

Palmeiras da minha terra: conforto térmico

Neusa Longo de Souza Ribeiro

Universidade Estadual de Campinas –Brasil
neusalsribeiro@yahoo.com.br

Lucila Chebel Labaki

Universidade Estadual de Campinas – Brasil
lucila@fec.unicamp.br

Adriana Eloá Bento Amorim

Universidade Estadual de Campinas –Brasil
adriana.eloa@terra.com.br

Rafael dos Reis Okuta

Universidade Estadual de Campinas –Brasil
rafael.okuta@hotmail.com

ABSTRACT

*Several studies on the thermal comfort provided by tree species in the urban microclimate have demonstrated their effects on temperature cooling, thus promoting higher environmental quality in tropical regions. It was observed, however, that there are few studies about the thermal attenuation and the quantification of the mitigation of heat provided by species of palm trees. In this context, the objective of this research is to evaluate the behavior of palm trees, regarding solar attenuation and its influence on thermal comfort in urban areas. This is a quantitative research, for which three species of palm trees were selected (tirar o espaço daqui) "Rabo de Raposa" (*Wodyetia bifurcata* Irvine), "Tamareira" (*Phoenix dactylifera* L.) and "Washingtonia" (*Washingtonia robusta* H. Wendl). The trees were planted isolated from each other. A fourth species, "Livistona" (*Livistona saribus* (Loureiro) Merril ex A. Chevalier) planted in cluster was also analysed. The study area is located on Campinas State University campus, Campinas, SP, Brazil, without interference from external elements. The measurements of incidente solar radiation, air and globe temperature, relative humidity and air speed were carried out in the summer 2016/2017 and winter of 2017, in both situations: sun exposed and under trees shade. Leaf Area Index (LAI), was also measured, Mean Radiant Temperature (Trm) and Physiological Equivalent Temperature (PET) were calculated. The results show expressive difference between the two situations. The obtained results will provide subsidies to urban planners and landscapers on the use of palm trees, taking into account their thermal effect.*

Keywords: Thermal comfort; Palm trees; Arecaceae; Solar attenuation; Shading.

1. INTRODUÇÃO

A arborização urbana é fundamental para que as cidades sejam sustentáveis. As árvores têm importância no sistema biológico urbano, tanto nos espaços públicos quanto nos privados. Se por um lado as áreas mais artificializadas da cidade, como é o caso dos centros, produzem maiores alterações no clima local, por outro, as áreas que mais se aproximam da natureza, de lugares mais arborizados, apresentam um clima mais ameno.

Além das funções estéticas e psicossociais, a arborização urbana atua na qualidade ambiental, no conforto térmico, na eficiência energética e na sustentabilidade urbana (POUEY; FREITAS; SATTER, 2003).

A criação de áreas verdes no espaço urbano proporciona benefícios substanciais que possibilitam a qualidade ambiental, tais como atenuação da poluição do ar, sonora e visual, abrigo para

fauna, conforto térmico, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas (NUCCI, 2008).

Para que a arborização alcance os propósitos estabelecidos, seja estético, melhoria do meio ambiente, segurança ou conforto térmico, é de suma importância que se conheça as características de espécies arbóreas, tal como sua arquitetura (ANGELIS NETO *et al.*, 2006).

As palmeiras, entre outras espécies de porte arbóreo, são as plantas mais características da flora tropical, com larga utilização na composição do paisagismo nacional, provocando fascínio por seu porte elegante. São plantas perenes, arborescentes, pertencentes à família *Arecaceae*, monocotiledôneas, lenhosas, com morfologia muito característica, que permite a sua identificação sem maiores dificuldades. Atualmente, registra-se a existência de aproximadamente 240 gêneros e 2700 espécies de palmeiras no mundo (LORENZI *et al.*, 2010).

Segundo Alves (1987), as palmeiras têm capacidade de modificar alguns microclimas. Quando agrupadas em áreas extensas, permitem que o vento circule livremente abaixo de sua copa, refrescando ambientes onde a sobrevivência humana seria impossível sem a sua presença.

