



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TÉRMICA E ACÚSTICA DAS PRAÇAS DE  
ITAPETINGA, BAHIA

ESAÚ GOMES DE MATOS FILHO

Itapetinga, BA  
2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Avaliação da Qualidade Térmica e Acústica das Praças de  
Itapetinga, Bahia

Autor: Esaú Gomes de Matos Filho

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Sônia Martins Teodoro

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Senso* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.”

Itapetinga, BA  
2016

ESAU GOMES DE MATOS FILHO

Avaliação da Qualidade Térmica de Espaços Públicos no  
Município de Itapetinga, Bahia

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.”

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Sônia Martins Teodoro  
Co-orientador: Dr Danilo Paulúcio da Silva

Itapetinga-BA, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

**Banca examinadora**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> SÔNIA MARTINS TEODORO  
(Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia)

---

Prof. Dr. ARTUR JOSÉ PIRES VEIGA  
(Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia)

---

Prof. Dr. RAYMUNDO JOSÉ DE SÁ NETO  
(Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia)

## AGRADECIMENTOS

Às minhas avós, Elizete Borges e Isaura Gomes de Matos, por serem as raízes fortes da minha evolução e pelo amor de criação.

À minha mãe, Marizete Amaral, meu anjo da guarda, por ter me dado amor e sabedoria para caminhar e evoluir sempre, e por servir de inspiração de vida.

Ao meu pai Esaú Matos pelo amor e pelos cuidados paternos.

À minha irmã Rosali Amaral pela parceria, compreensão, carinho, confiança, conselhos e pelo constante apoio firme e forte.

Ao meu tio Moises Amaral Junior, pelos ensinamentos de pura sabedoria e paz.

À Mab Macedo pelo amor, pelas palavras e por me fazer mais forte.

À Profª Drª Sônia Martins Teodoro pela orientação. Sou grato por ter acreditado no meu potencial depositando toda sua confiança em mim.

Ao Prof Dr Danilo Paulúcio da Silva pelo apoio que foi fundamental para evolução do trabalho.

Aos professores, Renata Bonomo e Luciano Brito pelo incentivo em toda minha carreira acadêmica.

Aos meus amigos Tércio Santana, Dimitre Moura e Carlos Alberto pelo apoio moral e técnico.

À minha amiga, mestre Kulka, pela força doada durante a construção deste trabalho.

À o meu velho amigo Sérgio Bang e sua linda mãe, Dona Viva, por ter me acolhido como um filho em seu lar.

Aos meus amigos da república Zion, da graduação e do mestrado pelas experiências compartilhadas.

Aos professores do programa pelos ensinamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento deste projeto.

À Deus, pelo dom da vida.

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito.”

(Martin Luther King)

## RESUMO

**MATOS FILHO, E. G, Avaliação da Qualidade Térmica e Acústica das Praças de Itapetinga, Bahia. (Dissertação. Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais. Área de concentração – Meio Ambiente e Desenvolvimento)\***

A pesquisa avaliou a qualidade térmica e acústica de praças públicas, no município de Itapetinga, Bahia, através do cálculo de índices de conforto térmico. A escolha do município como um estudo de caso, se dá em função do processo de urbanização de sua área central, decorrente de aplicação de legislações urbanísticas que favoreceram o processo de verticalização e adensamento da malha urbana. As áreas selecionadas para o estudo foram três praças, localizadas em regiões com características morfológicas distintas, escolhidas em função da densidade das edificações, presença de vegetação e natureza da superfície de revestimento. Durante o período de março a junho de 2015 foi executada a coleta de dados por meio de medições diretas de variáveis ambientais. Os dados coletados foram utilizados para o cálculo dos índices de conforto térmico, Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) e Voto Médio Estimado (VME), através do *software RayMan®* versão 1.2 (Matzarakis et al. 2007), e para comparação com dados provenientes da estação meteorológica do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, que fica situada na zona periférica da cidade. De acordo com os resultados, o comportamento das variáveis climatológicas, coletadas dentro da malha urbana e da estação do INMET, foram diferenciados. Os ventos, nos pontos de coleta, apresentaram redução de até 2 m/s nas médias diárias e as diferenças de temperatura e umidade relativa ficaram entre 3 e 6°C para mais e 10 a 18% para menos, respectivamente, diferenças consideráveis, por se tratar de um município pequeno e pouco verticalizado. Os parâmetros analisados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SAS (versão 9.2), admitindo-se 5,0% como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Quando verificada diferença estatística entre os tratamentos foi utilizado o teste Student Newman Keuls (SNK) para comparações das médias. Com relação ao desempenho térmico dos espaços, os valores observados para radiação global e UVA/UVB ao sol e à sombra demonstraram que as áreas verdes são necessárias para filtrar os raios solares através da promoção de sombra. Os índices revelaram desconforto térmico na maior parte dos dias para os três espaços. Observou-se que os elementos urbanísticos possuem influência no conforto térmico das praças.

Palavras-chave: conforto térmico; índices de conforto; praças públicas; urbanização.

\*Orientadora: Dr<sup>a</sup> Sônia Martins Teodoro - UESB

\*Co-orientador: Dr Danilo Paulúcio da Silva – UESB

## ABSTRACT

**MATOS FILHO, E.G, Evaluation of the Thermal and Acoustic Quality of Itapetinga Squares, Bahia, Brazil. (Dissertation. Graduate Program in Environmental Sciences. Area of concentration - Environment and Development)\***

The study evaluated the thermal and acoustic quality in public places in the municipality of Itapetinga, Bahia, Brazil, by calculating of the thermal comfort index. The choice of the city as a case study is a function of the urbanization process in its central area, resulting from the application of urban laws that favored the process of vertical integration and consolidation of the urban network. The areas selected for the study are three squares in regions with distinct morphological characteristics, chosen depending on the density of buildings, the presence of vegetation and type of the coating surface. Data were collected from March to June 2015 by direct measurements of environmental variables. The collected data were used for calculating the Physiological Equivalent Temperature (PET) and Estimate Average Vote (EAV) index by *RayMan® software 1.2* (Matzarakis et al. 2007). For comparison, data of the meteorological station of INMET - National Meteorology Institute, were used which is located in the peripheral zone of the city. According to the results, the behavior of the climatic variables collected in the urban area and at the INMET station, were differentiated. At the collection points, average daily wind speed lowered by up to 2 meters per second. Differences in temperature and relative humidity were between 3 and 6 degrees more and 10 to 18 percent less, respectively, which are considerable significant differences, because it is a small, few verticalized city. The analyzed parameters were submitted to analysis of variance, using the SAS software (version 9.2), assuming 5.0% as the critical level of probability for type I errors. When statistical difference was verified between treatments, means were compared using the Student Newman Keuls (SNK) test. Regarding the thermal performance of the spaces, the observed values of global radiation and UVA / UVB sun and the shade have shown that green areas are needed to filter sun rays by shade promotion. The index revealed thermal discomfort in most days for the three spaces. It was observed that the urbanistic elements have influence on the thermal comfort of squares.

Keywords: thermal comfort; comfort index; public open spaces; urbanization.

\*Adviser: Dr<sup>a</sup> Sônia Martins Teodoro - UESB

\*Co-adviser: Dr Danilo Paulúcio da Silva – UESB

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Cronograma de coleta de dados nas unidades experimentais: (PB), (PC) e (PM).	<b>36</b>
<b>2</b>	Valores médios diários das variáveis ambientais.	<b>40</b>
<b>3</b>	Comparação entre as médias diárias dos valores medidos de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, com valores coletados pela estação meteorológica.	<b>41</b>
<b>4</b>	Média, desvio padrão, máximas e mínimas dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, obtidos nos pontos de coleta nos dias 18 de Março, e na estação meteorológica (controle) do município de Itapetinga, Bahia 14 de Abril e 3 de Junho, e na estação	<b>42</b>
<b>5</b>	Média, desvio padrão, máximas e mínimas dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, obtidos nos pontos de coleta nos dias 17 de Março, 9 e 16 de Abril, e na estação meteorológica (controle) do município de Itapetinga, Bahia.	<b>43</b>
<b>6</b>	Média, desvio padrão, máximas e mínimas dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, obtidos nos pontos de coleta nos dias, 7 e 15 de Abril e 12 de Maio, e na estação meteorológica (controle) do município de Itapetinga, Bahia.	<b>45</b>
<b>7</b>	Média dos valores de radiação global e UVA/UVB (sol/sombra), obtidos nos pontos de coleta nos dias de coleta.	<b>47</b>
<b>8</b>	Média, desvio padrão, mínima e máxima dos Índices Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) e Voto Médio Estimado (PMV) de cada ponto de coleta e do ponto INMET.	<b>51</b>
<b>9</b>	Média, máximas, mínimas e desvio padrão dos níveis de ruído para os espaços urbanos.	<b>55</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Imagem de satélite do município de Itapetinga	<b>32</b>
<b>2</b>	Estação Meteorológica Automática do INMET	<b>33</b>
<b>3</b>	Vista superior da área onde está localizada a estação meteorológica Automática do INMET com demarcação do ponto	<b>33</b>
<b>4</b>	Vista superior da Praça da Bíblia	<b>34</b>
<b>5</b>	Vista superior da Praça da Concha	<b>35</b>
<b>6</b>	Vista superior da Praça do Morumbi	<b>36</b>
<b>7</b>	Miniestação portátil	<b>37</b>
<b>8</b>	Gráficos comparativos do comportamento das variáveis climatológicas coletadas na Praça da Bíblia com a estação INMET	<b>43</b>
<b>9</b>	Gráficos comparativos do comportamento das variáveis climatológicas coletadas na Praça da Concha com a estação INMET	<b>44</b>
<b>10</b>	Gráficos comparativos do comportamento das variáveis climatológicas coletadas na Praça do Morumbi com a estação INMET	<b>45</b>
<b>11</b>	Comparação dos valores de Radiação Global ao sol e à sombra na Praça da Bíblia	<b>48</b>
<b>12</b>	Comparação dos valores de Radiação Global ao sol e à sombra na Praça Da Concha	<b>49</b>
<b>13</b>	Comparação dos valores de Radiação Global ao sol e à sombra na Praça do Morumbi	<b>50</b>
<b>14</b>	Comportamento diário dos índices PMV e PET no ponto PB	<b>52</b>
<b>15</b>	Comportamento diário dos índices PMV e PET no ponto PC	<b>53</b>
<b>16</b>	Comportamento diário dos índices PMV e PET no ponto PM	<b>54</b>

# SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	14
<b>2.1.O ambiente urbano</b>	14
<b>2.2.O clima urbano</b>	16
<b>2.3.Conforto Térmico nos espaços urbanos</b>	20
<b>2.3.1.Variáveis do Conforto Térmico</b>	25
<b>2.3.2.Índices de Conforto Térmico</b>	25
<b>3.METODOLOGIA</b>	31
<b>3.1.Seleção do objeto de estudo</b>	31
<b>3.3.Análise dos dados</b>	38
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	40
<b>4.1.Variáveis Ambientais</b>	40
<b>4.1.1.Temperatura, Umidade Relativa e Velocidade e Direção do vento</b>	40
<b>4.1.1.1.Praça da Bíblia</b>	41
<b>4.1.1.2.Praça da Concha</b>	43
<b>4.1.1.3.Praça do Morumbi</b>	44
<b>4.1.2.Radiação Solar</b>	46
<b>4.1.3.Índices de Conforto Térmico: PET e PMV</b>	51
<b>4.1.4.Pressão Sonora</b>	55
<b>5.CONCLUSÕES</b>	57
<b>6.REFERÊNCIAS</b>	59

## 1. INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um conceito muito abrangente e polêmico, que surgiu com a necessidade de adoção de um novo modelo de desenvolvimento humano que não comprometesse a vida das futuras gerações. Na prática, significa adotar ações que aliem desenvolvimento humano e conservação ambiental, já que a humanidade depende do meio ambiente e seus recursos para sobreviver. Portanto, um ambiente, para ser sustentável, depende da qualidade dos recursos naturais como o solo, os corpos hídricos e a atmosfera. O grande desafio dos centros urbanos é o crescimento e o desenvolvimento que proporcionem geração de riqueza, qualidade de vida e qualidade ambiental para seus atuais e futuros habitantes.

Entende-se qualidade ambiental urbana como um conjunto de condições materiais, sociais e psicológicas que maximizam o bem-estar do homem nas cidades, e essas condições materiais – moradia, infraestrutura, conforto ambiental, dentre outras – dependem dos recursos naturais, como clima e morfologia urbana, e da capacidade do homem de melhorar o que a natureza oferece (ALVA, 1997).

