

## **AVALIAÇÃO INICIAL DO BIOCLIMA TÉRMICO EM ÁREAS ABERTAS DE SANTOS, SÃO PAULO – POSSIBILIDADES DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÕES CLIMÁTICAS**

**Loyde V. de Abreu-Harbich (1); Lucila C. Labaki (2)**

(1) Arquiteta, PhD, Pesquisadora do Departamento de Arquitetura e Construção, [loydeabreu@gmail.com](mailto:loydeabreu@gmail.com)

(2) PhD, Professora do Departamento de Arquitetura e Construção, [lucila@fec.unicamp.br](mailto:lucila@fec.unicamp.br),  
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada, Rua Saturnino de Brito, 224, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas – SP, 13083-889, Tel.:(11) 3521 2408

### **RESUMO**

O adensamento de áreas próximo à praia tem provocado mudanças climáticas em cidades tropicais litorâneas como Santos, São Paulo. Este artigo descreve uma metodologia destinada a analisar a relação entre as condições climáticas e a percepção do conforto térmico humano em áreas abertas de bairros situados na orla. O experimento consiste no levantamento simultaneamente da opinião dos usuários, das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação solar) e temperatura superficial dos materiais das ruas analisadas durante 1 dia de típico de sol no outono em áreas abertas de Santos. Foram selecionadas duas ruas com orientação Norte-Sul (com e sem vegetação arbórea) e duas na orientação Leste-Oeste (com pouca vegetação arbórea) no bairro do Gonzaga. Os resultados que o Fator de Visão do Céu (FVC) varia entre 0.56 e 0.08. O índice de conforto aplicado nesse estudo é Temperatura Fisiologicamente Equivalente (PET). Os resultados apontaram que a promoção do vento e o sombreamento de edifícios e vegetação dentro dos cânions viários foram capazes de mitigar não só a temperatura do ar, mas também o PET. Além disso, as sensações de conforto térmico aumentam à medida que velocidade do vento e o sombreamento aumentam no interior do cânion. Os pedestres mostraram uma preferência em andar na sombra durante o período quente e também a melhoria da sensação de conforto à medida que aumenta a velocidade do vento em ambientes públicos abertos.

Palavras-chave: temperatura fisiologicamente equivalente (PET), cânions urbanos, conforto térmico humano em ambientes externos

### **ABSTRACT**

The process of densification coast areas can modifies the urban climate of tropical cities as Santos, Sao Paulo. This paper describes the application of a methodology designed to analyses the relationship between climatic conditions and the perception of bioclimatic comfort. The experiment consisted of conducting simultaneous questionnaire surveys and weather measurements and surface temperature of pavement and façades during 1 sunny autumn days in an open urban area in Santos. Two streets were selected, with north-south orientation (with and without tree vegetation) and two in the East-West orientation in the neighborhood Gonzaga. The results that the sky view factor (SVF) varies between 0,56 and 0,08. The comfort index applied in this study is Physiologically Equivalent Temperature (PET). The results showed that wind and shade promote by trees and buildings were able to mitigate not only air temperature, but also PET. Additionally, thermal comfort increases as the wind speed and shade inside the street canyon. Pedestrians prefer walking in the shade during the warm period.

Keywords: Physiologically Equivalent Temperature (PET), urban street canyons, human thermal comfort in outdoor spaces.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos espaços públicos abertos contribui para a qualidade de vida das cidades, pois permitem que as pessoas pratiquem atividades ao ar livre (THORSSON et al. 2004) e colaboram para a interação social entre os cidadãos (NIKOLOPOULOU e STEEMERS 2003). Essas áreas públicas situadas ao ar livre, tais como ruas, praças ou parques, são acessíveis ao público em geral e permitem atividades recreativas e ao ar livre. Pesquisas recentes mostraram que as condições microclimáticas afeta no uso dessas áreas, principalmente porque o ambiente construído influencia nas sensações térmicas (NIKOLOPOULOU et al. 2001; GIVONI et al. 2003; OLIVEIRA e ANDRADE, 2007; LIN et al., 2013). Porém o uso desses espaços não depende apenas das condições climáticas, mas também de outros aspectos como estéticos e psicológicos, entre outros (NIKOLOPOULOU et al., 2001; ZACHARIAS et al. 2004).

As áreas abertas públicas são importantes para garantir a qualidade de vida e conforto térmico tanto nos ambientes internos como externos, principalmente nas cidades com alta densidade de construção. O constante crescimento das cidades brasileiras provoca o crescimento significativo das ilhas de calor e grandes modificações no microclima urbano. Arquitetos, urbanistas e planejadores urbanos deveriam considerar ações para o desenho urbano para suportar as condições de conforto (LIN et al., 2013). Nos últimos anos, o conforto térmico em espaços urbanos tem se tornado uma importante questão atraindo um número considerável de artigos analisando e discutindo o conforto térmico em ambientes externos a partir de medições *in loco*, tais como Spagnolo e de Dear na Austrália (2003), Ahmed (2003) em Bangladesh, Nakano e Tanabe (2004) no Japão, Nikolopoulou e Lykoudis (2006) em diversos países europeus, Oliveira e Andrade (2007) e Andrade et al. (2010) em Lisboa, Portugal, Cheng et al. (2012) em Hong Kong, Kariminia et al. (2010) no Iran, Lin et al. (2011) em Taiwan, Ndetto e Matzarakis (2013) na Tanzania, Katerina et al. (2013) em Atenas, Grecia. Os principais índices utilizados nessas pesquisas foram Temperatura Fisiologicamente Equivalente (PET), Nova temperatura efetiva Padrão (SET\*), índice universal de clima térmico (UTCI) que se baseiam no balanço de energia do corpo humano para descrever as condições térmicas de ambientes externos. A sensação térmica varia de pessoa para pessoa em diferentes climas (GIVONI et al. 2003; CHENG; NG, 2006; NIKOLOPOULOU; LYKOUDIS, 2006; LIN; MATZARAKIS, 2008).