Na literatura encontram-se pesquisas científicas que tratam sobre o desempenho de diversas espécies arbóreas quanto à atenuação da radiação solar (ABREU; LABAKI, 2010; BUENO-BARTHOLOMEI; LABAKI, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Entretanto, são poucos os estudos sobre o efeito das palmeiras nos microclimas urbanos, tanto no Brasil como no exterior, como se vê na

Tabela 1.

Tabela 1. Estudos sobre o comportamento das palmeiras quanto ao conforto térmico

Internacionais/ Nacionais	Objeto estudo	Resultados	Estação	Referências
TelAviv -Israel	<i>Ficus retusa</i> <i>Tipuana tipo</i> <i>Phoenix dactylifera</i> (Tamareira)	Redução 2,1°C a 2,5°C em relação à estação meteorológica local entre 12h e 15h	Verão	Shashua-Bar (2010)
Ghardaïa - Argélia	áreas verdes (palmeiral) áreas densamente edificadas (Ksur)	Centro do palmeiral temp. inferiores de 5°C a 10°C em relação à área edificada.	Verão	Bencheikh e Rchid (2012)
Enugu - Nigéria	<i>Phoenix dactylifera</i> (Tamareira) <i>Coconut</i> (coqueiro)	Trm 25°C Trm 26°C Trm local 26,7°C	Média anual	Obi e Chendo (2014)
Hong Kong- China	Copa densa, Copa esparsa, Palmeiras	Redução Ta: 0,5°C Redução Trm: 0.2°C esp. abertos 0.1°C esp. adensados	Verão	Kong et al. (2017)
Goiânia- Brasil	<i>Roystonea oleracea</i> (Palmeira Imperial).	Referência à pequena área de sombra, sem quantificar		Weirich et al. (2015)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tendo em vista a importância das palmeiras no paisagismo e na arborização urbana, esse trabalho tem como objetivo analisar algumas espécies de palmeiras, sob o aspecto da atenuação da radiação solar, bem como sua influência no conforto térmico por elas propiciado, o que tem relação direta com a maior qualidade ambiental em espaços urbanos abertos.

2. TEMPERATURA FISIOLÓGICA EQUIVALENTE

O conforto térmico é definido como “o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico” (AMERICAN..., 2013) e pode ser mensurado através de índices de conforto térmico.

Um grande número de índices de conforto térmico foi concebido nas últimas décadas, voltado à análise e projeto de sistemas de climatização. Dentre eles, pode-se citar a Temperatura Fisiológica Equivalente (PET – *Physiological Equivalent Temperature*) (HÖPPE, 1999). Expresso em graus Celsius, é um índice para avaliação do conforto térmico adaptado às condições externas. Representa a sensação térmica resultante da combinação de variáveis ambientais, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura radiante média, para determinadas combinações da taxa metabólica e da resistência térmica da roupa. É baseado na equação de equilíbrio térmico humano, em estado de uniformidade (MAYER; HÖPPE, 1987).

Este índice pode ser utilizado para ambientes internos ou externos e vem sendo adotado por pesquisadores de vários países para estudos de clima urbano. Segundo Höppe (1999), o índice PET somente pode ser considerado como uma base para a avaliação do ambiente térmico, e deve ser ajustado para as características subjetivas em termos de vestuário e de atividades exercidas.

Matzarakis, Mayer e Iziomon (1999) apresentaram uma dúvida em relação à validade dos intervalos de PET para aplicação indistinta em todas as zonas climáticas, considerando a possibilidade de que esses intervalos possam ser diversos, de acordo com as percepções não coincidentes do ambiente térmico ou devido às alterações fisiológicas que ocorrem nos processos de aclimação. Daí a necessidade de pesquisas para calibração deste índice às condições climáticas peculiares de cada região, uma vez que o uso do índice em diversas pesquisas apontou preferências térmicas da população local, distintas dos valores de referência (KRUGER, 2018).