Portanto a qualidade ambiental deve ser um fator determinante do desenvolvimento sustentável. De acordo com Araujo e Caram (2006) esse é o princípio do desenvolvimento sustentável, o qual estabelece o meio ambiente como ponto comum e de equilíbrio entre a tecnologia e o progresso, na escala onde a vida acontece: o espaço urbano.

Atualmente, o desenvolvimento sustentável no espaço urbano, é utópico. O poder aquisitivo determina como os elementos serão distribuídos neste espaço, sem levar em conta seus impactos nos recursos naturais. Faltam dispositivos legais para organizar melhor o espaço urbano, tendo como prioridade o respeito às condições naturais do local, como o clima

por exemplo. A urbanização em quase todas as cidades brasileiras tem acarretado uma série de problemas ambientais, tais como, a contaminação dos corpos d'água, poluição do solo e do ar e alterações das condições climáticas locais. As alterações climáticas tem condicionado uma série de prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida às comunidades urbanas.

No caso específico da qualidade climatológica, notam-se significativas diferenças entre os dados climáticos do ambiente urbano comparado com o rural, ou seja, o clima nas cidades sofre influência do conjunto complexo da estrutura urbana. Contudo, essa qualidade climática nas cidades pode ser alcançada se considerarmos os parâmetros físicos para o ambiente urbano juntamente com os dados ambientais (PEZZUTO *et al*, 2007).

A busca em atender as necessidades sociais por uma melhor qualidade de vida dentro das cidades tem impulsionado a expansão e atualização de metodologias e procedimentos na área de conforto ambiental urbano.

Conforto ambiental, de acordo com Andrade (2005), é definido como o bem-estar físico e mental adequado ao desenvolvimento das atividades com o menor consumo de energia possível.

Diversos são os procedimentos que podem garantir a qualidade e saúde do ambiente urbano, como a preservação de áreas verdes, adequação do desenho urbano ao clima e zoneamento bioclimático. Contudo, para pôr isso em prática é fundamental conhecer como os elementos urbanos que influenciam nos elementos naturais, como o clima por exemplo.

Itapetinga está localizada numa região tropical ao sul da Bahia (Latitude, 15°15'12'' S e Longitude, 40°15'19'' O), onde o clima, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, é o Tropical úmido ou Equatorial, onde prevalece quente na maior parte do ano. Dois fatores foram determinantes para escolha da cidade para o estudo. Primeiro, o fato de ter uma estação meteorológica do INMET na cidade, e segundo, o processo de adensamento urbano sem uma legislação urbanística adequada ao clima.

Este trabalho contribui para o estudo de fenômenos do clima urbano em regiões de clima quente e pode servir de ferramenta, no âmbito do planejamento urbano para discussões de futuras modificações no Plano Diretor do município. O desenvolvimento de pesquisas sobre o clima urbano pode auxiliar o planejador urbano quanto a possibilidade de trabalhar alternativas de organização dos espaços, fundamentados não apenas em critérios técnicos e de desenho, mas também com ênfase em critérios de conforto térmico dos ambientes urbanos.

Levando em conta estes aspectos, a finalidade deste trabalho foi avaliar a qualidade térmica de espaços públicos no município de Itapetinga-Ba. Para isso foram realizadas

medições das variáveis, temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, velocidade e direção dos ventos, em três espaços públicos abertos, a Praça da Bíblia, Praça da Concha e Praça do Morumbi. As variáveis térmicas coletadas *in loco* serviram de base para o cálculo de dois índices de conforto térmico, o PET e o PMV, e foram comparadas com as variáveis fornecidas pela estação meteorológica local, localizada na zona periférica da cidade.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O ambiente urbano

Define-se ambiente como tudo aquilo que circunda o homem. O ambiente urbano, portanto, é um ambiente construído a partir de um meio já existente (natureza) e sua qualidade ambiental depende da interação do homem com a natureza.

Segundo Alva (1994), na relação homem-natureza, o meio ambiente urbano é simultaneamente passivo e ativo, condicionado e condicionante, transformado e transformador, podendo determinar comportamentos sociais e estilos de vida da população.

Lawrence (2003) define espaço urbano como sistemas complexos, abertos a fluxos de energia e massa e caracterizados por um contínuo processo de mudança. Já Coltro e Miranda (2007), diz que o espaço urbano é considerado basicamente por espaços construídos - áreas edificadas compostas por casas, comércio e indústrias, áreas destinadas à circulação da população, e áreas não edificadas.

Encarando o espaço urbano como um ecossistema (DOUGLAS, 1983; NEWMAN, 1999; LAWRENCE, 2003), as condições atmosféricas integram-se no conjunto de fatores abióticos os quais, interagindo com os fatores bióticos e socioculturais, condicionam a população humana.

Conforme estes autores citados acima, o ambiente urbano engloba componentes naturais, construídos, econômicos e sociais, podendo ser abordado segundo diversos pontos de vista.

Historicamente, foi construído tendo o clima como condicionante. A disponibilidade restrita de recursos naturais e energéticos, juntamente com a herança de conhecimentos, tanto do clima, quanto das técnicas construtivas, favorecia o aperfeiçoamento de exemplos bem sucedidos de construção e desenho urbano. A partir da Revolução Industrial, houve maior

disponibilidade destes recursos e conseqüentemente a ruptura da arquitetura com o meio. Dentre muitos países, poucos foram aqueles que mantiveram desenhos urbanos “inteligentes”, adequadas ao meio natural. (BRITO E DE PINHO, 2012)

No Brasil, de acordo com Brito e De Pinho (2012), o processo acelerado de urbanização é um dos determinantes estruturais da constituição da sociedade brasileira contemporânea, que vem articulado a um conjunto de transformações sociais, econômicas, políticas e demográficas pelas quais o país tem passado, principalmente, a partir da segunda metade do século vinte.

As cidades dos países em desenvolvimento, particularmente no Brasil, têm crescido quase sem nenhum controle ou planejamento, superando a capacidade dos governos locais em prover adequada infraestrutura, habitação e qualidade de vida (ASSIS, 2008).

Em um curto espaço de tempo, na segunda metade do século passado, a população urbana passou de 19 milhões para 138 milhões, com uma taxa de crescimento média anual de 4,1%. A cada ano, em média, foram acrescentados 2.378.291 habitantes às cidades, fazendo com que a população urbana, em meio século, apenas, aumentasse 7,3 vezes. (BRITO E DE PINHO, 2012)

A população tende a se concentrar nas cidades maiores do que 100.000 habitantes. Em 1940 e 1950, mais de 60% da população urbana residia em cidades menores do que 100.000 habitantes, principalmente naquelas menores do que 20.000 habitantes. Já em 1970, quando o processo de urbanização começa a se acelerar, mais da metade da população residia em cidades maiores do que 100.000 habitantes, sendo que, 34% em cidades maiores do que 500.000 mil. Essa tendência à concentração da população urbana prevalece nos últimos dados censitários e pode ser considerada uma tendência estrutural da sociedade brasileira (BRITO E DE PINHO, 2012).

Este processo de concentração urbana sem a aplicação eficaz de Planos Diretores caracteriza a maioria das cidades brasileiras.

Em Itapetinga, duas foram as principais iniciativas no sentido de se estabelecerem normas que regulassem a produção do espaço urbano: em 1972, um plano elaborado através de convênio entre o Serviço de Assessoria em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia (SAAU/UFBA) e a Prefeitura Municipal de Itapetinga, que não chegou a ser apreciado pela Câmara de Vereadores e, em 1981, um novo Plano elaborado pela empresa de consultoria Projetos de Urbanização Ltda. (Prourb), apresentando-se como revisão do

primeiro. Esse último Plano foi submetido à Câmara e aprovado em 1982, embora nunca chegasse a ser efetivamente implementado (DE OLIVEIRA, 2007).

Segundo De Oliveira (2007) o percurso histórico traçado pelo município vem, mais uma vez, confirmar que a institucionalização de Planos sem uma efetiva participação não tem sido suficiente para assegurar a sua implementação pelo poder público municipal e, muito menos, para a legitimação do processo de planejamento pela sociedade.

O estudo da constituição da estrutura urbana da cidade, feito pela autora, descreve que existe uma enorme discrepância entre a cidade planejada e a cidade real, construída no espaço concreto, a partir dos interesses de diversos agentes, principalmente dos detentores do poder econômico. Ela revela que esses agentes, revezando-se ao longo da história, na medida em que se alternavam as diferentes etapas da acumulação do capital, foram os grandes responsáveis pelo direcionamento das principais ações do Estado que definiram a configuração espacial da cidade.

É notável que o processo de urbanização no município se dá de forma acelerada e desorganizada e a maior parte das pessoas que migram são da zona rural e de baixa renda. Este processo influencia diretamente nas condições de habitação da população residente do município, especialmente com relação ao clima.

Assis (2008) afirma que este tipo de processo de urbanização causa sérios danos ao ambiente natural e construído, sendo um dos efeitos mais adversos àquele que se manifesta na atmosfera local.

Segundo Newman (1999), implantar a sustentabilidade nos centros urbanos é um grande desafio para a sociedade contemporânea, pois não se trata apenas do gerenciamento adequado dos resíduos e do consumo eficiente de recursos, mas também de assegurar condições de vida saudável e de forma igualitária para toda a população.

A Agenda 21 brasileira, criada em 1997, traz como um dos temas centrais, “Cidades Sustentáveis” que, dentre outras metas, busca diagnosticar problemas urbano-ambientais e elaborar estratégias para buscar a sustentabilidade nas cidades.

## **2.2. O clima urbano**

A palavra clima é originada do grego *klima*, significando inclinação, em clara referência à influência da inclinação do eixo terrestre, em relação ao plano definido por sua trajetória em torno do sol, na determinação dos tipos de clima ocorrentes em nosso planeta (SATTLER,

1992). Riveiro (1985) entende clima como um conjunto de fenômenos meteorológicos que definem a atmosfera de um lugar determinado, não havendo duas zonas que tenham o mesmo clima, e os parâmetros que o determinam sempre apresentando valores diferentes.

O clima urbano, portanto, resulta das modificações que as superfícies, materiais e das atividades que as áreas urbanas provocam no balanço de energia, massa e movimento (LANDSBERG, 1981; OKE, 1988; KUTTLER, 1988 e ARNFIELD, 2003).

LOWRY (1977) expressou a natureza do clima urbano através da equação:

$$M_{i,t,x} = C_{i,t,x} + L_{i,t,x} + U_{i,t,x}$$

Em que: (M) é o valor assumido por uma dada variável climática, no local urbano x, no momento t e com o tipo de tempo i; (C) é a componente regional; (L) é a componente local devido aos elementos não urbanos, como relevo; e (U) é a componente urbana propriamente dita, que envolve o desenho urbano e suas edificações.

Ayoade (1988), considerando as possibilidades de interação, ao longo do tempo e do espaço, entre os fluxos de matéria/energia e os elementos condicionantes de sua definição, propõe três níveis interativos:

Primeiro, o nível macroclimático, que consiste na interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e os seus movimentos de rotação e translação. A macroclimatologia está “relacionada com os aspectos dos climas de amplas áreas da Terra e com os movimentos atmosféricos em larga escala”.

Segundo, o nível mesoclimático, que está relacionado com a interação entre a energia disponível (para o processo de evaporação e de geração de campos de pressão) e as feições do meio terrestre. Está “preocupada com o estudo do clima em áreas relativamente pequenas, entre 10 a 100 quilômetros de largura, por exemplo, o estudo do clima urbano e dos sistemas climáticos locais severos tais como tornados e temporais”.

E, por último, o nível microclimático, caracterizado pela interação entre os sistemas ambientais particulares na modificação dos fluxos de energia, umidade e massa. A microclimatologia está “preocupada com o estudo do clima próximo à superfície ou de áreas muito pequenas, com menos de 100 metros de extensão”.

Muitos autores têm apresentado sistemas taxonômicos para os fenômenos climáticos, conforme demonstram Oliver e Fairbridge (1987) e Atkinson (1987), apontando, em comum, os três níveis anteriormente mencionados, como a macroescala ou escala planetária, a mesoescala e a microescala ou pequena escala.

Logo, a Climatologia Urbana é um ramo da geografia que está preocupada com as interações dos fatores climáticos com os elementos urbanos, como uso e ocupação do solo. GIRALT (2006) define a Climatologia como um ramo da ciência que estuda os estados atmosféricos e sua dinâmica. Ela busca entender suas variações através do estudo de suas causas determinantes, os fatores climáticos.