No Brasil, também foram realizadas uma série de pesquisas sobre o conforto térmico urbano apresentando diferentes metodologias de coleta de dados de campo, analisando e discutindo o conforto térmico em ambientes externo, como por exemplo: Fontes et al. (2011) em três cidades do interior do estado de São Paulo (Campinas, Presidente Prudente e Bauru), Abreu-Harbich et al. (2015) em Campinas, Brun et al. (2010) em Piracicaba, Krüger e Rossi (2011) e Peter et al. (2012) em Curitiba, Duarte et al. (2008) e Minella et al. (2012) em São Paulo, Romero et al. (2010) em Brasília, Vasconcellos e Corbella (2009) e Dash et al. (2014) no Rio de Janeiro, entre outros. Essas pesquisas utilizaram metodologias diversas para a coleta dos dados meteorológicos de campo, ou seja, medições fixas e móveis. Também, esses trabalhos utilizaram os índices de conforto térmico como Temperatura Fisiologicamente Equivalente (PET) e o Índice universal de clima térmico (UTCI), e também fizeram análises utilizando o software Rayman. O sombreamento do ambiente construído por vegetação ou por edifícios podem melhorar o conforto térmico (LIN et al.; 2010, DACANAL et al, 2010; Abreu et al. 2014). Porém, a permeabilidade do vento no ambiente construído pode melhorar ainda mais as sensações de conforto térmico em cidades tropicais como Santos e São Paulo (PRATA, 2005).

Essas metodologias sobre avaliação do conforto térmico em ambientes externos se condicionaram aos dados disponíveis, sejam eles obtidos através de estações meteorológicas existentes ou de levantamento de dados climáticos *in loco*. As escalas adotadas e a qualidade dos dados climáticos também poderão interferir na precisão do resultado. As quantificações de conforto térmico em áreas abertas realizadas a partir do levantamento de dados climáticos de campo (temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento) *in loco* e pesquisa com o usuários utilizando os índices PET ou UTCI apresentaram um panorama mais próximo da realidade como por exemplo as pesquisas de Spagnolo e de Dear na Austrália (2003), Nikolopoulou e Lykoudis (2006), Andrade et al. (2010), Fontes et al. (2011), Krüger e Rossi (2011), Lin et al. (2011) porém elas podem não apontar a variável arquitetônica que realmente afeta as modificações climáticas locais. Por isso muitas pesquisas utilizam as simulações dos estudos de caso a partir com softwares complexos como Envi-met, RayMan, CFX, entre outros, para entender melhor o fenômeno das alterações microclimáticas urbanas como por exemplo as pesquisas de Ahmed (2003), Duarte et al. (2008); Vasconcellos e Corbella (2009), Romero et al. (2010), Ndetto e Matzarakis (2013), Abreu-Harbich et al.(2014a; 2014b), Fröhlich e Matzarakis (2013), Dash et al. (2014). Esses estudos observaram principalmente a influencia da relação altura e largura dos edifícios, da presença vegetação e materiais no piso e nas fachadas. Entretanto, as simulações podem exigir muito tempo para o seu desenvolvimento e análise devido à complexidade dos softwares utilizados. O levantamento fotográfico utilizando uma camera

térmica durante o levantamento de dados climáticos de campo e entrevista com o usuário, poderá fazer uma avaliação rápida do comportamento dos materiais aplicado nas fachadas dos edifícios e na pavimentação.

## 2. OBJETIVO

A finalidade deste artigo é descrever uma metodologia para avaliar a relação entre as condições climáticas e a percepção do conforto térmico humano em áreas abertas de cidades tropicais litorâneas adensadas como Santos. A partir da coleta dos dados meteorológicos, levantamento das imagens térmicas e entrevista com os pedestres na área de interesse, objetiva-se verificar qual variável arquitetônicas (geometria urbana, materiais utilizados no piso, nas fachadas, presença ou não de vegetação arbórea) mais interfere no conforto térmico humano.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Clima de Santos

Santos (23° 56' 15"s, 46° 19' 30"w, 2m) é um município portuário da Baixada Santista que abriga o maior porto da América Latina. Santos possui um clima tropical litorâneo úmido segundo Köppen-Greiger (Af; KOTTEK et al., 2006), com verões quentes e chuvosos (270 mm Janeiro) e os invernos com temperaturas mais amenas e menor incidência de chuvas (70 mm em agosto). A precipitação média anual é de 3.207 mm. O período de verão é considerado entre os meses de outubro a abril e o inverno, de maio até setembro. No verão, a média das temperaturas mínimas na cidade é de 23 °C e a das máximas, de 30 °C, porém nesta estação é comum ter tardes com temperaturas entre 35 e 40 °C. Já no inverno, a média das mínimas é de 17 °C e a das máximas, de 24 °C, porém com a influência de massas polares as temperaturas podem chegar abaixo de 10 °C. A direção do vento predominante é de sudeste, com velocidade média anual de 1,5 m / s (Abreu-Harbich et al., 2015b).

### 3.2. Locais de Medição

O critério de seleção da área considerou uma área de alta densidade de ocupação próxima ao Jardim da Praia, com cânions urbanos com mais de 500 m nas orientações Norte-Sul e Leste-Oeste, onde uma via fosse muito arborizada e outra com pouca vegetação. Além disso, buscou uma área que fosse segura e que tivesse uma infraestrutura de apoio à pesquisadora (banheiros públicos, restaurantes, etc.). A idéia é verificar as modificações climáticas e no conforto térmico à medida que penetra no bairro. Foi selecionada uma área de 250 x 250 m bastante adensada situada em frente ao Jardim da Praia na praia do Gonzaga. Nessa área se encontra edifícios com 3 alturas diferentes: 30 metros (edifícios mais antigos de até 6 pavimentos), 50 metros (edifícios de até 12 pavimentos) e 100 metros (edifícios mais novos, com cerca de 22 pavimentos) (Figura 01).

O primeiro ponto de medição (P1) situa-se em frente ao Jardim da Praia na Av. Presidente Wilson e Av. Washington Luís (Canal 3). Esse jardim da Praia foi criado em 1914 pelo engenheiro Saturino de Brito. Hoje possui cerca de 5.335 metros de comprimento, largura entre 45 e 50 metros e 218.800 metros quadrados de área, e é considerado um dos maiores jardins de praia do mundo. Segundo o levantamento botânico, este jardim possui 1.746 árvores, sendo 943 palmeiras de pequeno e médio porte, de 21 espécies diferentes. Das outras 803 árvores restantes, cerca de 90% são os chapéus-de-sol (*Terminalia catappa*) (PREFEITURA SANTOS, 2015). A distância entre o jardim da praia e os edifícios é cerca de 35 metros e o piso da calçada é de pedra portuguesa. A fachada dos edifícios é revestida com ladrilhos ou pintura em cores claras. O fator de visão do céu (FVC) é 0,56 e a relação altura e largura (H/W) das ruas varia entre 1 e 2 (Figura 02).