No Brasil, Monteiro e Alucci (2008) elaboraram a calibração do índice PET para a cidade de São Paulo/SP; e Hirashima (2010) propôs uma calibração do índice para espaços abertos no município de Belo Horizonte/MG.

Considerando-se a importância das questões de adaptação e aclimação, apresenta-se a **Tabela 2**, com o índice PET de Matzarakis, Maver e Iziomon (1999); a calibração do PET, proposta por Monteiro e Alucci (2008) e a calibração do PET proposta por Hirashima (2010)

Tabela 2. Índice PET, calibração proposta por Monteiro e Alucci (2008) e calibração proposta por Hirashima (2010)

Índice Temperatura Equivalente Fisiológica (PET)			Calibração do índice PET – Monteiro e Alucci (2008)		Calibração do Índice PET – Hirashima (2010)	
PET (°C)	Sensação térmica	Nível de estresse térmico	PET (°C)	Sensação térmica	PET (°C)	Percepção térmica
<4	Muito frio	Frio extremo	< 4	Muito frio	Até 31,5	Confortável
4-8	Frio	Frio forte	4-12	Frio		
8-13	Fresco	Moderadamente frio	12-18	Pouco frio		
13-18	Levemente fresco	Ligeiramente frio	18-26	Neutra	30,5-35	Calor
18-23	Confortável	Confortável	26-31	Pouco calor		
23-29	Levemente cálido	Ligeiramente quente	31-43	Calor	Acima de 35	Muito calor
29-35	Cálido	Moderadamente quente	>43	Muito calor		
35-41	Quente	Calor forte				
>41	Muito quente	Calor extremo				
					Obs. No estudo a amplitude térmica foi de 20 a 41°C	

Fonte: Adaptado de Matzarakis, Maver e Iziomon (1999), Monteiro e Alucci (2008) e Hirashima (2010)

Observa-se que o intervalo considerado “confortável” nas calibrações propostas para São Paulo e Belo Horizonte apresentam amplitude maior que o intervalo PET estabelecido por Matzarakis, Maver e Izionmon (1999) para a Europa.

3. MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória, com coleta de dados quantitativos, através de medições das variáveis ambientais: radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo, velocidade do ar; da obtenção do índice de área foliar (IAF) ou *Leaf Area Index* (LAI), da Temperatura Radiante Média (T_{rm}) e de um índice de conforto térmico, tendo sido adotada para isso a Temperatura Fisiológica Equivalente (PET).

Para o estudo da vegetação como atenuadora de radiação solar é necessário considerar as relações entre indivíduos arbóreos, o meio e a radiação incidente, levando-se em conta as características peculiares de cada espécie (LABAKI *et al.*, 2011).

A metodologia adotada foi adaptada de Bueno-Bartholomei (2003) e Abreu (2008), que avaliaram a influência de diferentes espécies arbóreas no microclima, através do cruzamento de dados sobre o percentual de atenuação solar. Nas referidas pesquisas, foi adotada a escala de clima local, onde se considera as influências do entorno imediato sobre os indivíduos arbóreos, obedecendo às seguintes condições: ausência de sombra das edificações ou outras árvores; topografia do terreno não muito acidentada; uniformidade das condições em torno das árvores relacionada à ausência de pavimentação e de construções próximas.

3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no Campus da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo (-22°48'57" S; -47°03'33" W; elevação média de 640m). O clima da cidade é tropical de altitude (tipo Cwa, de Köppen), com chuvas no verão e seca no inverno.

Para a definição do local levou-se em conta a existência das condições adequadas ao experimento, apresentando terreno livre de outras árvores e edifícios muito próximos que pudessem sombrear ou afetar as medições nos indivíduos selecionados, como mostra a **Figura 1**.

Figura 1: Local selecionado para pesquisa



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=735uWGMpIHl>

3.2 Palmeiras

Foram estudadas três palmeiras isoladas e um agrupamento.