Os estudos em Climatologia Urbana, em sua maioria, são feitos em níveis mesoclimático e microclimático, segundo a classificação de Ayoade (1988). É uma área de intensa interdisciplinaridade, onde se cruzam contribuições de diferentes áreas do conhecimento, como a Geografia, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia e Meteorologia (LAWRENCE, 2003).

De acordo com Assis (2008), os estudos de climatologia urbana são de fundamental importância para o planejamento e a preservação da qualidade físico-ambiental urbana, mas sua aplicação ainda se encontra limitada. Isso ocorre porque a grande maioria dos trabalhos nessa área, tanto no Brasil quanto no exterior, é apenas descritiva e, assim, seus resultados ficam restritos ao caso estudado.

Os estudos descritivos do clima urbano têm mostrado que, tanto em áreas temperadas quanto tropicais, a mudança climática local está associada ao efeito de transformação de energia na área urbana, influenciada por sua morfologia, pelas propriedades térmicas dos materiais das superfícies construídas e pela produção antropogênica de calor. Isto tem como resultado a redução das taxas de resfriamento evaporativo e convectivo, devido à cobertura sistemática do solo, à redução de áreas de vegetação, de infiltração e dos corpos d'água superficiais, bem como à redução da velocidade dos ventos, causada pelo aumento da rugosidade superficial. (ASSIS, 2008)

Bertacchi e Faria (2005), em seus estudos, analisaram a distribuição da temperatura do ar na cidade de Bauru/SP. Foram empregados dados de um levantamento preliminar de temperatura do ar, em uma série de pontos distribuídos pela cidade. De acordo com a pesquisa, a área central apresentou maior aquecimento que as demais áreas, confirmando a influência do uso de solo, do adensamento de construções e da configuração do desenho urbano. A presença de vegetação foi o aspecto mais importante na análise das diferenças de temperatura entre as diversas áreas.

Uma visão geral desses estudos descritivos sobre o clima urbano em algumas cidades mostra, entretanto, que o peso dos elementos urbanos no comportamento climático local pode variar bastante, de acordo com as condições locais, o tipo de entorno da cidade (sítio natural,

rural ou industrial), as formas de relevo, a influência de massas d'água e o próprio tamanho da área urbanizada.

Uma das vantagens que a abordagem descritiva traz para o planejamento urbano, principalmente aquela que tem como origem o referencial humano (MONTEIRO, 1976; MAYER; HÖPPE, 1987; KATZSCHNER, 1999), é a identificação dos elementos importantes da paisagem para o conforto térmico ou a mitigação dos efeitos da ilha de calor urbana, que devem ser preservados ou mobilizados racionalmente pelo projeto urbano. O limite dessa abordagem é que não possibilita a indicação objetiva do melhor arranjo dos edifícios, do tamanho e disposição das áreas verdes e/ou corpos d'água necessários ao efetivo melhoramento das condições climáticas locais.

Assis (2005) fez um levantamento da produção científica brasileira sobre clima urbano, conforto ambiental e eficiência energética nos últimos dez anos. Mais de 170 trabalhos neste tema foram encontrados, entre livros ou capítulos de livros, teses, dissertações, artigos em periódicos ou em anais de eventos técnico-científicos.

Do total de trabalhos levantados, cerca de 77% foram publicados por grupos de pesquisa das áreas de arquitetura ou de engenharia, enquanto que os outros 23% foram publicados por grupos de outras áreas do conhecimento, como a geografia e a meteorologia. Trinta e dois grupos de pesquisa distribuídos em 23 instituições nacionais de ensino e pesquisa estão envolvidos na produção destes trabalhos.

Entretanto, observou-se a concentração das publicações em poucos grupos: 5 deles publicaram mais da metade do total de trabalhos levantados, sendo que apenas um estava ligado à área da geografia. A maior parte dos trabalhos encontrados (cerca de 68%) trata de aspectos descritivos das áreas urbanas e/ou de variáveis climáticas.

A variável mais estudada foi a temperatura do ar em recintos urbanos, em sua distribuição nas escalas horizontal e temporal. Os trabalhos que investigaram esta variável normalmente também abordam o comportamento associado da umidade do ar. O estudo específico desta variável nas áreas urbanas foi desenvolvido em apenas 1% dos trabalhos.

As outras duas variáveis mais estudadas foram a radiação solar e o vento (em 16% e 19% dos trabalhos, respectivamente). Os principais aspectos relacionados ao tecido urbano foram o uso e ocupação do solo (23% dos trabalhos), a forma urbana (17%), as áreas verdes (11%) e sua influência sobre o planejamento urbano (13%), e o conforto térmico humano (10%).

Os resultados do trabalho de Assis (2005) demonstram que grande parte dos trabalhos objetiva, direta ou indiretamente, a elaboração de parâmetros urbanos que considerem a questão do conforto térmico. A metodologia utilizada em 47% dos trabalhos foi a medição em campo, através de estações climatológicas fixas e/ou móveis.

### **2.3. Conforto Térmico nos espaços urbanos**

As exigências humanas de conforto térmico estão relacionadas com o funcionamento do seu organismo, cujo mecanismo, complexo, pode ser comparado a uma máquina térmica que produz calor segundo sua atividade. O homem precisa liberar calor em quantidade suficiente para que sua temperatura interna se mantenha na ordem de 37°C (FROTA E SCHIFFER, 2006).

Logo, os espaços urbanos devem ser construídos com a função de oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano. Isto significa ter ambientes mais saudáveis.

Um ambiente mais aquecido, por exemplo, irá fazer com que o organismo gaste mais energia para manter-se equilibrado termicamente.

Uma aglomeração urbana não apresenta, necessariamente, as mesmas condições climáticas relativas ao macroclima regional na qual está inserida. Estas alterações estão diretamente relacionadas com o tamanho e setores predominantes de atividade do núcleo urbano e podem ser dimensionadas através de avaliação comparativa com o clima do campo circunvizinho. As modificações climáticas podem ser tais que as áreas urbanas de grande porte resultem em verdadeiras ilhas de calor (FROTA E SCHIFFER, 2006).

Tais ilhas são geradas a partir das modificações impostas ao uso do solo, notadamente pelo seu revestimento por superfície de concreto e asfalto. Além desse fator, as cidades também são produtoras de calor.

Nelas se instalam grandes quantidades de equipamentos termoelétricos e de combustão para produção de mercadorias e transportes de pessoas e cargas. Interferem, ainda, as edificações que modificam o curso natural dos ventos, prejudicando a ventilação no interior da malha urbana.

De acordo com Frota e Schiffer (2006), para efeito da arquitetura, e desenho urbano, os dados climáticos mais significativos são os relativos às variações, diárias e anuais, da

temperatura do ar e os índices de umidade relativa e precipitações atmosféricas e, quando disponível, a quantidade de radiação solar.

A quantidade de radiação solar recebida pelas diversas edificações irá depender da posição das edificações vizinhas, as quais podem constituir barreiras umas às outras ao sol e ao vento. Além disso, a poluição gerada pelas cidades modifica as condições do ar quanto a sua composição química e odores.

Portanto, nas regiões predominantemente quentes no Brasil, a arquitetura deve contribuir para minimizar a diferença entre as temperaturas externas e internas do ar. O IBGE, em 1978 produziu um mapa climatológico, "Brasil/Climas", contendo elementos suficientes para se estabelecerem parâmetros quanto à adequação da arquitetura a qualquer região, mesmo não expressando, pela sua escala, variações climáticas locais detalhadas.

A arquitetura urbana ou da edificação, historicamente, foi produzida tendo o clima como condicionante. Isto era inerente à arquitetura vernacular, em que a herança de conhecimentos, tanto do clima, quanto das técnicas construtivas, favorecia o aperfeiçoamento de exemplos bem sucedidos de construção.

Neste contexto, a disponibilidade restrita dos recursos naturais e energéticos induziu a arquitetura a alcançar o máximo de sua eficiência: promover a melhor condição possível de conforto ambiental gastando o mínimo de energia.

A maior disponibilidade de recursos a partir da Revolução Industrial permitiu a ruptura da arquitetura com o meio, passando o condicionamento ambiental a ser operado por meio de uso intensivo de energia.

O auge dessa ruptura se dá com o movimento da Arquitetura Internacional, que, contrariamente aos princípios da adequação da arquitetura ao clima, tem seus exemplos construídos em realidades climáticas drasticamente diferenciadas.

A habitabilidade desses exemplos desvinculados do clima se tornou tão exclusivamente dependente do uso de equipamentos artificiais, altamente consumidores de energia, passando a serem chamados de edificações "energívoras" (MASCARÓ, 1992).

Com a crise do petróleo na década de 70, essas edificações demonstraram seu alto grau de desperdício e inadequação, reforçando a retomada do conceito de arquitetura bioclimática. A partir deste marco histórico até os dias de hoje, novos conceitos têm surgido, tais como: arquitetura natural, arquitetura solar, desenho climático etc.

De fato, a arquitetura adequada ao clima, pode reduzir bastante o consumo de energia gerado pelo uso de equipamentos mecânicos de calefação, refrigeração e iluminação artificial.

Em média, 30% a 40% do consumo anual de energia elétrica em uma edificação é destinado para operar e manter sistemas mecânicos como refrigeração, ventilação e iluminação artificial (SANTAMOURIS; ASIMAKOPOULOS, 1996).

Vale ressaltar que a cidade é conformada por cada edificação isoladamente e isto, muitas vezes, faz com que o efeito generalizador das decisões e criações individuais não seja percebido, podendo resultar na alteração do clima urbano e da qualidade ambiental dos espaços urbanos.

Oliveira (1987) apresenta a forma urbana como produto das relações estabelecidas pelo homem, e como um dos instrumentos de controle climático para obter condições de conforto e salubridade do espaço.

Segundo Lombardo (1985), a qualidade de vida urbana é colocada em risco quando ela cresce rapidamente, sem recursos técnicos, privando-a de um planejamento adequado do uso do solo, parâmetros de verticalização e ocupação. Como o intuito de “equilibrar a maior densidade construída com os elementos naturais”, Duarte e Serra (2001), propõem uma troca de verticalização por áreas verdes nas regiões de adensamento exagerado, obtendo um maior afastamento entre as edificações, através do zoneamento da cidade.

Castro (1999) ressalta que os efeitos causados pela urbanização vão ser observados com as alterações climáticas decorrentes das mudanças das características térmicas da superfície, das taxas de evaporação, novos padrões de circulação do ar, pela impermeabilização da superfície, a existência e a forma das edificações, pela presença e atividades do homem e, pela falta de vegetação.

Segundo Bueno (1998), um dos efeitos que pode ser chamado de denunciador das alterações climáticas produzidas no ambiente urbano é a diferença de temperatura entre os centros urbanos e seu entorno, consequência da ausência de vegetação e os efeitos provocados pela incidência direta da radiação solar.

Diversos autores têm tratado da relação entre clima e forma urbana, numa abordagem que vai desde o resgate da tradição vernácula (RUDOFISKY, 1964) até a avaliação de desempenho dos espaços urbanos, através de medições e monitoramentos, e do estabelecimento de diretrizes e recomendações de projetos e planejamento urbano.

No Brasil destaca-se o trabalho de Andrade (2005), onde é feita uma revisão de conceitos e terminologias sobre o clima e suas escalas de análise assim como discute a intervenção da Climatologia no planejamento de espaços. O autor salienta a importância da climatologia para definição de modelos urbanos sustentáveis.

Assis (2005) trata sobre a abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. Apresenta uma revisão crítica das abordagens do clima urbano, identifica os avanços dos resultados para aplicações no planejamento e projeto urbano.

Além das alterações climáticas causadas pelo adensamento urbano, os níveis de ruído também são considerados como um grave problema de saúde pública. Porém esta não é considerada nas discussões, e decisões, das autoridades responsáveis pelo plano diretor e seus efeitos na população ainda é pouco discutida no meio científico.

Diversos são os estudos com o intuito de estabelecer uma relação entre o ruído e a incomodidade gerada na saúde pública, porém, nota-se que há certa dificuldade em determinar essa relação de causa efeito. Isto porque existem diversas situações acústicas e diferentes respostas de cada indivíduo face aos níveis de pressão sonora.

Segundo De Quinhones Levy e Beaumont (Indicador Global de Ruído), o incomodo causado pela pressão sonora varia de acordo com a frequência e variações temporais, dentre outros fatores. Eles relatam que um ruído intermitente incomoda mais que um ruído contínuo, como também os sinais de banda estreita são mais incômodos, comparados aos de banda larga.

No interior da malha urbana existe o que se denomina ruído de fundo, produzidos por fontes diversas, tais como: tráfego de veículos, indústrias, trem, metrô, etc. O nível deste ruído está diretamente relacionado com o uso e ocupação do solo.