O segundo ponto de medição (P2) situa-se na Av. Washington Luís, marginal ao canal 3 que é estrutura típica do traçado urbano de Santos. A mais de 100 anos, os canais da cidade de Santos foram construídos pelo Engenheiro Sanitarista Saturino de Brito para drenar os terrenos alagadiços da planície santista e escoar as águas pluviais que era o principal foco de doenças durante os verões tipicamente quentes. Entre o P1 e P2, existem cerca de 20 árvores da espécie Jambolão (*Syzygium cumini*), formando um corredor verde. A distância entre os edifícios é cerca de 40 metros, onde o canal possui 10 metros, as calçadas do ao redor do canal possuem cerca de 3 metros, onde o seu pavimento é concreto. As calçadas das quadras possuem 3 metros e foram pavimentadas com pedra portuguesa. O fator de visão do céu (FVC) é 0,08 e a relação H/W da via varia entre 1.2 e 2 (Figura 02).

O terceiro ponto de medição (P3) situa-se na Av. Dr. Galeão Carvalho, que é o ponto mais adentro do bairro (cerca de 250 metros da orla) e paralelo ao P1. Nesta avenida, a largura da rua é de 20 metros, e entre os edifícios é de 5 a 8 metros. A altura média dos edifícios é de 50 m. As calçadas são pavimentadas com pedra portuguesa e as fachadas dos edifícios revestidos com ladrilhos ou pinturas em tons pastéis. A rua possui três árvores onde uma é das espécies Chapéu de Sol (*Terminalia catappa*) e duas da espécie Jambolão (*Syzygium cumini*). O fator de visão do céu (FVC) é 0,20 e a relação H/W varia entre 1.2 e 2 (Figura 02).

O quarto Ponto de medição (P4) situa-se na Rua Jorge Tibiriçá, em uma rua paralela à Av. Washington Luís (P2). Nesta rua, as calçadas são pavimentadas com Pedra portuguesa e a rua é de asfalto. A altura média dos edifícios é de 50 m e a distancia entre eles é de 5 a 8 metros. A largura da rua é de 7,5 m e as calçadas 2,5 m. O fator de visão do céu (FVC) é 0,21 e a relação H/W varia entre 1.2 e 2 (Figura 02).

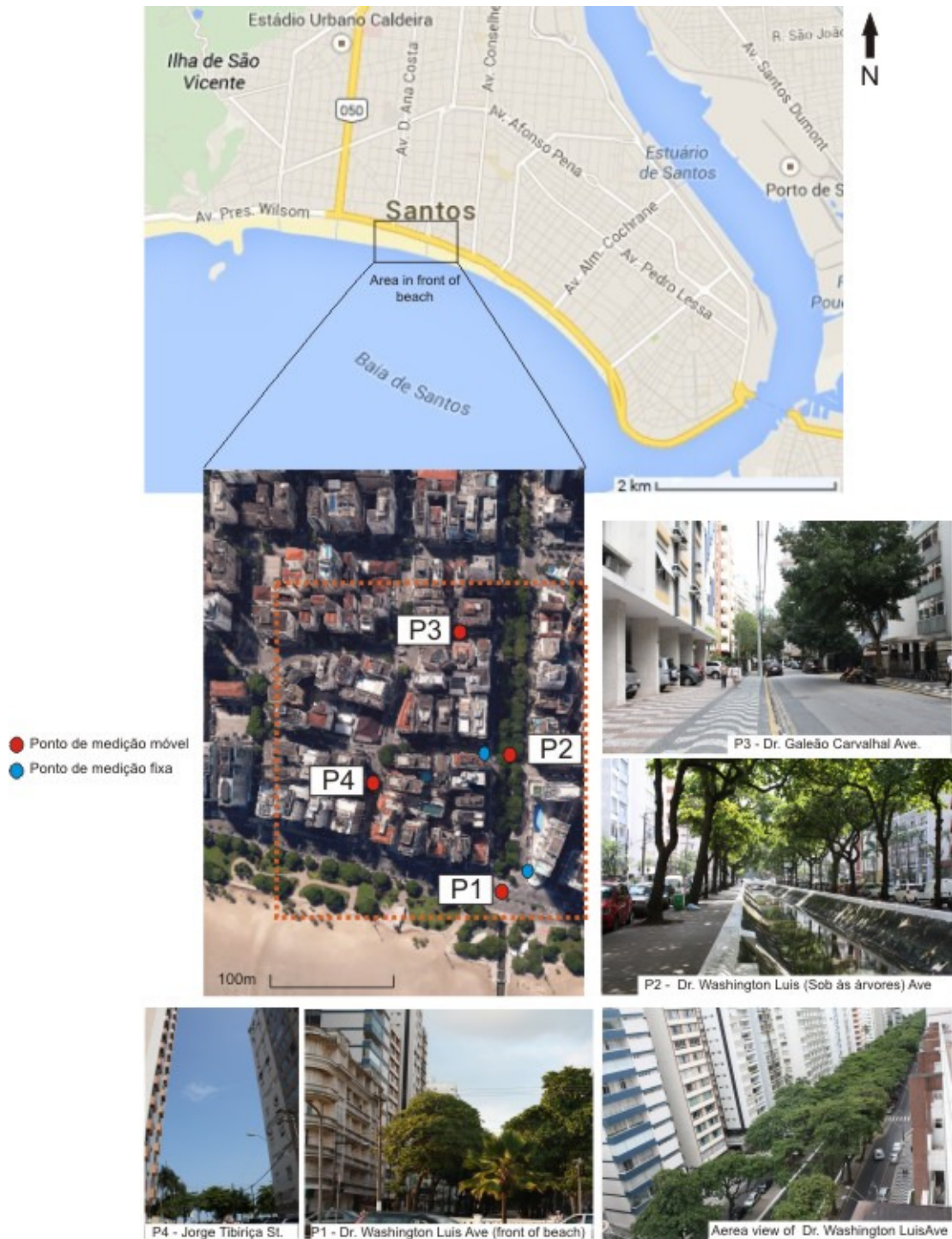


Figura 1 – Localização dos Pontos de Medição (P1, P2, P3 e P4).