- Palmeiras isoladas: foram transplantadas para um terreno gramado de 1280 m², com topografia pouco acidentada, localizado na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) UNICAMP;
- Conjunto de palmeiras: localizado em uma área de 350m², com topografia pouco acidentada, localizado na Avenida Dr. André Tosello, UNICAMP.

As espécies: “Rabo de Raposa” (*Wodyetia bifurcata* Irvine), “Tamareira” (*Phoenix dactylifera* L.) e “Washingtonia” (*Washingtonia robusta* H. Wendl), com características específicas que as distinguem, principalmente, em relação às folhas, conforme **Figura 2a**, foram transplantadas, de um viveiro de plantas da cidade de Limeira/SP, para o local definido.

Figura 2: a) Palmeiras isoladas e b) Agrupamento de palmeiras analisado



Fonte: Acervo do autor, 2017.

Para a escolha do agrupamento de palmeiras, foram considerados alguns aspectos que atingiam os atributos necessários para o desenvolvimento desta pesquisa. Foram selecionados sete indivíduos, de folha palmada, da espécie *Livistona* (*Livistona saribus* (Loureiro) Merrill ex. A. Chevalier), já existentes e plantadas em uma área de 350m², conforme indica a **Figura 2b**.

Trata-se de um conjunto de sete palmeiras bem desenvolvidas, plantadas em terreno gramado, a uma distância média de 7,0 m entre si, distantes 3,0 m da área pavimentada, sendo que quatro delas apresentam intersecção entre as copas.

3.3 Período de medição

As medições das variáveis ambientais foram realizadas no verão de 2016/2017 e no inverno de 2017, conforme **Tabela 3**. Os processos de medição seguiram as recomendações da norma ISO 7726 (2001).

Tabela 3: Datas e período de medições, por estação do ano

Estação	Palmeiras	Dias de medição	Período	Observação
Verão	isoladas	29/12/2016,06 e 15/01/2017	08:00 - 17:00h	Horário de verão ¹
	conjunto	15/02/2017	08:00 - 17:00h	Horário de verão
Inverno	isoladas	28, 29 e 30/06/2017	08:00 - 17:00h	08:00 - 17:00h
	conjunto	11/07/2017	08:00 - 17:00h	08:00 - 17:00h

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

3.4 Obtenção das variáveis ambientais

Foram medidas as variáveis ambientais: temperatura do ar (T_a), temperatura de globo (T_g), umidade relativa do ar (U_r), e radiação solar (R_{ad}), à sombra de cada espécie de palmeira e ao sol (distante de 10,0 metros da planta), local adotado como ponto único de medição da velocidade do ar (V_a).

Para a medição da temperatura do ar e umidade relativa foram utilizados, à sombra de cada palmeira isolada e ao sol, um conjunto composto de: um sensor e registrador de temperatura e umidade, modelo Testo 175-T2 e 175-H1; para temperatura de globo, um conjunto composto de um sensor/registrator modelo testo 0613 171, colocado no interior de um globo cinza (diâmetro de 4 cm), instalados em um tripé, a 1,50m do solo. No agrupamento de palmeiras, utilizou-se os mesmos equipamentos, sendo que três conjuntos foram alocados à sombra, de onde se obteve a média diária de todas as variáveis ambientais à sombra e um conjunto posicionado ao sol. Foi instalado, para a medição de velocidade do ar, um anemômetro/termômetro digital Testo 445, com sensor 0635-1549, acoplado ao tripé exposto ao Sol.