No Brasil, a norma que determina os níveis limites de emissão de ruído para cada situação, bem como os procedimentos metodológicos para as medições é a norma NBR 10.151: Acústica-Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, de 2000. Os níveis de ruído definidos pela norma estão descritos no Quadro 1, a seguir. Estes procedimentos também são especificados na Resolução CONAMA 01/1990, em seu artigo VI.

Quadro 1 – Níveis de ruído permitidos pela NBR 10.151:2000 de acordo com o uso do solo

<b>Tipos de áreas</b>	<b>Diurno</b>	<b>Noturno</b>
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Vizinhanças de hospitais (200m além divisa)	45	40
Área estritamente residencial urbana	50	45
Área mista, predominantemente residencial, sem corredores de trânsito	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa, sem corredores de trânsito	60	55
Área mista, com vocação recreacional, sem corredores de trânsito	65	55
Área mista até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito	70	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151:2000

A organização mundial de saúde (OMS) estipulou que o limiar de incômodo para o ruído contínuo é 50 decibéis (dB), no período diurno.

Os níveis máximos de ruído recomendados pela OMS para ambientes de convivência humana estão contidos no Quadro 2, logo abaixo. Os níveis estão expressos em decibéis, na curva de ponderação A. As curvas de ponderação (ou equalização) dos medidores são usadas para que o aparelho efetue as medições do ruído de acordo com a sensibilidade do ouvido humano. Essa equalização é dada pela curva "A" que atenua os sons graves, dá maior ganho para a banda de 2 a 5 kHz, e volta a atenuar levemente os sons agudos: é exatamente essa a curva de sensibilidade do ouvido.

Quadro 2 – Níveis limite de ruído, segundo a organização mundial de saúde

Situações	Nível de ruído Limite - dB (A)
Interferência na comunicação – torna difícil a conversa entre duas pessoas, ou dificulta falar no telefone, ou ouvir rádio ou televisão.	50
Risco de perda auditiva – a pessoa exposta pode contrair perda de audição induzida por ruído para exposições de 8 horas diárias.	75
Perturbação do sono – a pessoa não relaxa totalmente durante o sono, não atingindo os estágios mais profundos do sono e reduzindo o tempo.	30
Estresse leve com excitação do sistema nervoso e produção de desconforto acústico.	55
Perda da concentração e do rendimento em tarefas que exijam capacidade de cálculo.	60
Escolas – no interior das salas de aulas.	30
Hospitais – em quartos e apartamentos.	35

Fonte: Berglund (1999).

### **2.3.1. Variáveis do Conforto Térmico**

As condições de conforto térmico são função de uma série de variáveis. A sensação de conforto térmico considerada é a percepção combinada das variáveis que concorrem para as trocas térmicas com o meio. Essas trocas são regidas por processos físicos como convecção, radiação, evaporação e condução. As variáveis que interferem nas condições de conforto podem ser classificadas, segundo Fanger (1970), em:

a) Ambientais ou Físicas: temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade do ar, velocidade do ar; e

b) Pessoais ou Individuais: atividade desempenhada (taxa metabólica) e isolamento térmico da vestimenta.

Araújo (1996), em seus procedimentos metodológicos, definiu dois grupos de variáveis para determinar parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares em Natal –RN:

a) as psico-fisiológicas: atividade, vestuário, sexo, idade, peso e altura; e

b) as ambientais: temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura radiante média e a velocidade do ar.

Portanto, comparando as duas classificações citadas acima, percebe-se que o segundo aborda também as possíveis correlações entre a sensação térmica e as variáveis pessoais: sexo, idade, peso e altura.

A partir das variáveis climáticas do conforto térmico, de outras variáveis como atividade desenvolvida pelo indivíduo considerado aclimatado e saudável e sua vestimenta, vem sendo desenvolvida uma série de estudos que procuram determinar as condições de conforto térmico e os vários graus de conforto ou desconforto por frio ou calor (FROTA E SCHIFFER, 2006).

Portanto, a sensação de conforto térmico no ser humano é resultante da percepção combinada das variáveis que concorrem para as trocas de calor com o meio, e pode ser estimada através de índices de conforto térmico.

### **2.3.2. Índices de Conforto Térmico**

Os índices de conforto térmico procuram englobar, num parâmetro, o efeito conjunto de variáveis ambientais. Em geral são desenvolvidos fixando um tipo de atividade e a vestimenta

utilizada pelo indivíduo para, a partir daí, relacionar as variáveis do ambiente e reunir, sob a forma de cartas ou nomogramas, as diversas condições ambientais que proporcionam respostas iguais por parte dos indivíduos (FROTA E SCHIFFER, 2006).

De acordo com Frota e Schiffer (2006), os índices são classificados como:

- Índices biofísicos: que se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos do conforto com as trocas de calor que dão origem a esses elementos;

-Índices fisiológicos: que se baseiam nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar;

-Índices subjetivos: que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam.

Fanger (1970) derivou uma equação geral de conforto para calcular a combinação das variáveis ambientais e humanas incluindo temperatura do ar, umidade relativa, temperatura média radiante, atividade física e vestimenta onde, através do trabalho experimental, avaliou pessoas de diferentes nacionalidades, idades e sexos, obtendo o voto médio estimado (VME) para determinadas condições ambientais.

O voto médio estimado consiste em um valor numérico que traduz a sensibilidade humana ao frio e ao calor, conforme o Quadro 3. O PMV está classificado em uma escala de 7 pontos, variando de +3 (quente) a -3 (frio). Ou seja, para conforto térmico é zero, para frio é negativo e para calor é positivo. A partir daí foi implementado o conceito de pessoas insatisfeitas (PPD – Predicted Percentage Dissatisfied). Para espaços de ocupação humana termicamente moderado, o PPD deve ser menor que 10%, o que corresponde a uma faixa do PMV de -0.5 a +0.5 (ISSO 7730, 1994).

O PMV tem sido utilizado em pesquisas que trabalham com condições de conforto valendo-se de parâmetros ambientais e humanos. No Brasil, para os cálculos do PMV, tem sido utilizado o programa computacional Analysis, desenvolvido pelo LABEE (Laboratório de Eficiência Energética na Edificação) da UFSC em 1994, baseado na equação de Fanger.

Outros programas estão disponíveis para o cálculo do PMV, como o programa PMVTool ([www.squl.com](http://www.squl.com)) e o programa RayMan (MATZARAKIS, et al.,1999; MATZARAKIS et al, 2004) que calcula, além do PMV, os índices PET (Physiological Equivalent Temperature) e SET (Standard Temperature Effective).

Muitos estudos na área estão baseados no modelo de Fanger e, através destes e de outros estudos, foi possível o desenvolvimento de outros índices adaptados para ambientes externos.

Quadro 3 - Escala de sensação térmica para PMV

<b>PMV</b>	<b>SENSAÇÃO TÉRMICA</b>
<b>-3</b>	Muito frio
<b>-2</b>	Frio
<b>-1</b>	Leve sensação de frio
<b>0</b>	Confortável
<b>+1</b>	Leve sensação de calor
<b>+2</b>	Quente
<b>+3</b>	Muito quente

Fonte: adaptado de Fanger, 1970.

A Carta Bioclimática de Givoni, adotada pela NBR 15220-3, analisa o clima local buscando os valores de temperatura e umidade do ar no diagrama psicrométrico contendo sete áreas climáticas. Tem a vantagem de apresentar as diretrizes a serem adotadas no projeto visando à obtenção do conforto térmico, porém não leva em conta a radiação solar e a velocidade do vento, além de não ter seus resultados expressos em um único parâmetro que facilite uma análise mais detalhada em relação ao grau de afastamento das condições de conforto e à variação temporal.

A Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) é um índice de conforto térmico adaptado às condições externas que considera, não só a temperatura, umidade e vento, mas também a temperatura radiante média. É baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade (MAYER E HÖPPE, 1987).

O Índice PET é baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade (LIN; MATZARAKIS; HWANG, 2010) e pode ser utilizado para ambientes externos ou internos e vem sendo aplicado por pesquisadores para estudos de clima urbano. O

índice PET foi adotado em diversos trabalhos sobre o clima urbano de Salvador (NERY et al, 2008; FREIRE; SHIMMELPFENG, 2002).

As faixas de sensação e estresse térmico do índice PET são descritas no Quadro 4.

Quadro 4 - Faixas de conforto térmico PET para espaços abertos

<b>PET</b>	<b>Sensibilidade Térmica</b>	<b>Grau de estresse fisiológico</b>
<b>4°C</b>	Muito frio	Estresse por frio extremo
<b>8°C</b>	Frio	Estresse por frio forte
<b>13°C</b>	Frio moderado (fresco)	Estresse por frio moderado
<b>18°C</b>	Levemente frio	Estresse por frio leve
<b>23°C</b>	Confortável	Sem estresse
<b>29°C</b>	Levemente aquecido	Estresse por calor leve
<b>35°C</b>	Aquecido	Estresse por calor moderado
<b>41°C</b>	Quente	Estresse por calor forte
	Muito quente	Estresse por calor extremo

Fonte: JENDRITZKY *et al.*, 1990 *apud* MATZARAKIS *et al.*, 1999

Este índice representa uma temperatura fictícia, resultante da interação entre variáveis físicas e ambientais de um ambiente real. O esforço de um indivíduo ao ar livre, realizando qualquer tipo de atividade física, é comparado ao esforço de um indivíduo padrão em ambiente controlado, onde a única variável é a temperatura PET (HÖPPE, 1999).

Nos aspectos relativos ao conforto térmico, a avaliação do desempenho dos espaços implica na comparação de medições com critérios de desempenho pré-estabelecidos ou padrões de comparação, que podem ser caracterizados por índices ou normas técnicas existentes (REIS E LAY, 1995). As principais normas técnicas relativas a conforto térmico são a ASHRAE (1993) e a ISO 7730 (2005).

Com relação aos trabalhos nesta área, destacam-se Rossi, Krüger e Bröde (2012), Labaki (2012), Pereira e Assis (2010), Shams, Giacomeli e Sucomine (2009), Lay e Reis (2005) e Nery, Andrade e Moura (2008).

O trabalho de Rossi, Krüger e Bröde (2012) trata da definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI (Universal Thermal Climate Index). Teve como objetivo definir faixas de conforto e desconforto térmico para Curitiba, propondo tais faixas para o índice UTCI para as condições climáticas locais a partir de um percentual aceitável de pessoas insatisfeitas com o ambiente térmico no espaço aberto. Foram analisados dados climáticos e dados pessoais obtidos por meio de monitoramento de campo em ruas de pedestre. Concluiu que o índice UTCI teve boa capacidade preditiva para a amostra analisada e que as diferenças entre os subgrupos gênero, idade e índice de massa corpórea eram pequenas.

Labaki (2012) descreve o Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo. Foi desenvolvido dentro de uma pesquisa mais ampla sobre o conforto térmico em diferentes tipos de espaços urbanos abertos, nas mesmas cidades. A metodologia empregada envolveu o monitoramento microclimático (temperatura, temperatura de globo, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar global), em diferentes condições de tempo, e entrevistas estruturadas, para identificar a sensação térmica e as variáveis pessoais dos usuários. A análise dos resultados permitiu identificar diferenças entre a sensação térmica real (ASV) e o conforto calculado pela temperatura fisiológica equivalente (PET).

Já Kulka (2014) num estudo sobre conforto térmico em áreas verdes urbanas no município de Itapetinga, Bahia avaliou o conforto, através de monitoramentos *in loco* entrevistas aos usuários, em três áreas verdes dentro da cidade e apontou que as análises para avaliação das sensações térmicas através do PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e o PMV (Voto Médio Estimado) revelaram uma boa compatibilidade com dados reais obtidos via questionários.

O trabalho de Shams, Giacomeli, Sucomine (2009) estuda o emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. Abreu e Labaki (2010) tratam sobre o conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. Lay e Reis (2005) realizam uma análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. Nery, Andrade e Moura (2008) estudam sobre o Conforto térmico em Salvador, tratando do índice PET e sua abordagem projetual.

Estes estudos mostram, cada vez mais, a importância de se investigar como o ambiente urbano influencia no estilo de vida e na saúde da população. Nota-se que os estudos

realizados em cidades com clima tropical ainda são incipientes e que há necessidade de mais investigações nestas regiões.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Seleção do objeto de estudo

A escolha de Itapetinga para o estudo, de acordo com os objetivos do trabalho, se dá pelo fato deste município apresentar, em sua área central, uma malha urbana bastante complexa, com edificações adensadas, conforme a Figura 1. Além disso, a cidade é considerada uma das mais urbanizadas da região e passa por constante modificação na configuração morfológica de sua área central sem a aplicação de dispositivos legais de planejamento que considerem o conforto dos espaços públicos abertos como fator comum.

