em diferentes espécies arbóreas fornece informações importantes e palpáveis para planejadores urbanos.

Palavra chave: conforto térmico, vegetação e clima, floresta urbana

### ABSTRACT

Trees present different behavior in urban microclimate and provide different conditions of thermal comfort. This paper presents the results of the evaluation of thermal comfort in external environments by different species of trees used in urban forest of Campinas, SP. Methodology: a) choise of the measurement site and tree specie, b) survey of environmental parameters: air temperature, globe temperature, air relative humidity, wind speed and horizontal surface temperature; c) insertion of data collected in the chart of thermal comfort for external environments in subtropical climate, proposed by Moreno, 2006. Results show that the performance of the species during the year depends on foliar architecture. These results are important for urban design professionals.

Keywords: thermal confort, vegetation and climate, urban forest

### 1. INTRODUÇÃO

A alteração do microclima urbano é causada principalmente pela ausência de vegetação nas cidades, promovendo o aumento dos gastos energéticos com acondicionamento de ambientes internos, (Santamouris, 2001). Ahmed (2002) afirma que superaquecimento em ambientes externos de cidades situadas entre os trópicos inibe a prática de atividades ao ar livre.

Moreno (2006) constatou a colaboração positiva da arborização no meio urbano, onde indivíduos arbóreos isolados demonstraram uma atenuação da temperatura em até 5°C, proporcionando uma sensação térmica de confortável a razoavelmente confortável, de acordo com a área sombreada. Bueno-Bartholomei (2003) constatou que os indivíduos arbóreos de copa densa e baixa e folhas largas possuem uma boa atenuação da radiação, mas nem sempre proporcionam condições de conforto adequadas, devido a pouca ventilação e consequentemente à excessiva umidade. Devido ao comportamento distinto das diferentes espécies arbóreas na termoregulação do microclima urbano, surge a necessidades de avaliar influência no conforto térmico proporcionado pelas mesmas.

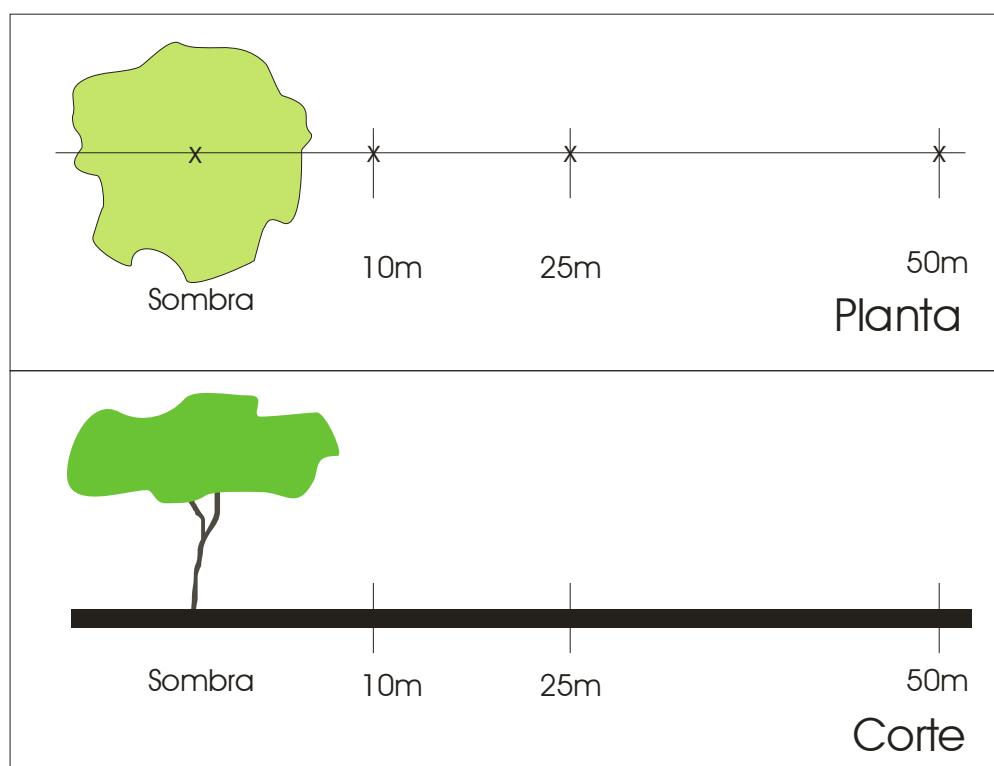
## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Escolha da espécie arbórea

A espécie analisada foi a *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-Amarelo) por ser comumente encontrada na cidade de Campinas, SP. Os indivíduos arbóreos selecionados encontram-se em idade adulta e seguindo as características morfológicas da espécie, (LORENZI 2002; 2003). Estão dispostos numa área livre de interferência de elementos externos tais como outras árvores e edificações e situados em locais onde a topografia é pouco acidentada, bem como livre de superfícies pavimentadas. Neste estudo, foram avaliados dois indivíduos arbóreos da mesma espécie situados dentro do campus da Unicamp.