A radiação solar (em kW/m^2) foi registrada ao sol e à sombra de cada palmeira por meio de solarímetros de tubo, modelo TSL-DELTA- T, conectados a um integrador de coleta automática dos dados, modelo Delta DL2 *Datalogger*, instalados a 1,0m de altura do solo. No agrupamento de palmeiras utilizou-se os mesmos equipamentos, sendo que três solarímetros foram alocados à sombra e um solarímetro posicionado ao sol. Para os valores à sombra, foi calculada a média horária dos três solarímetros. A partir dos dados, calculou-se a atenuação da radiação solar e a variação da temperatura radiante média segundo Bueno-Bartholomei (2003)

Optou-se pela utilização do equipamento LAI-ACCUPAR LP-80, para obtenção do LAI – *Leaf Area Index* ou IAF – índice de área foliar, cujo princípio de uso consiste no balanço entre a radiação que atinge o interior do dossel e a radiação que incide no topo do mesmo, por meio de método indireto de mensuração. As medições foram realizadas em pleno sol e sob o dossel, no período de 9 horas, com registros em intervalos de uma hora.

Para avaliação de conforto térmico foi adotado o índice PET – Temperatura Fisiológica Equivalente ($^{\circ}\text{C}$), que descreve as condições térmicas do ambiente externo, sendo obtido pelo software *RayMan – Modelling of Mean Radiant Temperature in Urban Structures Calculation of Thermal Indices*, a partir da equação de balanço térmico do corpo humano em condições de estabilidade.

¹O Horário Brasileiro de Verão consiste em adiantar em uma hora a Hora Legal de determinados estados, (Montalvão (2005).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apresenta-se a seguir, os resultados de atenuação da radiação solar, a variação relativa da Trm, obtidos para as palmeiras isoladas e o agrupamento estudado; o índice de área foliar; o índice de conforto térmico PET, e seu efeito segundo calibração de Monteiro e Alucci, (2008) e Hirashima, (2010).

4.1 Atenuação da radiação solar e variação relativa da Trm

Os resultados de atenuação da radiação solar e variação relativa da Trm, por tipo de Palmeira, no verão 2016/2017 e inverno/2017 estão representadas na Tabela 4.

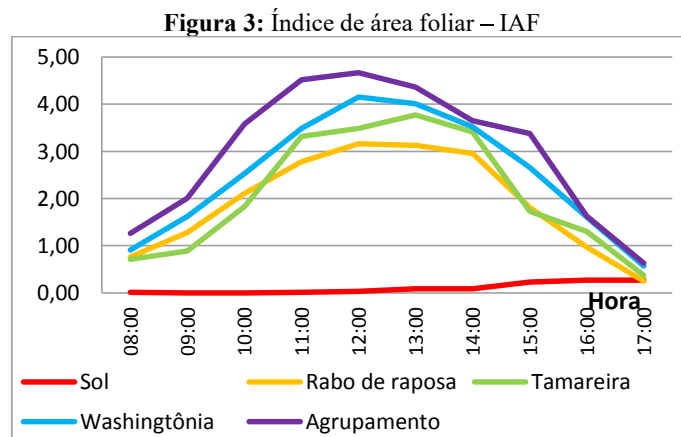
Tabela 4. Atenuação da radiação solar e variação relativa da Trm

Estação	Palmeira	Variação relativa de Trm (%)	Energia Total Incidente (kW.h/m ²)		Atenuação da Radiação solar (%)	Erro padrão α (%)
			Sombra	Sol		
Verão	Washingtonia	43,7	1,35	5,50	75,4	0,41
	Tamareira	31,1	2,30		58,1	0,88
	Rabo de raposa	28,8	2,47		55,0	1,10
	Agrupamento	44,8	0,83	6,06	86,3	0,40
Inverno	Washingtonia	46,3	0,74	3,77	80,3	0,21
	Tamareira	42,5	1,47		60,9	0,88
	Rabo de raposa	44,7	1,39		63,1	0,94
	Agrupamento	61,9	0,52	3,84	86,4	0,33

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

4.2 Índice de área foliar

O Índice de área foliar está representado graficamente na **Figura 3**.