A escolha dos espaços foi realizada considerando a relevância social e ambiental, pois são praças públicas com grande fluxo de pessoas.

Foram considerados os seguintes aspectos:

- Presença/ausência de árvores;
- Tipo e quantidade de calçamento;
- Tipo de grupo social que habita ou frequenta o espaço;
- Formato das edificações circunvizinhas;
- Importância socioeconômica do espaço.

O município, localizado numa zona tropical (Latitude 15°15'12"S e Longitude 40°15'19"O), no sudoeste da Bahia, possui clima tropical atlântico, onde as médias das temperaturas anuais giram em torno dos 23,5°C. Com as estações do ano bem definidas, apresenta dias muito quentes no verão e dias bastante frios no inverno.

A vegetação predominante é a Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual. Porém, atualmente restam pequenos fragmentos desta vegetação no seu entorno e isso faz com que haja dificuldades de caracterizar o clima regional. Como a

principal atividade econômica da região é a pecuária desde muito tempo, e o desmatamento sempre foi desenfreado, é bem provável que o domínio das gramíneas em toda região circunvizinha já tenha alterado o clima original.

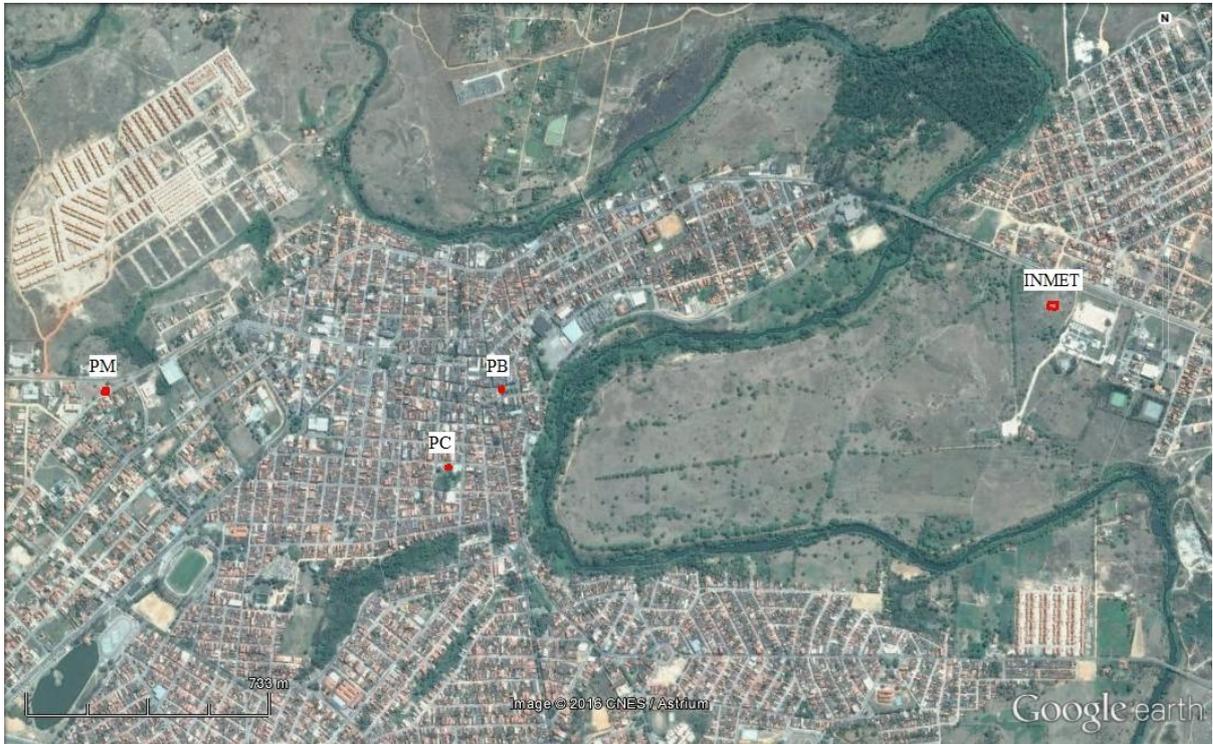


Figura 1 - Imagem de satélite do município de Itapetinga. Fonte: Google Earth.

De acordo com a imagem é possível observar que a cidade foi construída nas margens do Rio Catolé Grande, que possui grande influência sobre o seu clima.

A Estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) está localizada em uma área aberta (coordenadas geográficas:  $15^{\circ}14'40''S$  e  $40^{\circ}13'45''O$ ), com predominância de cobertura vegetal no entorno, como pode ser visualizado nas Figuras 1, 2 e 3, a seguir.



Figura 2 - Estação Meteorológica Automática do INMET, em Itapetinga, Bahia.



Figura 3 – Vista superior da área onde está localizada a estação Meteorológica Automática do INMET com demarcação do ponto. Fonte: Google Earth

### **Praça da Bíblia (PB)**

A Praça da Bíblia está localizada no centro comercial de Itapetinga (coordenadas geográficas: 15°14'48''S e 40°14'42''O) e é uma área que se caracteriza por apresentar uma estrutura urbana com alta impermeabilização do solo e com edificações um pouco mais verticalizadas no entorno, além de ser um espaço muito utilizado pela comunidade. Pouco arborizada, com a presença de palmeiras de grande porte, conforme a Figura 4.



Figura 4 - Vista superior da Praça da Bíblia com demarcação do ponto de coleta.  
Fonte: Google Earth

### **Praça da Concha (PC)**

A Praça da Concha está localizada no bairro residencial Camacã (coordenadas geográficas: 15°14'55''S e 40°14'48''O), onde predomina moradores que estão a mais tempo na cidade (muitos de origem humilde) e moradores mais recentes (república de estudantes universitários, profissionais liberais e famílias de classe média). Possui como característica a utilização desordenada do solo e do espaço urbano, com grande adensamento de residências geminadas sem área verde e vegetação incipiente no entorno. Porém é uma das áreas mais

arborizadas da cidade com a presença de árvores de grande porte caracterizadas por apresentar copas densas, conforme a Figura 5.



Figura 5 - Vista superior da Praça da Concha com demarcação do ponto de coleta.  
Fonte: Google Earth

### **Praça do Morumbi (PM)**

A Praça do Morumbi (coordenadas geográficas: 15°14'47''S e 40°15'23''O) ainda é uma área urbana sem utilização, pois não há nenhuma estrutura de praça pública. É apenas uma área coberta de capim, na maior parte, e de árvores espessas nas extremidades e está localizada no bairro residencial Morumbi que possui moradias espaçosas no entorno, típicas dos proprietários com maior renda. Recentemente houve crescimento de venda de terrenos e construção de residências com menores dimensões, destinadas a atrair moradores classe média para este local, conforme a Figura 6.



Figura 6 - Vista superior da Praça do Morumbi com demarcação do ponto de coleta.  
Fonte: Google Earth

### 3.2. Coleta de dados

A obtenção dos dados foi realizada através de coletas *in loco* das principais variáveis climatológicas em cada um dos espaços, durante o período de março a julho. Para isso foram utilizados cinco instrumentos de medição direta, especificados no próximo tópico. As coletas foram feitas sempre debaixo de uma árvore para menor exposição do pesquisador e de alguns instrumentos ao sol e, também, para verificar a quantidade de radiação que fica retida na copa das mesmas. O fato das coletas terem sido feitas aleatoriamente se deve, principalmente, às precipitações ocasionais ocorridas durante a execução do cronograma. Foram realizadas três dias de coleta em cada praça, totalizando nove dias de coleta. A Tabela 1 apresenta a sequência dos dias.

Tabela 1 - Cronograma de coleta de dados nas unidades experimentais: (PB), (PC) e (PM)

Dia/Local	17/mar	18/mar	07/abr	09/abr	14/abr	15/abr	16/abr	12/mai	03/jun
<b>PB*</b>		X			X				X
<b>PC**</b>	X			X			X		
<b>PM***</b>			X			X		X	

\*Praça da Bíblia \*\*Praça da Concha \*\*\*Praça do Morumbi

Para evitar que um dos espaços seja favorecido, foi feito um sorteio para a escolha do primeiro local. As coletas de dados das variáveis climáticas, temperatura do ar, temperatura de globo negro, temperatura de bulbo úmido natural, velocidade do ar, radiação global e ultravioleta e pressão sonora, foram realizadas a cada 10 minutos, no intervalo de 8:00 às 18:00 (período do dia em que há maior número de pessoas nos espaços públicos).

Foram utilizados instrumentos portáteis de medição direta para facilitar o transporte dos mesmos e aperfeiçoar o tempo de coleta. As coletas foram feitas sob uma pequena mesa armada nos pontos, conforme a Figura 7. Na sequência serão apresentadas as características de cada equipamento.



Figura 7 - Miniestação portátil.

1 - Medidor de luz ultravioleta digital, modelo MRU – 201:

É um instrumento compacto, resistente, utilizado para medição de luz ultravioleta UVA e UVB, com espectro detector de UV, de 290 a 390 nm, o que permite uma alta qualidade na medição de UV. Possui uma sonda de UV separada que permite a medição de radiação UV em posição confortável.

2 - Medidor de energia solar, modelo MES – 100:

Instrumento compacto, resistente e preciso para medir a radiação solar em campo. Possui correção de cosseno total para o ângulo de incidência da radiação. O componente sensor de radiação solar empregado neste instrumento é um detector fotovoltaico de silício de alta estabilidade.

3 – Decibelímetro – Medidor de Nível de Pressão Sonora, modelo DEC – 460:

Instrumento fabricado conforme a norma IEC-60651 para decibelímetros tipo 2, possui display de fácil leitura com ponderação de frequência A e C e tempo de resposta Fast/Slow (Rápida e Lenta) e um microfone de eletreto condensado de alta precisão e estabilidade. Detecta o valor máximo obtido durante a medição e possui saída analógica para registradores gráficos ou filtros externos.

#### 4 - Monitor de Estresse de Calor WBGT, modelo HT30:

Monitoriza e exibe o Índice de Estresse de Calor (WBGT), que é como uma pessoa se sente quando a umidade é combinada com a temperatura, movimento do ar, e luz solar direta ou radiante. Nele está contido um Termômetro de Globo Negro que expressa a Temperatura de Globo Negro (TG) monitoriza os efeitos da radiação solar direta numa superfície exposta. Ele mede também a temperatura do ar (TA) e a Umidade Relativa (RH).

#### 5 - Termo-higro-anemômetro luxímetro digital portátil, modelo THAL – 300:

Equipamento de medição profissional 4 em 1: anemômetro, higrômetro, termômetro e luxímetro. O seu suporte de baixa fricção fornece boa precisão em alta ou baixa velocidade do ar. Possui 5 unidades de velocidade do ar selecionáveis por botão no painel frontal.

### **3.3. Análise dos dados**

Para análise dos resultados foram discutidos os dados resultantes do monitoramento obtidos durante o período, nos três locais pesquisados comparando as médias das variáveis microclimáticas obtidas nos espaços escolhidos com as registradas pela estação do INMET e, também, entre elas. Os níveis de pressão sonora também foram comparados entre si.

Os níveis de conforto térmico foram expressos através de dois índices: PET (Physiological Equivalent Temperature) e PMV (Predicted Mean Vote), calculados através do *software RayMan®* versão 1.2 (Matzarakis et al. 2007). Para o cálculo dos índices, fez-se necessário introduzir dados de entrada no *software RayMan®* versão 1.2 (2000), como: valores dos parâmetros climáticos em planilha com extensão .txt (de texto), ordenados em colunas separadas por tabulação. Seguindo determinada orientação: Data (dia/mês/ano), Dia do ano, Hora local (h), Temperatura do ar (°C), Umidade relativa do ar (%), Velocidade do vento (m.s) e Radiação global (W/m<sup>2</sup>). É necessário também informar as coordenadas geográficas locais (latitude, longitude e altitude), fuso-horário (UTC+h) e variáveis pessoais.