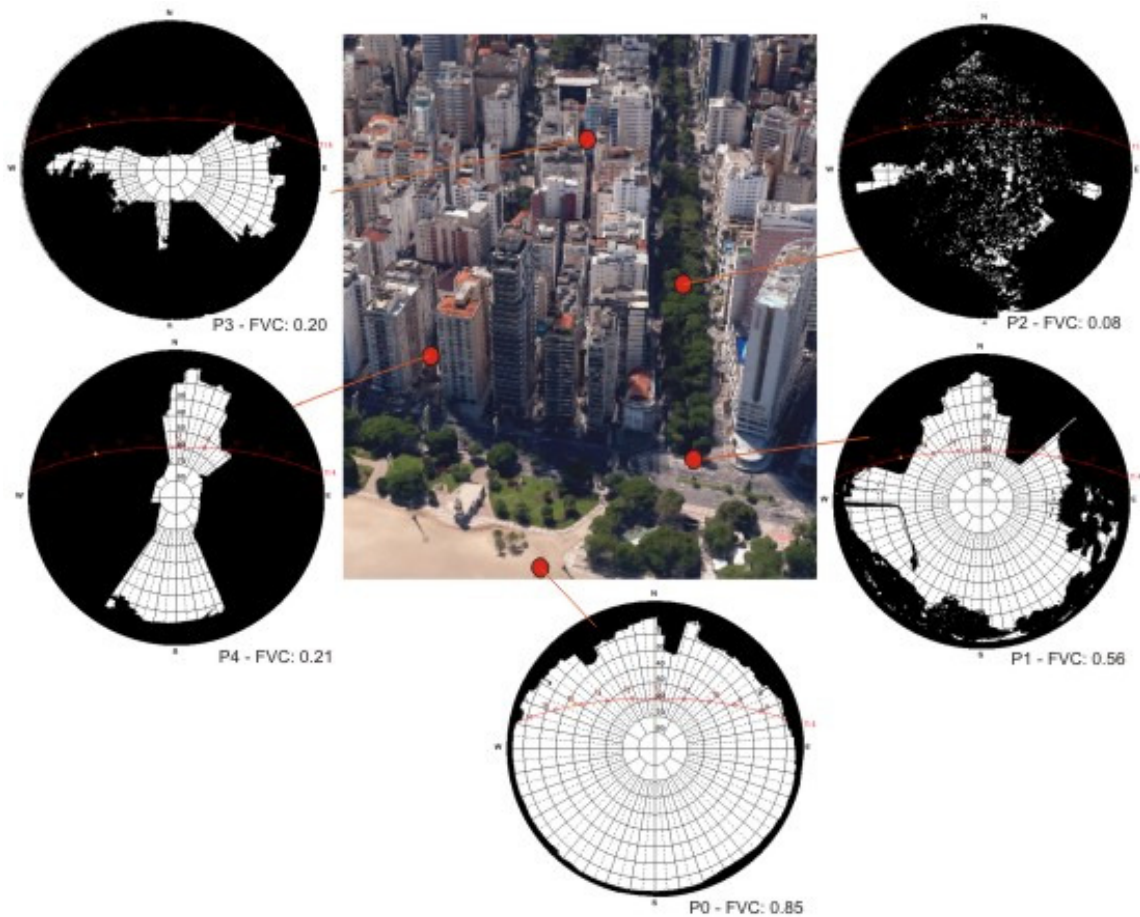


Figura 2 – Fator de Visão do Céu (P1, P2, P3 e P4).

### 3.3. Medições de Campo: Medidas Móveis e Fixas

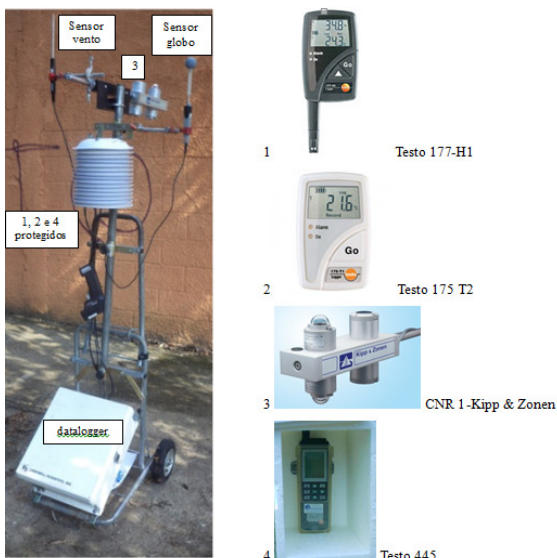


Figura 3 – Estação meteorológica Móvel

A coleta de dados meteorológicos foi realizada durante um período de 6 horas durante um dia típico e representativo de outono. Foram estabelecidos para as análises quatro pontos de medições em quatro vias diferentes (2 com orientação Leste-Oeste e 2 com orientação Norte Sul). A estação meteorológica muda de posição a cada 30 minutos.

Foram coletados: radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura de globo a partir de uma estação móvel (altura 1,5 m) constituída de um datalogger para registros de temperatura do ar e umidade relativa com protetores para a radiação (Testo 177-H1), datalogger com sonda externa para medição da temperatura de globo (Testo 175 T2), Net Radiômetro, com piranômetro e pirgeômetro (CNR 1-Kipp & Zonen).

Também foram colocados dois registradores Testo, modelo 175-H1, dentro da área de estudo, um na Orla, próximo ao P1 e o outro dentro do bairro, perto do P3. Estas medidas foram utilizadas para calibrar o tempo em que a estação deve mudar de posição. Essa metodologia de coleta de dados se baseia em Correa et al. (2012) e Projeto RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces) e Projeto KLIMES (2008).

### 3.4 Levantamento da temperatura superficial das fachadas e pavimento

Simultaneamente a coleta dos dados meteorológicos, as imagens térmicas a partir de uma Câmara Termográfica, modelo Ti100 da Fluke, foram realizadas em cada ponto de medição durante várias vezes ao dia. As imagens são tratadas no software Smart View, onde são verificadas as temperaturas superficiais a partir da imagem da rua (Figura 4). Em cada ponto de medição, foi tirada uma foto do pavimento onde o equipamento foi instalado. Adicionalmente, foram tiradas duas fotos com a câmera térmica, no meio da rua alinhada com o ponto de medição em duas direções: para ruas orientadas Norte-Sul, uma voltada para Norte e a outra para sul e para ruas orientadas Leste-Oeste, uma na direção leste e outra na oeste.