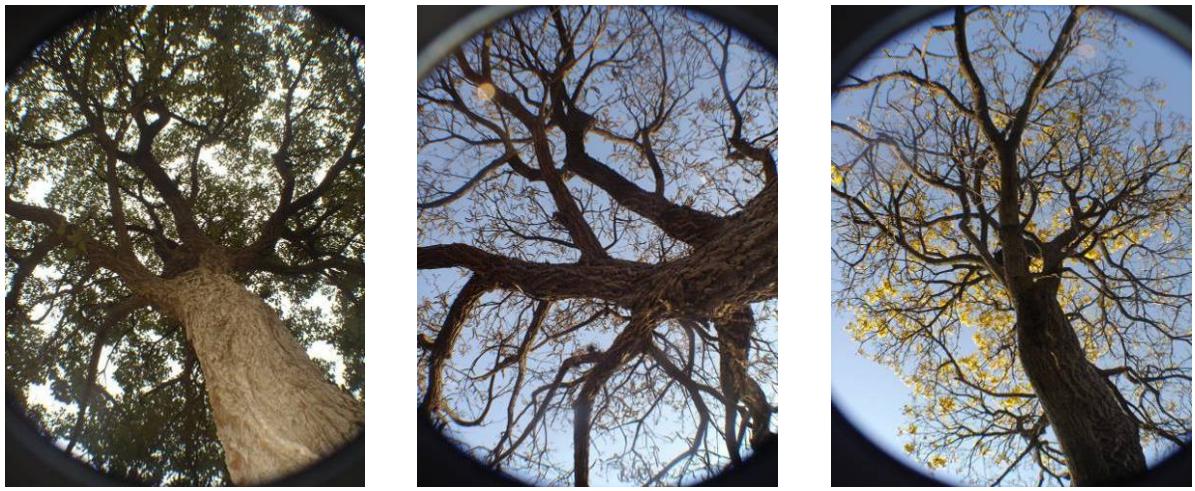
### 2.2 Levantamentos dos Parâmetros Ambientais

Os parâmetros ambientais coletados de cada indivíduo arbóreo são: temperatura do ar, temperatura de globo, umidade do ar, velocidade do vento e temperatura da superfície horizontal, em 4 posições fixas - à sombra, e ao sol a 10m, 25m e 50m do tronco da árvore (figura 01).

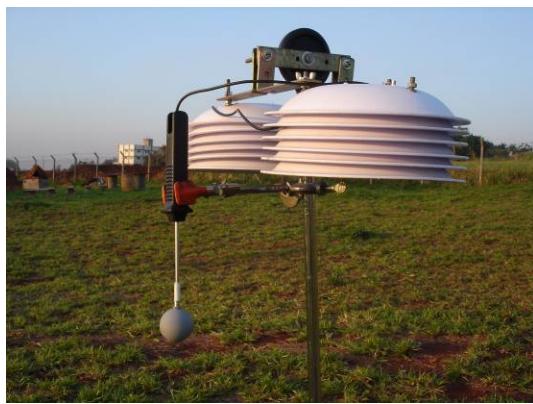


**Figura 01** - Posicionamento dos registradores.

As medições foram realizadas em três situações: com folhas, sem folhas e com flores, (figura 02). O período de medição é de três dias típicos, ou seja, dias com predominância de sol e ausência de chuvas.