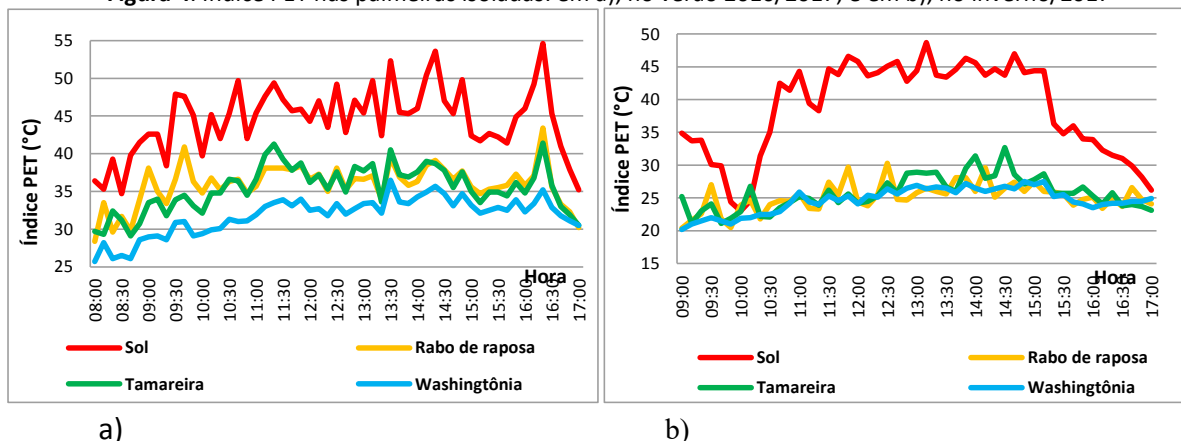
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Com relação à área foliar medida, verifica-se que entre as espécies estudadas, aquela que apresenta o melhor resultado de IAF é o agrupamento de palmeiras, com índice médio diário de 2,97, seguido pela Washingtonia, com 2,51, a Tamareira, com 2,08 e a espécie com o menor valor foi a Rabo de Raposa, com 1,92.

4.3 Índice PET

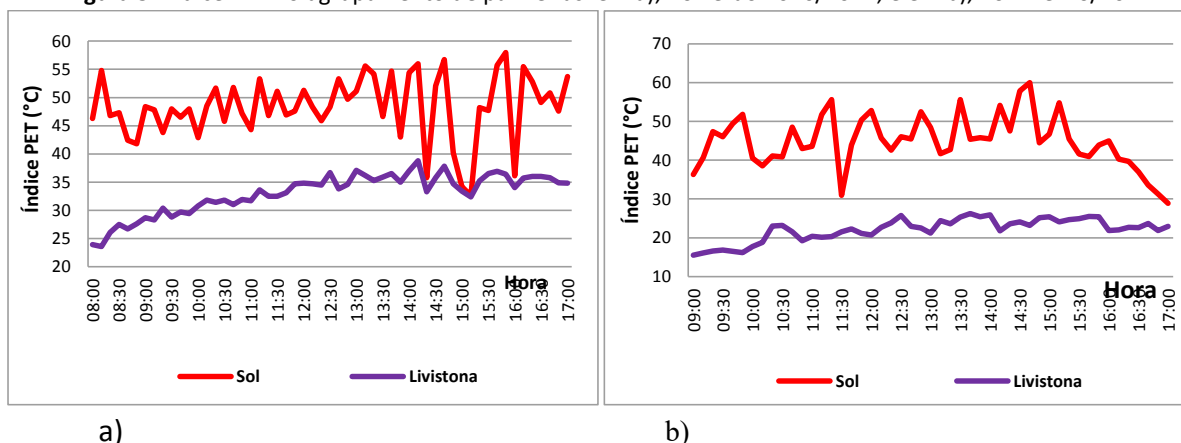
Os resultados de PET, obtidos por meio de cálculo para as palmeiras isoladas e para o agrupamento de palmeiras, são mostrados graficamente nas **Figuras 4a, 4b, 5a e 5b**.