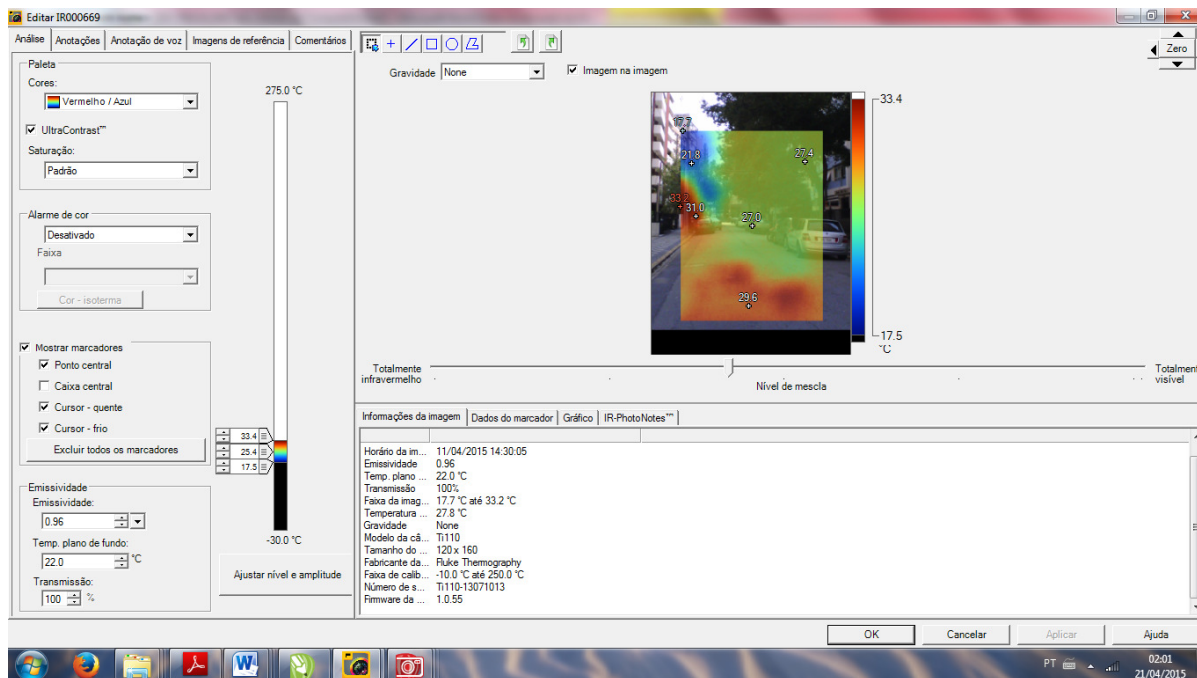


Figura 4 – Tratamento da imagem no Software Smart View

### 3.5. Análises dos dados

Vários índices integradores dos fatores térmicos do ambiente e do equilíbrio térmico do corpo humano têm sido aplicados para avaliar o conforto térmico em ambientes externos: PMV (Voto médio estimado) (FANGER, 1972), SET\* (Temperatura Efetiva Padrão) (GAGGE et al., 1986) OUT\_SET\* (SPAGNOLO; DE DEAR, 2003) e PET (Temperatura Fisiologicamente Equivalente) (VDI, 1998). O PET permite a uma pessoa sem treinamento específico comparar os efeitos integrantes das mais complexas condições térmicas em ambientes externos com sua experiência em ambientes internos (HÖPPE, 1999) e torna os resultados mais compreensíveis para os planejadores urbanos ou regionais, que não estão tão familiarizados com a moderna terminologia de biometeorologia humana (MATZARAKIS, 2001). O PET é o índice adotado para avaliar o conforto térmico de seres humanos em espaços externos neste estudo. O software RayMan será empregado para calcular o (MATZARAKIS et al., 2007). Para comparar os resultados de índices como o Voto Médio Estimado (PMV) com o PET, Matzarakis e Mayer (1996) desenvolveram uma divisão em classes de sensações térmicas para os seres humanos e estresse por calor baseando em um gasto metabólico de 80 W e resistência térmica da roupa em 0.9 clo. Outras pesquisas fizeram ajustes da escala de sensações térmicas em diferentes regiões tropicais, tabela 1.

Tabela 1– Sensações Térmicas do PET para Europa, Taiwan e São Paulo

Sensação Térmica	PMV	PET para Europa	PET para Taiwan	PET para São Paulo
Muito Frio	- 3,5	<4	<14	< 4
Frio	- 2,5	4-8	14-18	< 4
Fresco	- 1,5	8-13	18-22	4-12
Ligeiramente Fresco	- 0,5	13-18	22-26	12-18
Confortável	0	18-23	26-30	18-26
Ligeiramente Calor	0,5	23-29	30-34	26-31
Calor	1,5	29-35	34-38	31-43
Quente	2,5	35-41	38-42	>43
Muito Quente	3,5	>41	>42	>43

### 3.6. Entrevistas com os Pedestres

Foram aplicados 21 questionários durante a coleta de dados de campo, abordando-se os pedestres que passavam nas ruas sobre a sensação térmica e a preferéncia do ambiente térmico. O perfil do entrevistado é constituído por jovens e adultos, entre 18 e 35 anos, sendo 57% de mulheres e 43% de homens. Todos estavam andando, cerca de 140 W, e vestindo short e camiseta, cerca de 0.4 clo. Perguntou-se aos indivíduos como eles estavam se sentindo naquele dia, em seguida sobre a sensação térmica, o conforto térmico e percepção do espaço naquele ponto de medição, e por último sobre a preferéncia térmica.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 5 apresenta os resultados de temperatura do ar ( $T_a$ ), PET e velocidade do vento para os 4 pontos de medição em área de alta densidade. A figura 6 apresenta os resultados das entrevistas para cada ponto.

Pode-se observar que P1 teve a maior variação de temperatura do ar (26 - 32° C) e PET (21 - 43° C). Isso pode ser explicado pelo sombreamento dos edifícios pela manhã e a tarde. Às 11h00, o ponto de medição estava sombreado pelos edifícios e com uma brisa de 1,6 m/s, fazendo com que o valor da temperatura do ar ( $T_a$ ) fosse mais elevado do que o PET. Às 13h00, o sol incidiu diretamente no ponto de medição, fazendo com que o PET fosse mais elevado do que  $T_a$ . Às 15h00, o ponto de medição estava sombreado novamente pelos edifícios, umidade relativa cerca de 60%, a brisa com cerca 0,6m/s. Neste horário, PET e  $T_a$  encontrados foram quase iguais. Isso pode explicar a influencia da Radiação Solar no conforto térmico em ambientes externos e também demonstra que as situações de sombra e baixa velocidade do vento em áreas abertas urbanas,  $T_a$  pode ser considerado igual a Temperatura Média Radiante ( $T_{mrt}$ ), confirmando os estudos de Abreu-Harbach (2014a). As árvores situadas no jardim da praia barram os ventos mais fortes do sul, mas permitem que a brisa chegue até o nível do usuário. Já o P2 (ponto situado sob as árvores próximo ao canal), observou-se que a temperatura do ar é menor que nos outros pontos de medição e o PET maior que no P3 e P4. Isso pode ser explicado através da alta umidade (62%) e a velocidade do vento reduzida encontrada neste ponto. Em P3 (via orientação L-O) observou-se que a velocidade do vento é mais baixa que em P4 (orientação N-S), porém a temperatura do ar é maior do que PET nos dois casos. A umidade em P3 é menor do que P4, 50% e 54% respectivamente. Esse comportamento pode justificar os resultados do PET.