**Figura 02** - Foto na posição ortogonal *Tabebuia chrysotricha* (Ipê- amarelo)



**Figura 03** - Registradores acoplados ao tripé

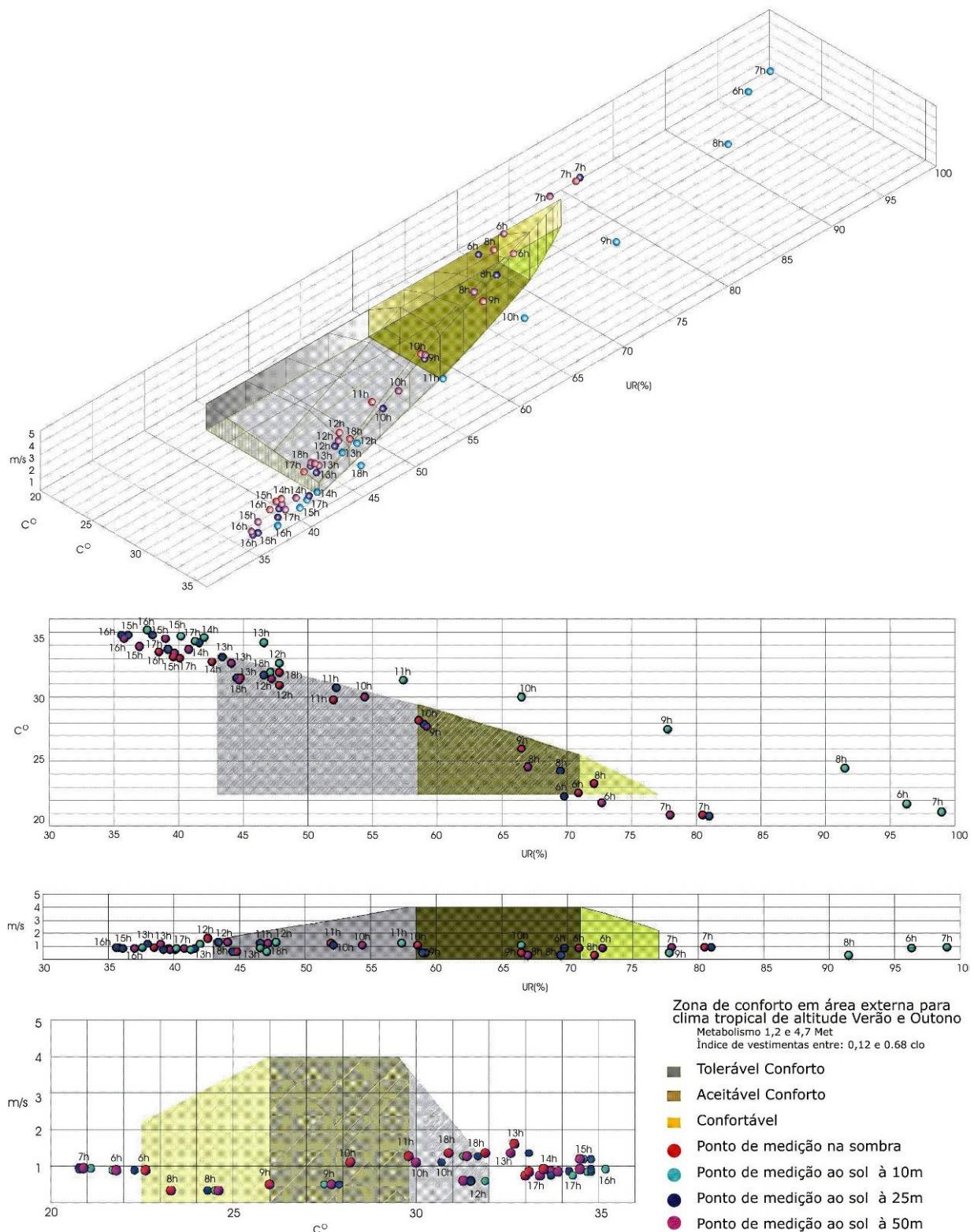
Os equipamentos são fixados a um tripé a na altura de 1,50m, figura 03: um registrador de temperatura e umidade, modelo Testo 175, protegido da radiação; um sensor de temperatura, modelo Testo 175-T2, e um sensor de temperatura de globo modelo Testo 0613 1711; um anemômetro/termômetro digital Testo 445 com sensor 0635-1549. Os dados são registrados de dez em dez minutos.