Para melhor visualização e análise dos resultados obtidos, foram apresentadas as análises exploratórias dos dados na forma de médias e desvios padrão, além dos valores mínimos e máximos das variáveis temperaturas do ar e de globo negro, radiação solar global e UVA/UVB, velocidade do vento, umidade relativa do ar e pressão sonora.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variáveis Ambientais

#### 4.1.1. Temperatura, Umidade Relativa e Velocidade e Direção do vento

Neste item são apresentadas, a princípio, as médias, máximas e mínimas dos valores coletados para cada variável ambiental (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade e direção do vento) para as três praças (Tabela 2), bem como o comparativo com os valores coletados pela estação (Tabela 3). Em seguida, para melhor entendimento do comportamento das variáveis, são apresentadas, para cada espaço analisado, tabelas e gráficos comparativos entre os valores medidos nos locais e valores coletados pela estação meteorológica.

Tabela 2 - Valores médios diários das variáveis ambientais

Praça	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade e direção do vento (m/s)
<b>PB*</b>			
18/mar	33.67	42.44	0.6 SE
14/abr	29.72	47.25	0.134 SE
03/jun	28.11	43.53	0.583 SE
<b>Média Geral</b>	<b>30.5</b>	<b>44.4</b>	<b>0.439</b>
Valor mínimo	24.1	33.9	0
Valor máximo	36.2	57.3	3.37
<b>PC**</b>			
17/mar	32.98	41.13	0.66 SE
09/abr	29.71	48.2	1.04 SE
16/abr	31.635	43.76	0.21 SE
<b>Média Geral</b>	<b>31.44</b>	<b>44.36</b>	<b>0.64</b>
Valor mínimo	26.3	27.1	0
Valor máximo	39.6	61.7	2.83
<b>PM***</b>			
07/abr	31.2	58.5	0.81
15/abr	29.28	48	0.34
12/mai	30.9	49.34	0.88
<b>Média Geral</b>	<b>30.46</b>	<b>51.95</b>	<b>0.68</b>
Valor mínimo	25.2	35.8	0
Valor máximo	37.8	75.5	4.4

\*Praça da Bíblia \*\*Praça da Concha \*\*\*Praça do Morumbi

Tabela 3 - Comparação entre as médias diárias dos valores medidos de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, com valores coletados pela estação meteorológica

Praça	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Velocidade do Vento (m/s)		
	Local	Estação	$\Delta$	Local	Estação	$\Delta$	Local	Estação	$\Delta$
<b>PB*</b>									
18/mar	33.67	28.33	5.34	42.44	57.1	-14.66	0.6 (S-E)	2.6 (S-E)	-2
14/abr	29.72	25.87	3.85	47.25	62.54	-15.29	0.13 (S-E)	1.5 (S-E)	-1.366
03/jun	28.11	24.6	3.51	43.53	58.4	-14.87	0.58 (S-E)	2.1 (S-E)	-1.517
<b>PC**</b>									
17/mar	32.98	27.03	5.95	41.13	59	-17.87	0.66 (S-E)	1.65 (S-E)	-0.99
09/abr	29.71	26.73	2.98	48.2	58.3	-10.1	1.04 (S-E)	2.35 (S-E)	-1.31
16/abr	31.635	27.52	4.115	43.76	59.8	-16.04	0.21 (S-E)	1.1 (S-E)	-0.89
<b>PM***</b>									
07/abr	31.2	27.2	4	58.5	73.5	-15	0.81	1.83 (S-E)	-1.02
15/abr	29.28	26.23	3.05	48	59.8	-11.8	0.34	1.1 (S-E)	-0.76
12/mai	30.9	27.46	3.44	49.34	62.3	-12.96	0.88	1.59 (S-E)	-0.71

\*Praça da Bíblia \*\*Praça da Concha \*\*\*Praça do Morumbi

De acordo com estes resultados, é possível observar que o comportamento das variáveis climatológicas coletadas dentro da malha urbana foi diferente dos valores encontrados na estação do INMET, localizada na zona periférica da cidade.

O vento, nos pontos de coleta, apresentou redução de até 2 metros por segundo nas médias diárias e as diferenças de temperatura e umidade relativa ficaram entre 3 e 6 graus para mais e 10 a 18 por cento para menos, respectivamente, sendo consideradas diferenças consideráveis, por se tratar de um município pequeno e pouco verticalizado. Houve predominância de ventos sudeste em todos os locais, menos no ponto PM, conforme a tabela 3.

Os parâmetros analisados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SAS (versão 9.2), admitindo-se 5,0% como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Quando verificada diferença estatística entre os tratamentos foi utilizado o teste Student Newman Keuls (SNK) para comparações das médias.

#### 4.1.1.1. Praça da Bíblia

As temperaturas coletadas em campo apresentaram valores, na maior parte do dia, superiores às da estação. A maior temperatura foi registrada no dia 18 de março, atingindo 36,2°C, enquanto na estação os valores não passaram de 34,3°C. Os valores de umidade relativa neste ponto apresentaram inferiores aos da estação. Os valores da velocidade do vento

na estação foram superiores durante o dia todo. Essas diferenças podem ser observadas na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 - Média, desvio padrão (DP), máximas e mínimas dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, obtidos nos pontos de coleta nos dias 18 de Março, 14 de Abril e 3 de Junho, e na estação meteorológica (controle) do município de Itapetinga, Bahia

PRAÇA DA BÍBLIA							
		DIA 18/3		DIA 14/4		DIA 3/6	
		LOCAL	INMET	LOCAL	INMET	LOCAL	INMET
TEMP.(°C)	MED.±	33.67±1.9	28.33±4.1	29.72±1.1	25.87±3.31	28.11±1.3	24.6±3.4
	DP	8	4	7		6	4
	MAX.	36.2	34.3	32.3	30	31.3	29.8
	MIN.	28.6	21.5	26.4	20.8	24.1	19.8
U.R.(%)	MED.±	42.44±5.9	57.1±19.7	47.25±3.4	62.54±15.3	43.53±3.8	58.4±17.
	DP	8	2	8	2	7	6
	MAX.	55.3	90	57.3	86	52.3	82
	MIN.	33.9	36	35.5	46	34.6	37
VENTO(m/s)	MED.±	0.6±0.65	2.6±1.58	0,134±0.2	1.5±0.5	0.583±0.8	2.1±1.21
	DP			5		4	
	MAX.	3.23	4.8	0.87	2.3	3.37	3.8
	MIN.	0	0.4	0	0.7	0	0.6

O comportamento das variáveis coletadas pela estação apresenta menor estabilidade durante o período. As maiores diferenças encontradas foram no período da manhã, sendo que ao final do dia as diferenças não foram significativas, conforme a Figura 8.

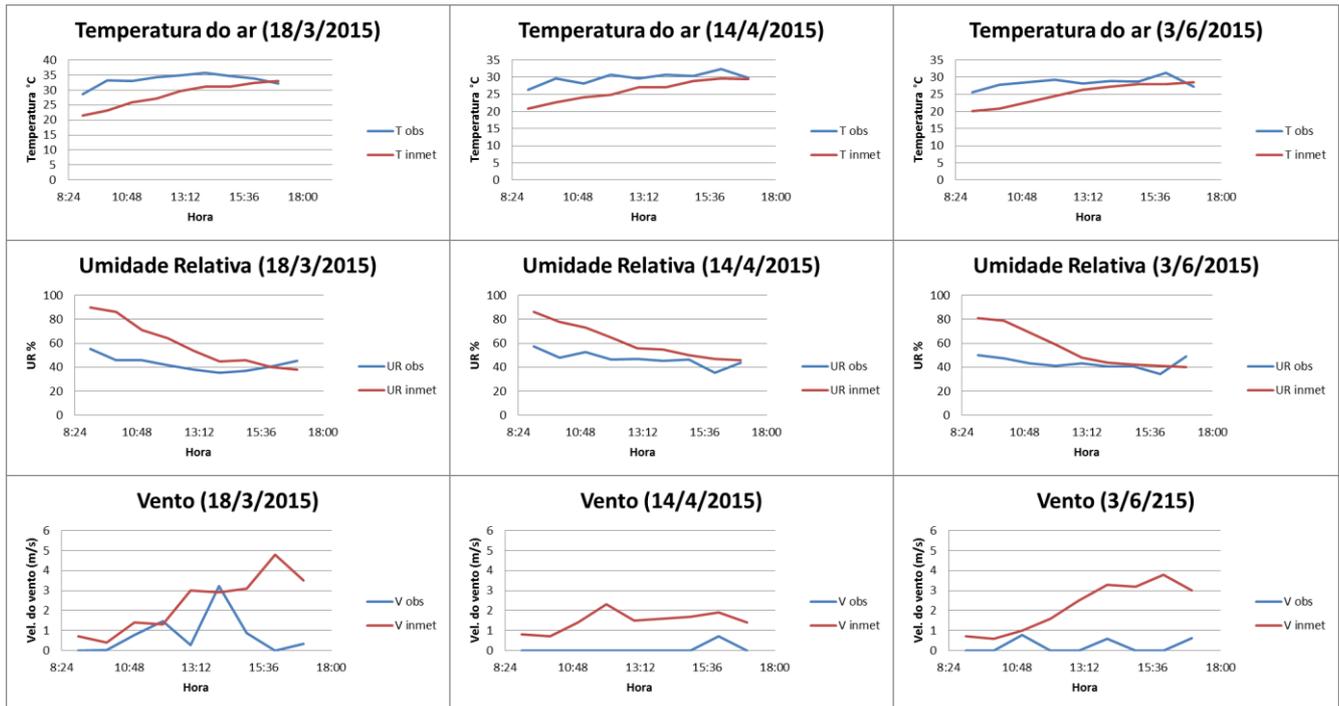


Figura 8 – Gráficos comparativos do comportamento das variáveis climatológicas coletadas na Praça da Bíblia com a estação INMET.

#### 4.1.1.2. Praça da Concha

As temperaturas coletadas em campo apresentaram valores superiores às da estação. A maior temperatura foi registrada no dia 17 de março, atingindo 39,6°C, enquanto na estação os valores não passaram de 34,5°C. A umidade relativa neste ponto sempre apresentou valores inferiores com relação à estação. Os valores da velocidade do vento na estação foram superiores. Essas diferenças podem ser observadas na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Média, desvio padrão, máximas e mínimas dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, obtidos nos pontos de coleta nos dias 17 de Março, 9 e 16 de Abril, e na estação meteorológica (controle) do município de Itapetinga, Bahia

		PRAÇA DA CONCHA					
		DIA 17/3		DIA 9/4		DIA 16/4	
		LOCAL	INMET	LOCAL	INMET	LOCAL	INMET
Temp. (°C)	MED.±DP	32.98±2.95	27.03±5.44	29.71±1.83	26.73±3.1	31.635±2.2	27.52±4.78
	MAX.	39.6	34.5	36.2	30.5	34.3	33.5
	MIN.	27.3	19.8	26.3	21.5	27.2	20.4
U.R. (%)	MED.±DP	41.13±9.25	59±22.4	48.2±6.16	58.3±17.35	43.76±9.08	59.8±21.45
	MAX.	61.2	87	61.7	88	61.7	92
	MIN.	27.1	32	35.5	42	34.4	36
Vento (m/s)	MED.±DP	0.66±0.61	1.65±0.86	1.04±0.74	2.35±1.08	0.21±0.48	1.1±0.53
	MAX.	1.9	3	2.8	3.6	0.4	2
	MIN.	0	0.7	0	0.7	0	0.4

O comportamento das variáveis coletadas pela estação apresentou maior estabilidade durante o período. Há maior oscilação das variáveis na estação. As maiores diferenças encontradas foram no período da manhã, sendo que ao final do dia as diferenças não foram significativas, conforme a Figura 9.