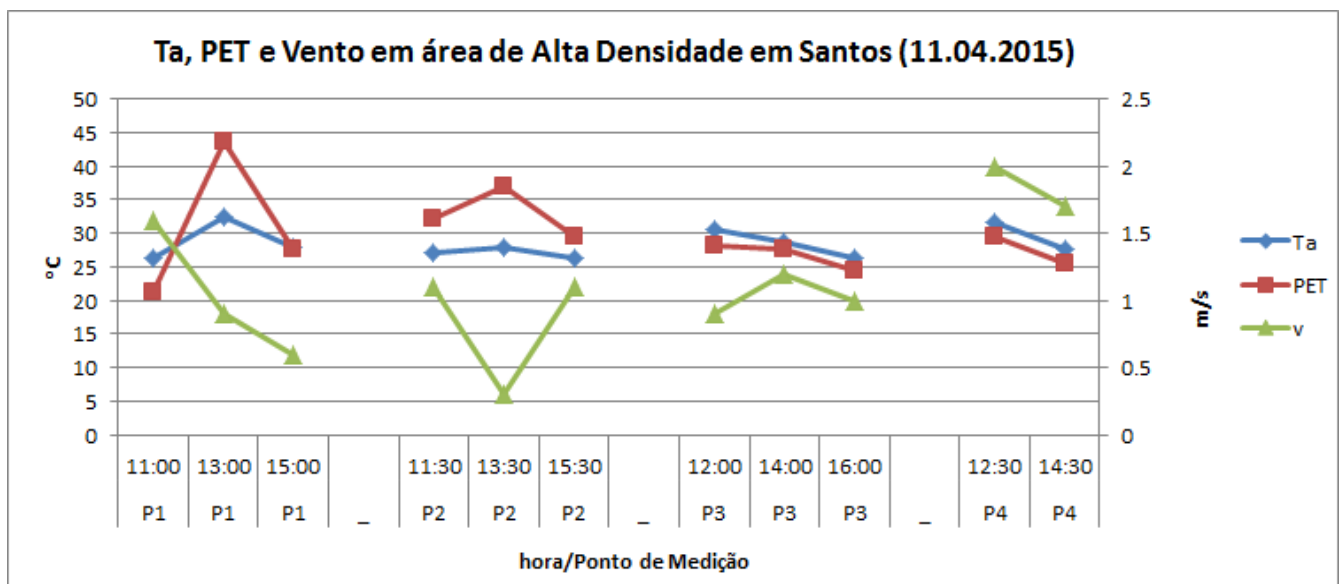


Figura 5 – Resultados da avaliação de campo para um dia típico de outono (11.04.2015) em área de Alta Densidade em Santos

A Figura 7 apresenta os resultados das imagens termográficas da pedra portuguesa em diferentes pontos de medição. Observa-se que apesar de ser quase na mesma hora que foi realizada esse levantamento, de acordo com a orientação, as temperaturas superficiais se modificam. Já no levantamento das fachadas, observa-se o ganho térmico aumenta a medida que as fachadas ficam ensolaradas. Salienta-se que essas imagens não foram calibradas com as temperaturas coletadas com o termômetro infravermelho e um levantamento mais detalhado dos materiais empregados nessa área deverá ser realizado.



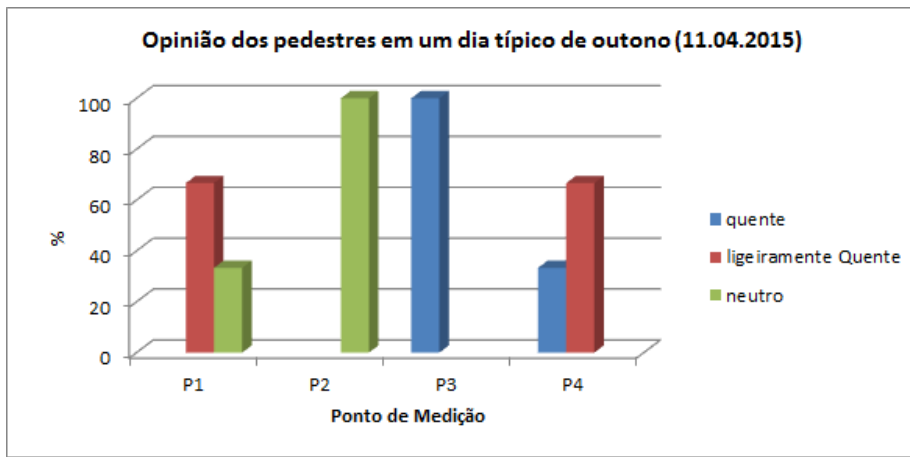


Figura 6 – Opinião dos pedestres para um dia típico de outono (11.04.2015) em área de Alta Densidade em Santos