### 3. CRUZAMENTO DE DADOS

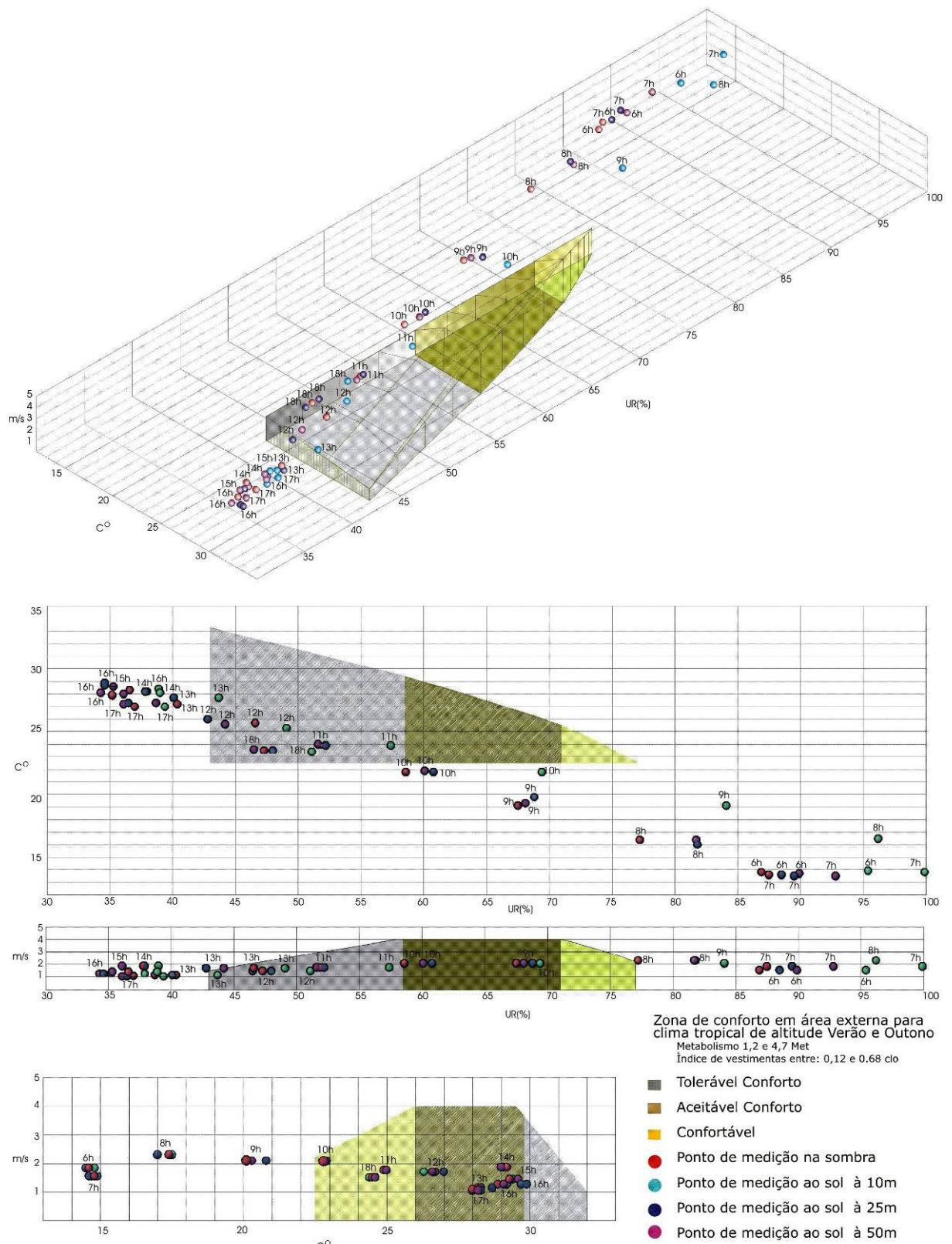
Os resultados de Temperatura do ar, umidade e velocidade do vento, assim como as análises sobre conforto em ambientes externos, conforme a metodologia de Moreno (2006) está apresentado na tabelas 01.

Os gráficos da zona de conforto para clima tropical de altitude definida por Moreno (2007) da espécie *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-Amarelo) são apresentados para as três situações: com folhas, com flores e sem folhas, figuras 04 a 06. Na construção deste gráfico foram considerados correspondentes à sensação térmica os valores de 1 a -1, delimitando a zona de conforto assim como a graduação de Confortável (C), Aceitável Conforto (AC), Tolerável Conforto (TC) e Desconfortável (D) inserida nessa zona. A área classificada como confortável no gráfico esta representada pela cor amarela, a aceitável confortável pela cor marrom e a tolerável conforto pela cor cinza.