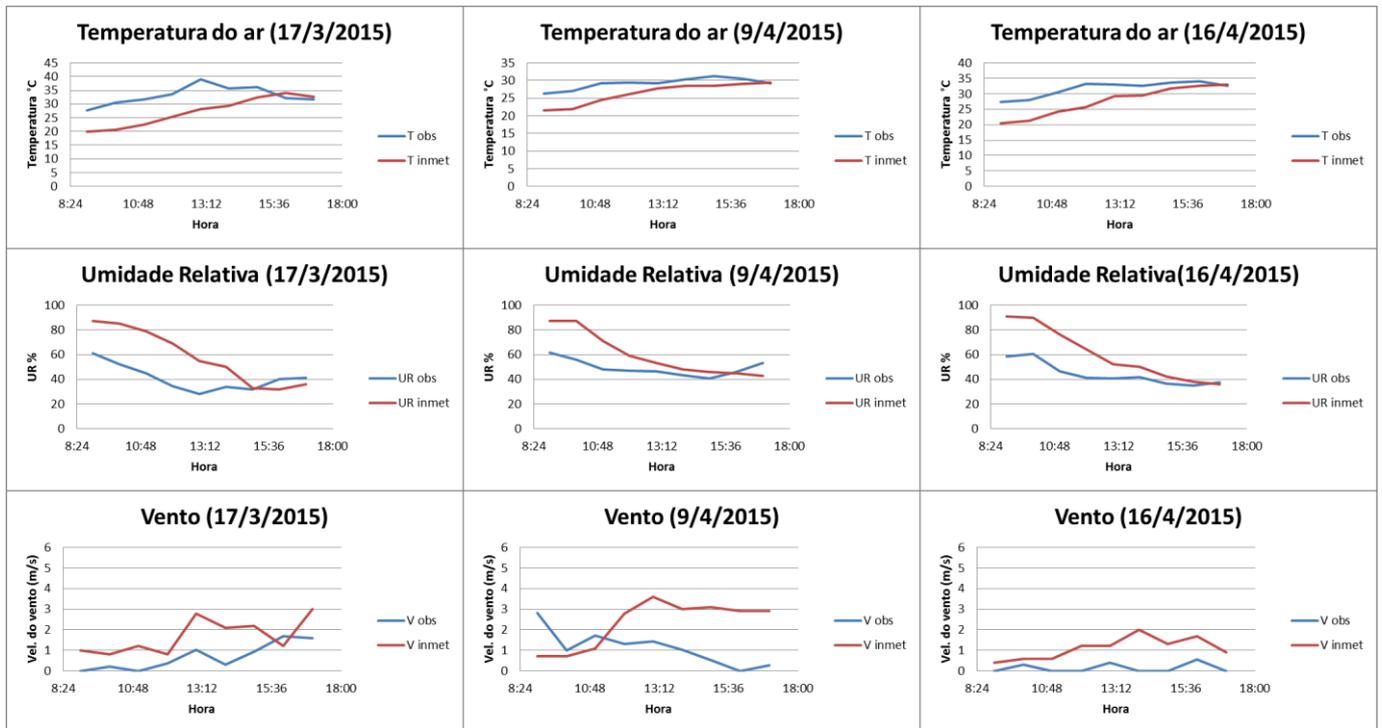


Figura 9 – Gráficos comparativos do comportamento das variáveis climatológicas coletadas na Praça da Concha com a estação INMET.

#### 4.1.1.3. Praça do Morumbi

As temperaturas coletadas em campo apresentaram valores superiores às da estação. A maior temperatura foi registrada no dia 7 de Abril, atingindo 37,8°C, enquanto na estação os valores não passaram de 34,6°C. A umidade relativa neste ponto sempre apresentou valores inferiores com relação à estação. Os valores da velocidade do vento na estação foram superiores. Essas diferenças podem ser observadas na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Média, desvio padrão, máximas e mínimas dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, obtidos nos pontos de coleta nos dias, 7 e 15 de Abril e 12 de Maio, e na estação meteorológica (controle) do município de Itapetinga, Bahia

		PRAÇA DO MORUMBI					
		DIA 7/4		DIA 15/4		DIA 12/5	
		LOCAL	INMET	LOCAL	INMET	LOCAL	INMET
Temp. (°C)	MED.±DP	31.2±3.13	27.2±2.5	29.28±1.57	26.23±3.11	30.9±2.62	27.46±4.43
	MAX.	37.8	34.6	33.6	31.2	35.1	33.4
	MIN.	26.9	24.6	26.1	21.1	25.2	20.4
U.R. (%)	MED.±DP	58.5±9.72	73.5±9.96	48±5.1	59.8±21.45	49.34±9.62	62.3±19.3
	MAX.	75.5	86	59.7	92	74.5	92
	MIN.	40.7	43	37.9	36	35.8	40
Vento (m/s)	MED.±DP	0.81±0.939	1.83±1.71	0.34±0.59	1.1±0.53	0.88±0.86	1.59±0.486
	MAX.	1.9	5.6	0.8	2	2.73	2.3
	MIN.	0	0.4	0	0.4	0	0.8

O comportamento das variáveis coletadas pela estação apresenta mais estabilidade durante o período. Foi observado maior oscilação das variáveis na estação. As maiores diferenças encontradas foram no período da manhã, sendo que ao final do dia as diferenças não foram significativas, conforme a Figura 10.

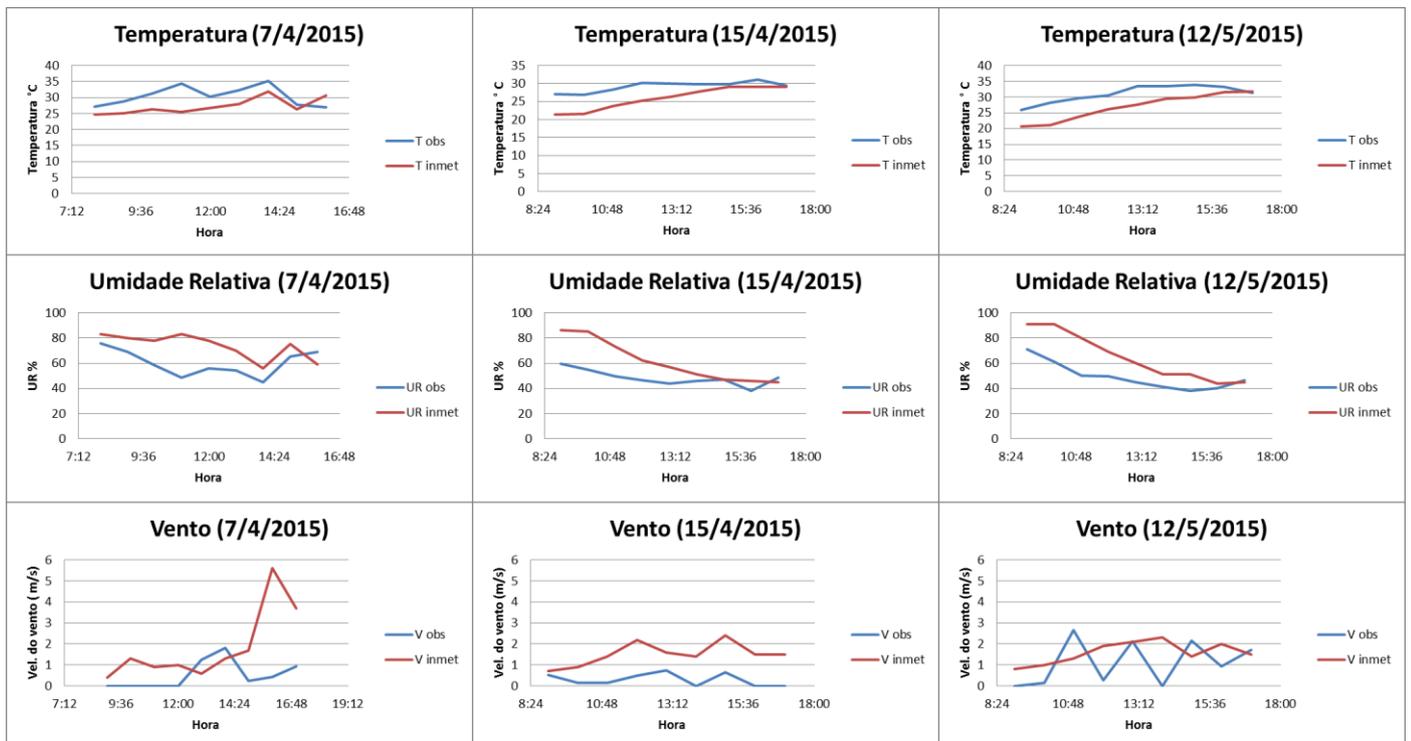


Figura 10 – Gráficos comparativos do comportamento das variáveis climatológicas coletadas na Praça do Morumbi com a estação INMET.

A prevalência das menores temperaturas ocorreu no início da manhã, com elevação destas ao longo do dia e queda ao final da tarde. Os maiores valores de temperaturas ocorreram entre 10h00 e 15h00.

As diferenças dos valores da temperatura, da umidade relativa e da velocidade do vento entre todos os pontos com relação à estação controle, podem ser explicadas pelo fato da estação estar localizada na zona periférica onde não há impermeabilização do solo nem edificações no entorno. Isso faz com que haja uma maior evapotranspiração da vegetação da área onde se encontra a estação, devido também às maiores quantidades de ventos que atinge o local, proporcionando elevada umidade relativa, conseqüentemente, menores temperaturas durante o dia.

As máximas temperaturas observadas em cada local foram as seguintes: 36,2°C, 32,3°C e 31,3, na Praça da Bíblia, 39,6°C, 36,2°C e 34,3, na Praça da Concha e 37,8°C, 33,6°C e 35,1°C na Praça do Morumbi.

Mesmo que não haja resultados suficientes para determinar qual dos espaços possui melhores condições urbanísticas que favorece a manutenção de um microclima agradável, é possível observar que, durante a semana, a Praça da Concha apresentou piores condições de temperatura e umidade, apesar de ser uma das praças mais arborizadas do município. Isso pode estar relacionado com o tipo de uso e ocupação do solo no entorno, que se caracteriza por apresentar pequenas construções, sem que haja espaços verdes entre elas.

#### **4.1.2. Radiação Solar**

Este item apresenta as médias de radiação global e ultravioleta coletados em cada ponto, Tabela 7, bem como a quantidade de radiação retida na copa das árvores, expressa através de gráficos nos próximos tópicos.

Tabela 7 - Média dos valores de radiação global e UVA/UVB (sol/sombra), obtidos nos pontos de coleta nos dias de coleta

Praça	Radiação Global (W/m <sup>2</sup> )		Radiação UV (μW/cm <sup>2</sup> )	
	copa	fora	copa	fora
<b>PB</b>				
18/mar	98.04	557.40	67.54	1499.72
14/abr	104.80	239.10	94.03	444.95
03/jun	97.08	252.51	58.91	439.76
<b>Média Geral</b>	<b>99.97</b>	<b>349.67</b>	<b>73.50</b>	<b>794.81</b>
<b>PC</b>				
17/mar	98.25	582.26	147.74	1463.87
09/abr	143.00	413.23	112.69	818.74
16/abr	131.61	723.23	99.83	1406.16
<b>Média Geral</b>	<b>124.29</b>	<b>572.91</b>	<b>120.08</b>	<b>1229.59</b>
<b>PM</b>				
07/abr	85.71	311.36	17.08	498.21
15/abr	94.80	349.18	62.19	720.67
12/mai	72.02	523.11	51.50	1079.08
<b>Média Geral</b>	<b>84.18</b>	<b>394.55</b>	<b>43.59</b>	<b>765.99</b>

Os valores da radiação solar e níveis de UVA/UVB ao sol foram sempre bem superiores aos obtidos à sombra, conforme a Tabela 7. Todo o período de coleta de dados possuíram elevados índices de radiação ultravioleta (IUV) segundo os dados da Tropospheric Emission Monitoring Internet Service (TEMIS) associada da Europe Space Agency (ESA) que monitora e divulga dados ambientais em todo globo. Para os dias citados, os valores de IUV ficaram entre 10 a 12, o que atinge carga de radiação ultravioleta considerada alta e com recomendação para exposição ao sol entre 10h00 e 16h00 por curto período.

O cálculo do índice Ultravioleta é extremamente difícil, pois envolve diversas variáveis, como por exemplo, o ângulo solar de zênite (solar zenith angle) - *sza*, a latitude geográfica, a altitude, o ozônio total, a coluna atmosférica de aerossóis, a nebulosidade, o albedo superficial, entre outros fatores, além da falta de radiômetros confiavelmente calibrados e sensíveis apenas ao UV solar (Coulson, 1975; Krzýscin, 1996).

Com relação a radiação global, verificou-se os índices mais elevados nos registros feitos ao sol, do que os obtidos a sombra, como mostram as Figuras 11, 12 e 13. Comprovando o papel amortecedor de radiação realizado pelos indivíduos arbóreos, importantes para a manutenção de microclimas mais confortáveis.

Entretanto, em vários momentos, nos três locais de coleta os valores de UVA/UVB ao sol e à sombra foram similares, isso pode ser devido à cobertura do céu no horário em que

foram feitas as medidas climáticas, pois durante este período, o tempo se encontrava bastante instável, com céu coberto de nuvens.