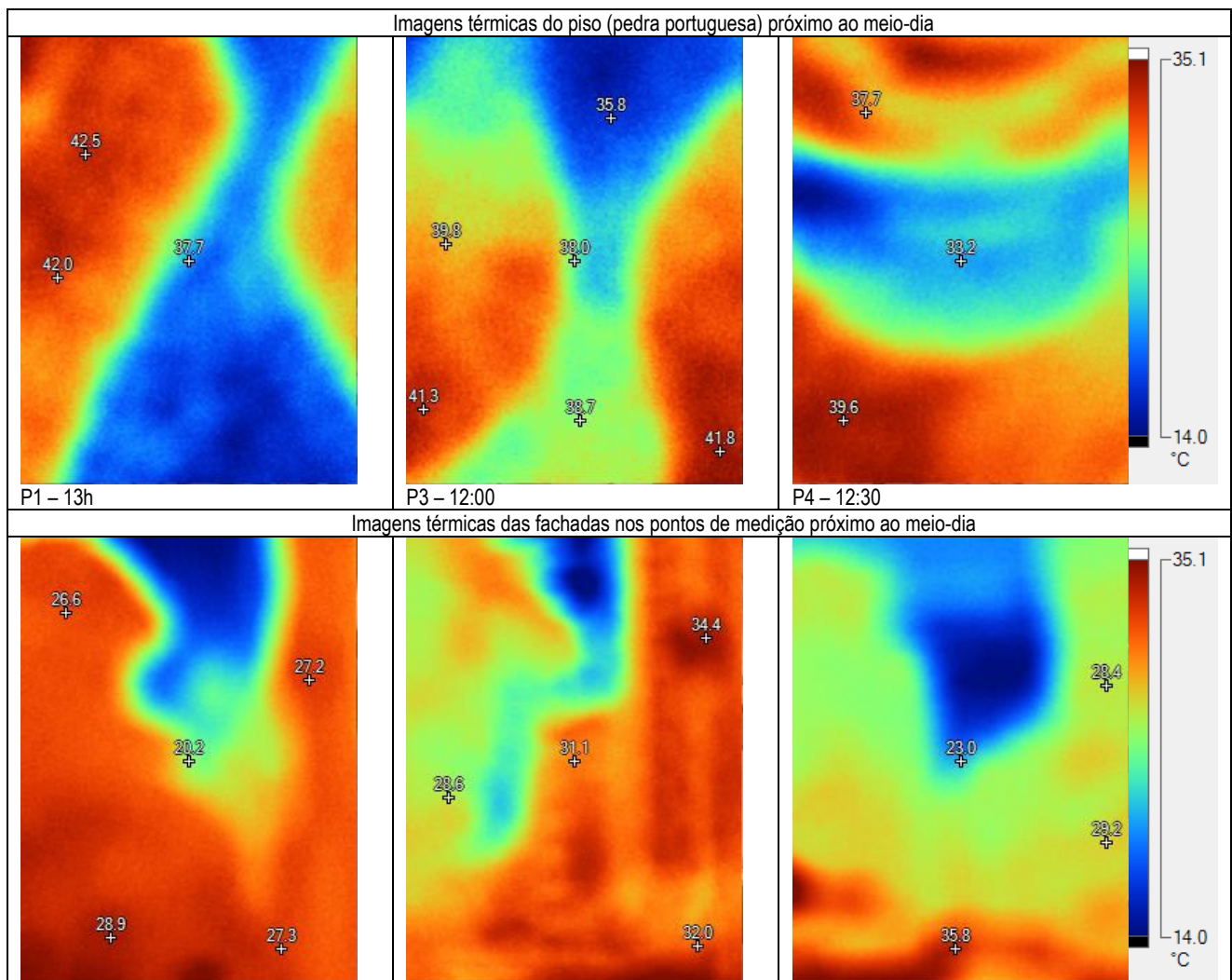


Figura 7 – Imagens termográficas da pavimentação do piso (pedra Portuguesa) e fachadas em 3 pontos de medição (P1, P2 e P3) durante um dia típico de outono (11.04.2015) em área de Alta Densidade em Santos

Em relação à opinião dos pedestres, pode-se observar que as pessoas se sentiram mais confortáveis sob as árvores (P2) e na frente ao Jardim da Praia (P1) do que nas ruas onde a vegetação arbórea é escassa. A rua com orientação Leste-Oeste (P3) é o ponto mais quente observado. Esses resultados não podem ser generalizados, pois a amostra de entrevistados foi pequena. Porém, esses resultados apontam alguns indícios de que à medida que se afasta da orla, a temperatura do ar aumenta e as sensações de conforto térmico são



reduzidas, principalmente nas ruas com orientação Leste-Oeste. As ruas com orientação Norte-Sul recebem a influência do vento, porém a aplicação de materiais que armazenassem menos calor nas fachadas, tais como muros verdes ou paredes vivas, e nas calçadas, tal como o manejo de árvores, poderia melhorar não só conforto térmico das áreas mais centrais, mas também a percepção do espaço.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo experimental apresentou uma metodologia para avaliar o conforto térmico e a percepção do ambiente térmico em áreas de alta densidade, no qual foram utilizadas medias móveis, fixas e levantamento das temperaturas superficiais do pavimento e das fachadas através da câmera termográfica, e entrevista com os usuários. Esses resultados preliminares apontaram a influência da insolação no conforto térmico e nas temperaturas superficiais do pavimento e fachadas. A configuração urbana, orientação da rua, presença de vegetação e o tipo de materiais empregados no ambiente urbano é um conjunto de variáveis capaz de modificar o microclima urbano. Salienta-se que esta metodologia está em fase de teste e o levantamento mais detalhado dos materiais empregado nas fachadas e piso na área de estudo deverá ser cruzado com os dados coletados nas imagens térmicas em uma próxima etapa.

Este estudo confirmou que a presença de sombreamento arbóreo e vento é capaz de promover mais conforto térmico em ambientes públicos abertos (LIN et al. 2011; ABREU-HARBICH et al. 2014), porém a percepção do espaço urbano não deve ser negligenciada (NIKOLOPOULOU e STEEMERS 2003).. Este estudo apontou também a influência da umidade relativa proporcionada pela vegetação presente no canal ou no jardim da praia é capaz de manter não só o ambiente mais saudável, mas também modificar as sensações de conforto térmico (ABREU et al. 2010). Acredita-se que a modificação do revestimento de fachadas, tais como muro verde, trepadeiras, entre outros, bem como o plantio de árvores, poderá ser uma ação prática e barata capaz de melhorar o bem estar da população mediante as mudanças climáticas. Assim também, os resultados dessa pesquisa, poderão incorporar sugestões de boas práticas da população para que o ambiente seja mais satisfatório e sustentável.

Essa metodologia apresentou-se aplicável para a cidade de Santos e os próximos passos serão: realizar novas medições de campo para que possa obter um maior número de entrevistas e um levantamento maior das variáveis ambientais em outras estações do ano. E também simulações computacionais a partir de softwares como Envi-Met e RayMan. A correta aplicação dessa metodologia permitiria a arquitetos e planejadores a desenvolver diretrizes que pudessem construir espaços urbanos cada vez mais adaptados às mudanças climáticas e conseqüentemente, trazer mais bem-estar a população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU-HARBICH, L. V., LABAKI, L.C., MATZARAKIS, A. Thermal Bioclimate as factor in urban and architectural planning in tropical climates – The case of Campinas, Brazil. **Urban Ecosystems**, v. 17, n. 2, p. 489-500, Jun. 2014a.
- ABREU-HARBICH, L. V., LABAKI, L.C., MATZARAKIS, A. Thermal bioclimate in idealized urban street canyons in Campinas, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v.115, p.333-340, Jan. 2014b.
- ABREU-HARBICH, L. V., LABAKI, L.C., MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. **Landscape and Urban Planning** v. 1, p. 111-131, 2015.
- ABREU-HARBICH, L. V., LABAKI, L.C., MATZARAKIS, A . Influence of different urban configuration on human thermal conditions in a Typical Subtropical Coast City – Case of Santos, São Paulo. 9<sup>th</sup> International Conference on Urban Climate, Toulouse, França. Proceedings...ICUC, 2015b
- AHMED, K. S. Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments, **Energy and Buildings**, v. 35, n. 1, p 103–110, 2003.
- ANDRADE, H. ; ALCOFORADO, M.-J.; OLIVEIRA, S. Perception of temperature and wind by users of public outdoor spaces: relationships with weather parameters and personal characteristics, **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 5, p. 665–680, 2011.
- BRÔDE, P. ; KRÜGER, E. L. ; ROSSI, F.A. ; FIALA, D. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI a case study in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology** (Print), v. 56, p. 471-480, 2012.
- BRUN, F. G. K. ; DOBBERT, L. Y. ; SERVOLO FILHO, H. ; ZAIA, H.B A ; SILVA FILHO, D. F. . Percepção dos usuários em relação ao conforto ambiental de duas áreas verdes de Piracicaba - SP. **REVSBAU- Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Brasil, p. 59 - 81, 04 dez. 2010.
- CHENG, V. ; NG, E. ; CHAN, C. ; GIVONI, B. Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, n. 1, p. 43–56, 2012.
- DACANAL, C., LABAKI, L. C. SANTOS, T.M.L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 2 , 2010