Figura 4. Índice PET nas palmeiras isoladas: em a), no verão 2016/2017; e em b), no inverno/2017



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Figura 5. Índice PET no agrupamento de palmeiras: em a), no verão 2016/2017; e em b), no inverno/2017



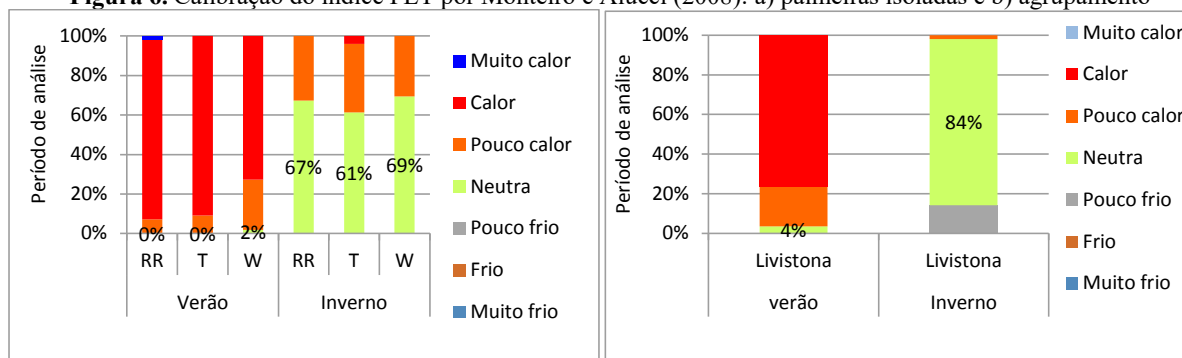
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

4.4 Calibração do índice PET

Considerando-se o reconhecimento da importância das questões de aclimação, como não há calibração específica para a cidade de Campinas/SP, para a análise do percentual de conforto térmico proporcionado pelas palmeiras estudadas, utilizou-se a calibração do índice PET para a realidade brasileira, em São Paulo/SP, proposta por Monteiro e Alucci (2008) e a calibração PET para Belo Horizonte/MG, produzida por Hirashima, (2010). Assim como Campinas, essas duas cidades são classificadas como clima Tropical de Altitude e encontram-se na Zona Bioclimática 3, segundo a NBR 15220 (ASSOCIAÇÃO..., 2005), com características homogêneas quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente e conforto humano.

A calibração do índice PET para a realidade de São Paulo - SP, proposta por Monteiro e Alucci (2008), foi utilizada para as palmeiras isoladas e é mostrada na **Figura 6a** e para o agrupamento de palmeiras, é exibida na **Figura 6b**.

Figura 6. Calibração do índice PET por Monteiro e Alucci (2008): a) palmeiras isoladas e b) agrupamento



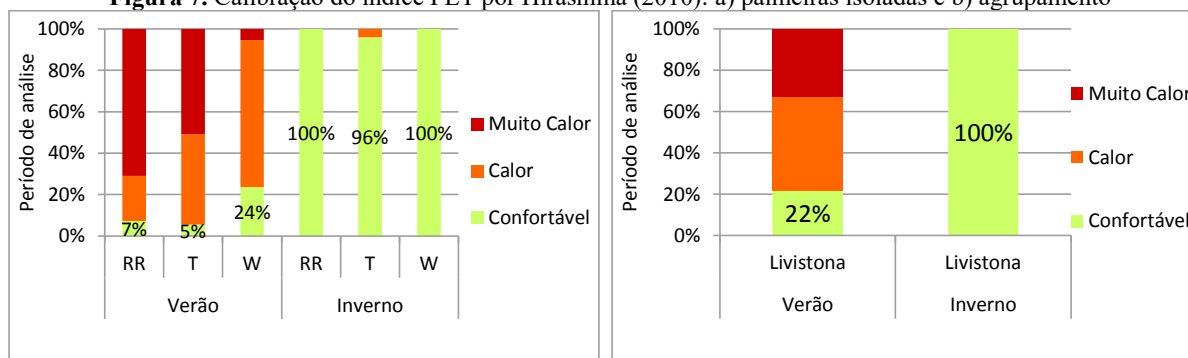
a)

b)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A **Figura 7a** apresenta o conforto calculado para as palmeiras isoladas e a **Figura 7b** mostra o cálculo para o conjunto de palmeiras, utilizando a calibração PET produzida por Hirashima, (2010), para Belo Horizonte - MG.