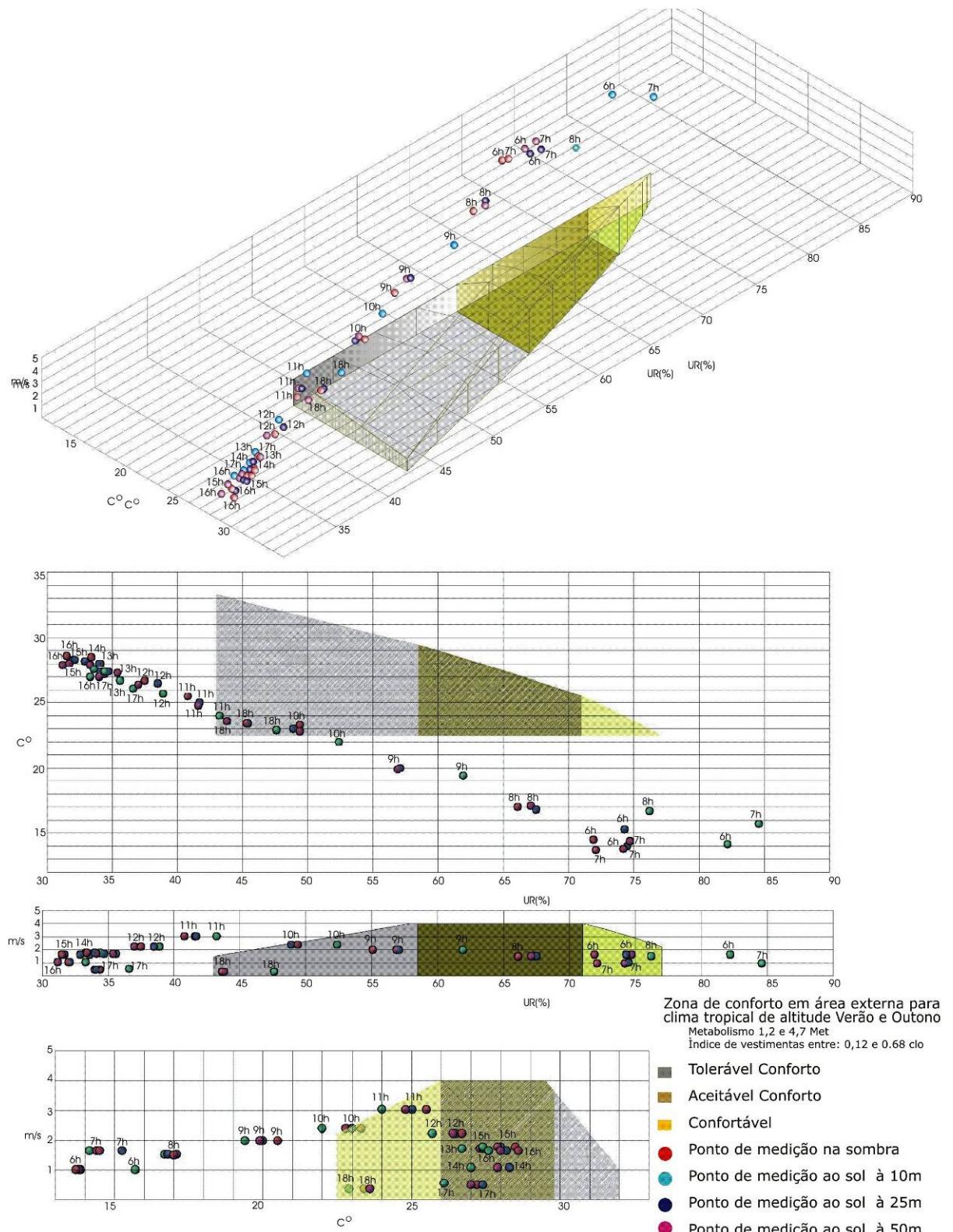
Observou-se uma maior contribuição com o conforto no gráfico da *Tabebuia chrysotricha* (Ipê Amarelo) na situação com folhas. Os valores encontrados pela manhã nos pontos situados à sombra, a 25m e a 50 m se encontram dentro da zona de conforto. Já na situação sem folhas, foram encontradas as piores condições de conforto.