- DUARTE, D. ; SPANGENBERG, J. ; JOHANSSON, E. ; SHINZATO, P. Simulation of the influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in The city of São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 3, p. 1-19, 2008.
- DRACH, P.R. C. ; BARBOSA, G. S. ; CORBELLA, O. . Densification Process of Copacabana Neighbourhood over 1930, 1950 and 2010 Decades: comfort indexes. In: Third International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island. Veneza - Itália: Università degli studi di Modena e Reggio Emilia: UNIMORE, 2014.
- EMMANUEL, R., ROSEN LUND, H., JOHANSSON, E. Urban shading - a design option for the tropics? A study in Colombo, Sri Lanka. *International Journal of Climatology*, v. 27, n. 14 p.1995-2004, Nov. 2007.
- FANGER, P. O. **Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering**, McGraw-Hill, New York. p. 244, 1972
- FRÖHLICH, D., MATZARAKIS, A. Modeling of Changes in Thermal Bioclimate : Examples Based on Urban Spaces in Freiburg , Germany. v.111, n.3-4, p. 547-558, Fev. 2013.
- FONTES, M.S.G.C.; DACANAL, C.; BUENO-BARTHLOMEI, C. L.; NIKOLOPOULOU, M.; LABAKI, L. C. Thermal comfort in urban public spaces : case studies in pedestrian streets in cities of São Paulo. In: 27th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Louvain-la-Neuve, Belgium, 2011. Proceedings... Louvain-la-Neuve: PLEA2011
- GAGGE, A. P., FOBELETS, E L., BERGLUND, G. A standard predictive index of human response to the thermal environment. **ASHRAE Trans 92(pt 2B)**, p. 709–731, 1986.
- HÖPPE, P.R. Heat balance modelling. **Experientia**, v. 49, n.9, p. 741-746, 1993.
- HWANG, R.-L.; LIN, T.-P.; CHENG, M.-J.; LO, J.-H. Adaptive comfort model for tree-shaded outdoors in Taiwan, **Building and Environment**, v. 45, n. 8, p. 1873–1879, 2010.
- KARIMINIA, S.; AHMAD, S.; IBRAHIM, N.; OMAR, M. Outdoor thermal comfort of two public squares in temperate and dry region of Esfahan, Iran. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH, Kuala Lumpur, 2010. **Proceedings...** Kuala Lumpur : CSSR '10, 2010, p. 1266–1271.
- KATERINA,P.; THEOHARATOS,G.; SANTAMOURIS, M. 2013. “Outdoor Thermal Sensation of Pedestrians in a Mediterranean Climate and a Comparison with UTCI.” *Building and Environment* 66: 82–95. doi:10.1016/j.buildenv.2013.02.014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.02.014>
- KRÜGER ,E.L.; ROSSI, F.A. Effect of personal and microclimatic variables on observed thermal sensation from a field study in southern Brazil. **Building and Environment** 2011;v.46, p.690e7.
- LIN, T.-P.; MATZARAKIS, A.; HWANG, R.-L. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. **Building and Environment**, v. 45, n. 1, p. 213–221, 2010.
- LIN, C. H., LIN, T.P., HWANG, R. L. Thermal Comfort for Urban Parks in Subtropics: Understanding Visitor’s Perceptions, Behavior and Attendance. **Advances in Meteorology**, v. 2013, Article ID 640473, 8 p.
- MATZARAKIS, A., MAYER ,H. Another kind of environmental stress: thermal stress. **WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control Newsletters**, v.18, p.7-10, 1996.
- MATZARAKIS, A. Die thermische Komponente des Stadtklimas. **Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg Nr. 6**. 2001.
- MATZARAKIS, A., RUTZ, F. , MAYER, H. Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v. 51, p. 323-334, 2007.
- MATZARAKIS, A., RUTZ, F. , MAYER, H. Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Basics of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, p. 131-139, 2010.
- MAYER, H. KLIMES – a joint research project on human thermal comfort in cities. – Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs Universität Freiburg. 2008. v. 17, p.101–117.
- MINELLA, F. C. O. ; HONJO, S. ; KRÜGER, E. L. . Estratégias de melhoria do ambiente térmico diurno em situação de verão de uma fração urbana da cidade de São Paulo. **Ambiente Construído** (Online), v. 12, p. 139-158, 2012.
- MONTEIRO, L.M.; ALUCCI, M.P. Outdoor thermal comfort modeling in Sao Paulo, Brazil. PLEA 2008. Proceedings of the 25th conference on passive and low energy .
- NAKANO, J.; TANABE, S. Thermal comfort and adaptation in semi-outdoor environments. **ASHRAE Transactions**, v. 110.p. 543–553, 2004.
- NIKOLOPOULOU, M; LYKLOUDIS, S. THERMAL comfort in outdoor urban spaces: analysis across different European countries. **Building and Environment**, v. 41, n. 11, p. 1455–1470, 2006.
- OLIVEIRA, S.; ANDRADE, H. An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. **International Journal of Biometeorology**, v. 52, n. 1, p. 69–84, 2007.
- ROMERO, M. A. B. ; SILVA, C. F. E. ; FERNANDES, J. T. ; SALAS, J. C. G. Parametrização Bioclimática: disposição dos elementos ambientais no espaço público da escala intra-urbana. O setor Bancário Norte - Brasília. Paranoá (UnB), v. 1, p. 55-66, 2010.
- SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R. J. Afield study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia, **Building and Environment**, v. 38, n. 5, p 721–738, 2003.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro 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.