Figura 7. Calibração do índice PET por Hirashima (2010): a) palmeiras isoladas e b) agrupamento



a)

b)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

5. CONCLUSÃO

O estudo realizado preenche uma lacuna nos trabalhos realizados sobre vegetação e conforto térmico ao analisar, sob esse aspecto, a palmeira, com presença expressiva na arborização urbana no Brasil.

A partir dos resultados de medições em campo, dos cálculos de Temperatura Radiante Média, da Atenuação da Radiação Solar e do índice PET, conclui-se que o sombreamento por palmeiras pode favorecer significativamente o microclima de cidades tropicais.

Os parâmetros obtidos apontam que espécies de palmeiras com índice de área foliar mais elevado e maior atenuação da radiação solar são aquelas que mostram maior capacidade de redução da temperatura, com resultados satisfatórios nas sensações de conforto térmico no microclima urbano.

As espécies de palmeiras analisadas foram capazes de mitigar a radiação solar e verificou-se a sua capacidade de melhoria do conforto térmico, evidenciando-se sua viabilidade na construção da paisagem urbana. Em regiões onde se pretende sombrear maiores áreas, pode-se agrupá-las de forma que suas folhas se sobreponham, aumentando seu potencial de arrefecimento.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, v.10, n.4, p103-117, 2010.
- ALVES, M. R. P. Palmeiras. Características botânicas e evolução. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1987. 129p.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. (ASHRAE). **Standard 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2013.
- ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, B.L.D.; DALL'AGNOL, I.C.S.; KRELING, W.L. O controle de processos em áreas urbanas com o uso da vegetação. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.1, n.1, 2006.
- BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; LABAKI, L. C. (2003). How much does the change of species of trees affect their solar radiation attenuation? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE (15th), Lodz, Poland, 2003.
- HIRASHIMA, Simone Queiroz da Silveira. Calibração do Índice de Conforto Térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte. 2010. 227 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- HÖPPE, Peter. The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **Journal of Biometeorology**, v. 43, n. 2, p. 71-75, 1999.
- INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. ISO 7726: Ergonomics of The thermal environment -- Instruments for measuring physical quantities. Genebra, 2001.62p.
- KRÜGER, Eduardo Leite et al. Calibration of the outdoor comfort index Physiological Equivalent Temperature (PET) for Curitiba. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 3, p. 135-148, 2018.
- LABAKI, L. C; SANTOS, R.F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Fórum Patrimônio: **Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 4, n. 1, 2011.
- LORENZI, H; NOBLICK, L.; KAHN, F; FERREIRA, E. Flora Brasileira. *Areaceae* (Palmeiras). Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2010, 384p.
- MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIONMON, M. G. Applications of a Universal Thermal Index: physiological equivalent temperature. **International Journal of Biometeorology**, v. 43, p. 76-84, 1999.
- MAYER, H., HÖPPE, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 38, p. 43-49.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos Preditivos de Estresse Termo-Fisiológico: estudo empírico comparativo em ambientes externos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Fortaleza, 2008. **Anais...** Fortaleza: Antac, 2008. 1 CD-ROM.
- NUCCI, T. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP). Curitiba: O Autor, 2.ed. 2008. 150 p.
- OLIVEIRA, A. S. et al. Benefícios da arborização em praças urbana: o caso de Cuiabá/MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, n. 9, p. 1900–1915, 2013.
- POUEY, MTF; FREITAS, Ruskin; SATTLER, M. A. Arborização e sustentabilidade. **Curitiba, PR**, 2003.