**Figura 4 - Resultado para *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-amarelo) na situação com folhas – Zona de Conforto Clima Tropical de Altitude.**



**Figura 5 - Resultado da *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-amarelo) na situação com flores – Zona de Conforto Clima Tropical de Altitude.**



**Figura 6 - Resultado da *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-amarelo) na situação sem folhas – Zona de Conforto Clima Tropical de Altitude.**

#### 4. ANALISE DOS RESULTADOS

A análise dos gráficos demonstra a influência das características do sombreamento da copa de indivíduos arbóreos na atenuação da temperatura, aumento da umidade e conforto. A Tabela 01 apresenta o resumo do resultado dos gráficos onde as áreas classificadas como confortável, aceitável confortável e tolerável conforto são representadas respectivamente pelas cores amarela, marrom e cinza.

**Tabela 01** – Classificação da zona de conforto

<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Ipê-amarelo) com folhas															
			sombra				10m			25m			50m		
hora	Var (m/s)	C/RC	TBS (°C)	UR (%)											
06:00	0.89	C	22.6	70.9	D	21.7	96.3	D	22.3	69.8	D	21.8	72.7		
07:00	0.94	D	20.9	80.5	D	21.1	99	D	20.8	81	D	20.9	78		
08:00	0.33	C	23.3	72.1	D	24.5	91.5	AC	24.3	69.5	AC	24.6	67		
09:00	0.50	AC	26	64.2	D	27.5	77.8	AC	27.9	59	AC	27.7	59.2		
10:00	1.10	AC	28.2	58.6	D	30	66.5	TC	30.7	52.2	TC	30	54.4		
11:00	1.27	TC	29.8	52	D	31.3	57.4	TC	31.7	46.6	TC	31.4	47.2		
12:00	1.36	TC	30.9	47.8	D	32.6	51.5	TC	33.1	43.4	TC	32.6	44.1		
13:00	0.87	TC	31.9	45.3	D	34.1	46.6	D	34.2	41.6	D	33.7	40.8		
14:00	1.19	D	32.7	41.6	D	34.6	42	D	34.8	38	D	34.5	39		
15:00	0.85	D	33.1	39.6	D	34.7	40.2	D	34.8	36.1	D	33.9	37		
16:00	0.93	D	33.5	38.5	D	35.2	37.6	D	34.8	35.6	D	34.5	35.8		
17:00	0.75	D	33	40.1	D	34.3	41.3	D	33.7	39.2	D	33.4	39.7		
18:00	0.60	D	31.5	44.8	D	31.9	47.1	D	31.5	44.5	D	31.3	44.7		
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Ipê-amarelo) com Flores															
			sombra				10m			25m			50m		
hora	Var (m/s)	C/RC	TBS (°C)	UR (%)											
06:00	1.01	D	13.7	72.1	D	15.7	84.6	D	13.8	74.1	D	13.8	74.2		
07:00	1.65	D	14.5	71.9	D	14.16	82.2	D	14.2	74.3	D	14.4	74.7		
08:00	1.52	D	17	66.1	D	16.7	76.2	D	16.8	67.5	D	17.1	67.1		
09:00	1.99	D	20.5	55.1	D	19.4	61.9	D	20	57.1	D	19.9	56.9		
10:00	2.41	D	23.3	49.4	D	22	52.4	D	23	48.9	D	22.8	49.4		
11:00	3.04	TC	25.5	40.8	TC	24	43.3	TC	25	41.7	TC	24.8	41.6		
12:00	2.23	TC	26.7	37.5	TC	25.7	38.9	D	26.5	38.5	D	26.4	37		
13:00	1.73	D	28	34.1	TC	26.7	35.6	D	27.4	34.7	D	27.3	35.4		
14:00	1.78	D	28.5	33.4	D	27.4	34.4	D	28	34	D	27.9	33.3		
15:00	1.65	D	28.6	31.5	D	27.6	33.6	D	28.2	32.9	D	28	31.7		
16:00	1.08	D	28.3	32	D	27	33.3	D	28.3	32.1	D	27.9	31.1		
17:00	0.54	D	27.2	34.4	D	26.1	36.6	D	27.4	34.1	D	27	34		
18:00	0.36	TC	23.4	45.3	TC	22.9	47.6	TC	23.4	45.4	TC	23.6	43.8		
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Ipê-amarelo) sem folhas															
			sombra				10m			25m			50m		
hora	Var (m/s)	C/RC	TBS (°C)	UR (%)											
06:00	1.56	D	13.8	86.9	D	13.9	95.4	D	13.6	88.5	D	13.7	89.9		
07:00	1.85	D	13.6	87.5	D	13.8	99.9	D	13.5	89.5	D	13.5	92.8		
08:00	2.32	D	16.4	77.22	D	16.5	96.2	D	16	81.8	D	16.4	81.7		
09:00	2.11	D	19.1	67.5	D	19.1	84.1	D	19.1	68.8	D	19.3	68.1		
10:00	2.09	TC	21.8	58.6	D	21.8	69.4	TC	21.8	60.8	TC	21.9	60.1		
11:00	1.78	D	23.9	51.9	D	23.9	57.4	D	23.9	52.2	D	24	51.6		
12:00	1.71	D	25.7	46.6	D	25.3	49.1	D	26	42.8	D	25.6	44.2		
13:00	1.152	D	27.2	40.4	D	27.5	43.7	D	27.7	40.1	D	27.3	38.7		
14:00	1.89	D	28.2	37.8	D	28.1	39	D	28.2	37.9	D	28	36.1		
15:00	1.45	D	28.30	36.6	D	28.4	38.9	D	28.9	35.9	D	28.6	35.3		
16:00	1.27	D	27.9	35.2	D	28.2	37.9	D	28.7	34.6	D	28.1	34.3		
17:00	1.07	D	27	37	D	27	39.4	D	27.3	36.5	D	27.2	36.1		
18:00	1.51	TC	23.5	47.3	TC	23.4	51.1	TC	23.5	48	TC	23.6	46.5		

Na situação com folhas, foi encontrada a maior atenuação da temperatura do ar, cerca de 2,5°C. Na situação com flores foram encontrados os maiores valores de aumento da umidade do ar em todos os pontos, com a umidade mantendo-se acima de 60 % em todos os quatro pontos até as 10 h. A melhor condição de conforto foi encontrada às 8:00 à sombra das folhas da *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-amarelo). A situação mais crítica de aridez e temperatura elevada, se encontra às 16h, a 50 m da Tabebuia, situação sem folhas. Observou-se que em todos os pontos medidos e em todas as situações, a situação mais árida e quente é às 16:00.

Os resultados permitem concluir que:

- A capacidade de sombreamento está diretamente relacionada com a capacidade de atenuação da temperatura do ar.
- O conforto térmico está relacionado com a arquitetura da copa das árvores, principalmente tamanho das folhas e flores e capacidade de atenuação da radiação incidente proporcionada por esses indivíduos arbóreos.

Espécies decíduas, como a *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-amarelo), modificam a sua área sombreada, forma da copa e tamanho ao longo do ano, de acordo com a estação do ano. Este efeito é bem aproveitado nos climas tropicais de altitude. Logo, no verão possui folhas, proporcionando maior sombreamento e maior atenuação da temperatura do ar. No período mais ameno, inverno, permite maior penetração da radiação solar e aquece o ambiente. No período mais árido, setembro, produz as flores, aumentando a umidade no microclima. Esta característica da espécie deve ser aproveitada na construção civil como um elemento termorregulador dos microclimas urbanos.

## 5. REFERENCIAS

AHMED, K. S. Comfort in urban spaces: defining the boundaries outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. **Energy and Buildings**, [S.I.], v. 35, p. 103-110, 2003.

BUENO-BARTHOLOMEI, CAROLINA L. Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído. Campinas, SP, 2003. 189 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Campinas.

BUENO, CAROLINA L. Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas. Campinas, SP, 1998. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campinas.

LABAKI, L. C., SANTOS, R. F., 1996, *Conforto térmico em cidades: efeito da arborização no controle da radiação solar*. Projeto FAPESP. Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP.

LORENZI, H. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2003. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. 368 p.

MORENO, M. M. Parâmetros para implantação efetiva de áreas Verdes em Bairros Periféricos de Baixa Densidade. Campinas, 2006. 147 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.

PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L. C.; FRANCISCO-FILHO, L. L.; Distribuição Horizontal Da Temperatura Do Ar Em Uma Região Central Na Cidade De Campinas, SP. In: ENCONTRO

LATINO-AMERICANO SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 2005,  
Maceió. **Anais...** Brazil: ANTAC, 2005. CD ROM.

SANTAMOURIS, M. **Energy and climate in the urban built environment.** Londres: James & James, 2001. 402 p.

## **6. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro e bolsa para o desenvolvimento desta pesquisa e também aos técnicos Obadias P. da Silva e Daniel Celente, do Laboratório de Conforto Ambiental e Física da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.