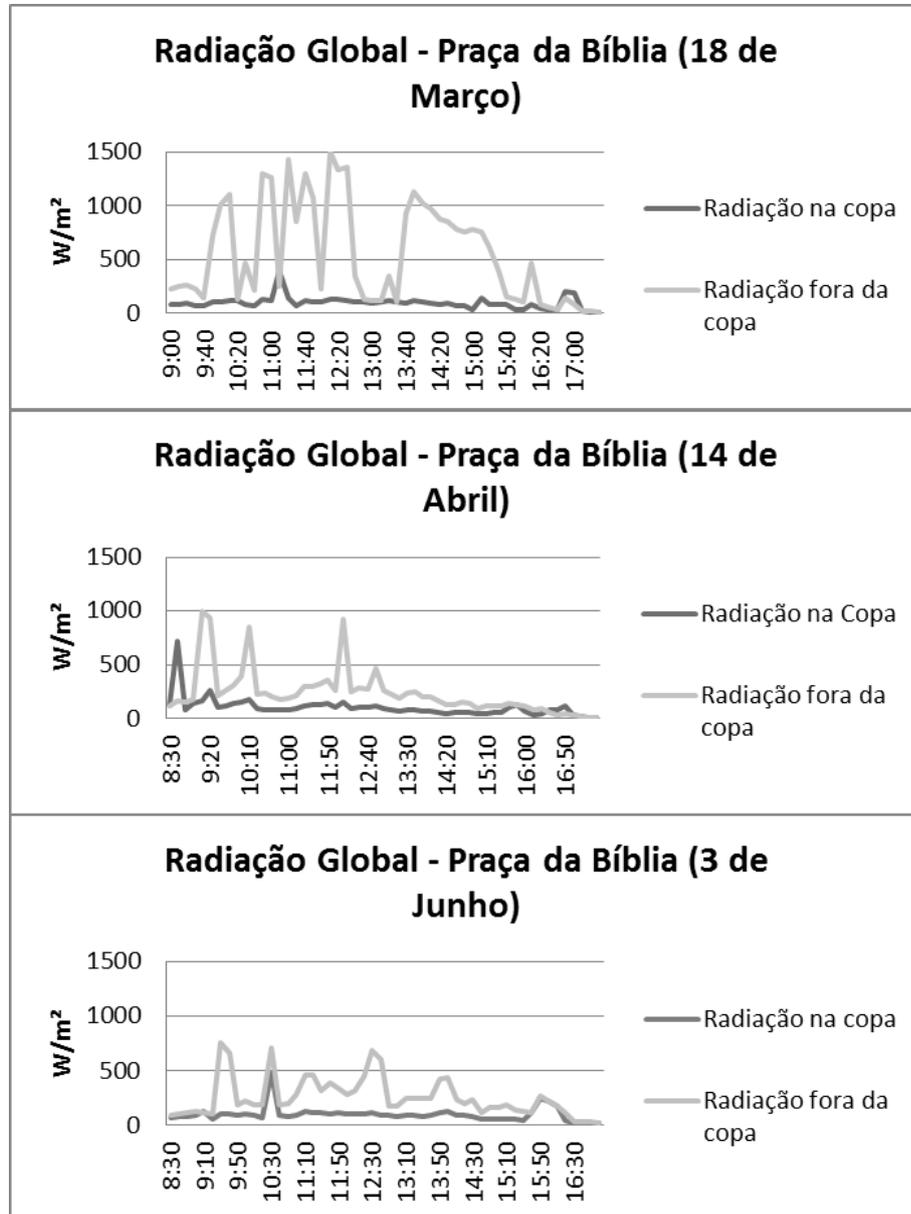


Figura 11 – Comparação dos valores de Radiação Global ao sol e à sombra na Praça da Bíblia.

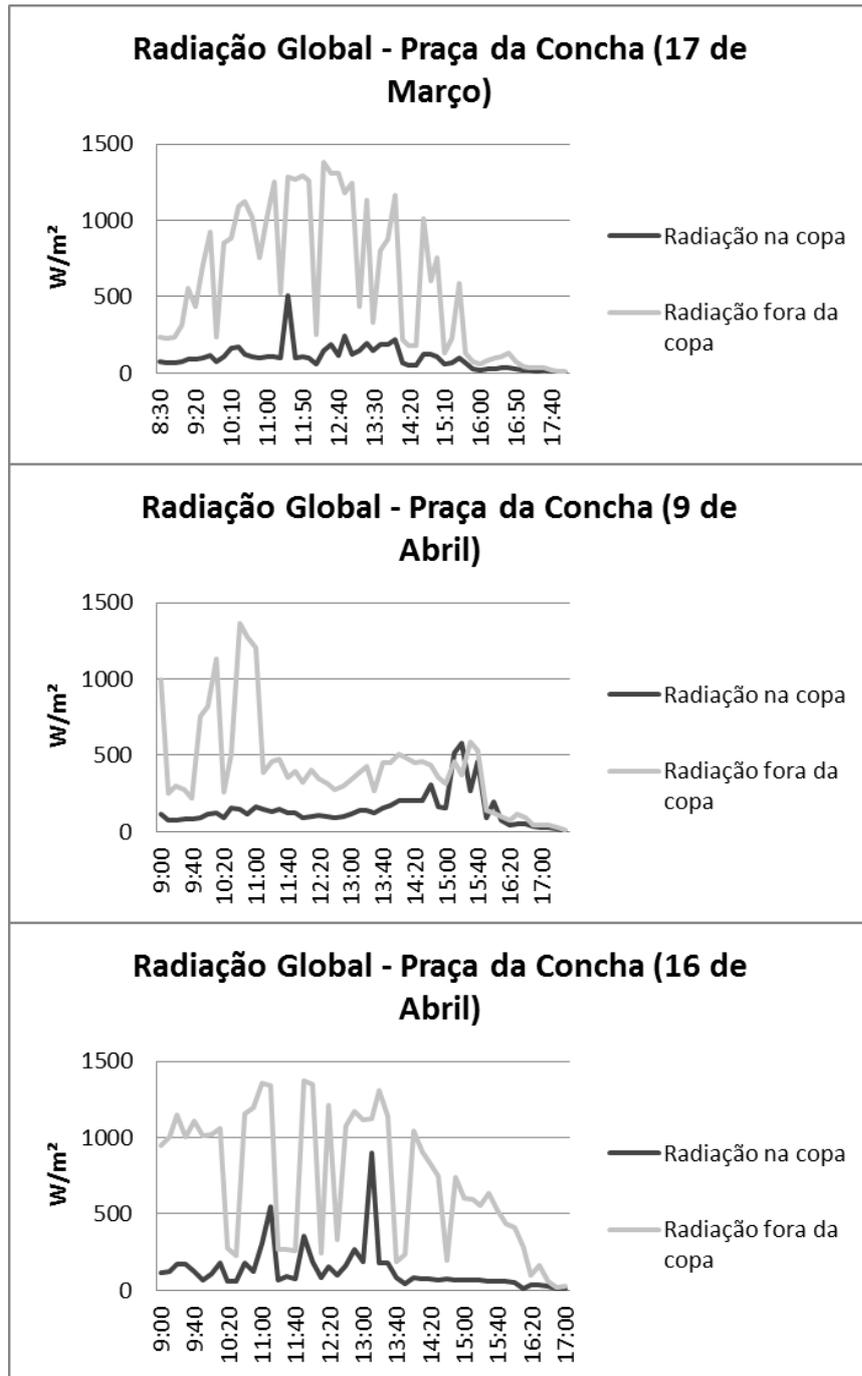


Figura 12 – Comparação dos valores de Radiação Global ao sol e à sombra na Praça da Concha.

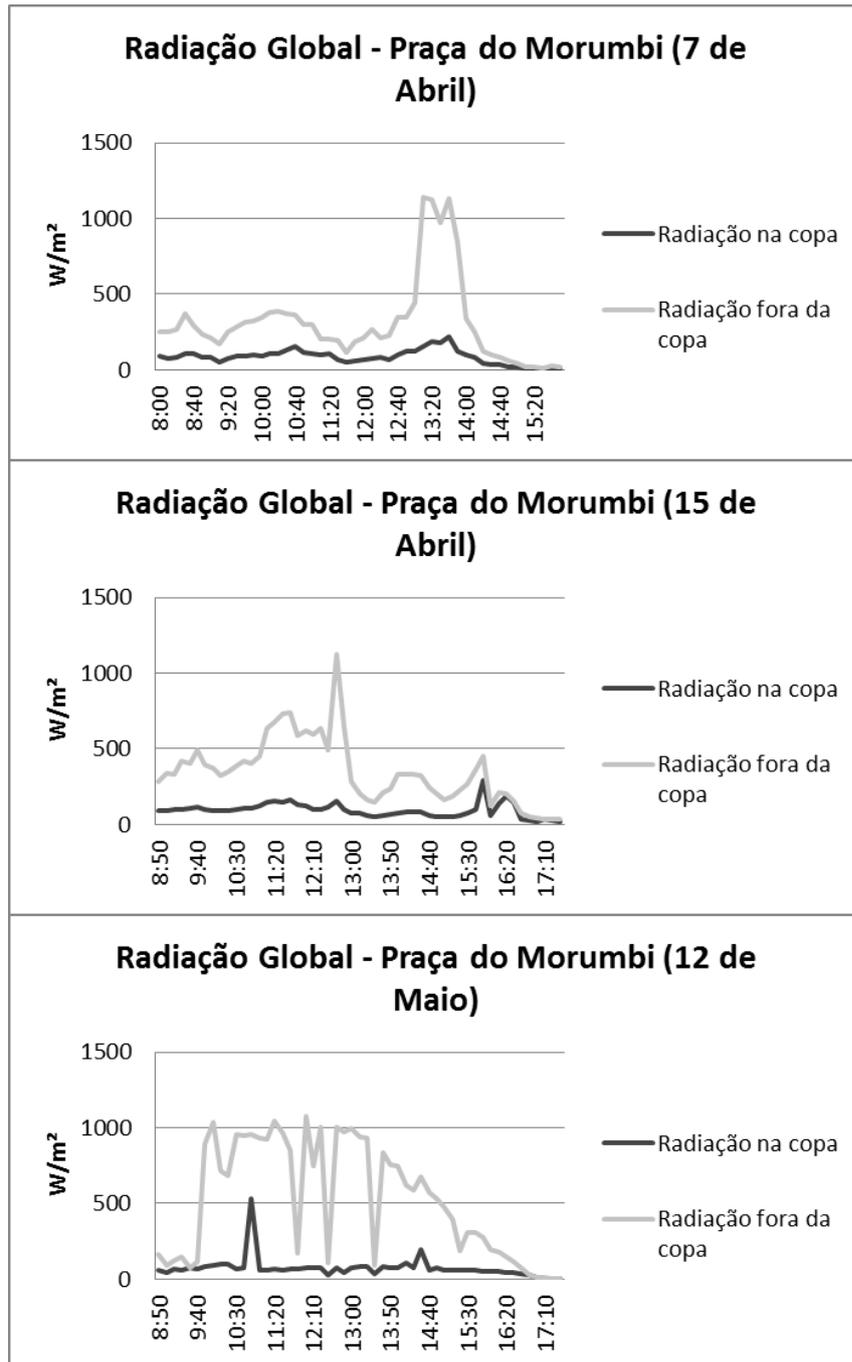


Figura 13 – Comparação dos valores de Radiação Global ao sol e à sombra na Praça do Morumbi.

### 4.1.3. Índices de Conforto Térmico: PET e PMV

Para a classificação de sensação térmica utilizou-se um valor de índice de conforto em graus Celsius, para o PET (°C) e para o PMV (adimensional). A Tabela 8 apresenta as medidas dos índices de conforto PET e PMV - média/desvio padrão, mínima e máxima – do ponto controle – medidas climatológicas fornecidas pela estação meteorológica do INMET e de cada ponto de coleta.

Tabela 8 - Média, desvio padrão, mínima e máxima dos Índices Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) e Voto Médio Estimado (PMV) de cada ponto de coleta

Praça	Dia	PMV			PET °C		
		Mín.	Med.±DP	Máx.	Mín.	Med.±DP	Máx.
<b>PB*</b>	18/mar	1.5	<b>4.1±1.94</b>	7.8	27	<b>44±12.5</b>	68.1
	14/abr	0.4	<b>1.35±0.33</b>	2	19.6	<b>23.8±1.77</b>	28.5
	03/jun	0.7	<b>1.87±0.91</b>	4.6	22.9	<b>30.1±5.83</b>	48.6
<b>PC**</b>	17/mar	1.3	<b>4.1±2.1</b>	8	26.3	<b>44.05±13.4</b>	70.6
	09/abr	1.1	<b>2.53±1.26</b>	7.4	24.5	<b>34.7±8</b>	66.8
	16/abr	0.7	<b>1.88±0.59</b>	2.6	20.4	<b>27.2±3.76</b>	32.4
<b>PM***</b>	07/abr	0.7	<b>1.85±0.73</b>	3.5	22.3	<b>29.33±4.1</b>	38.8
	15/abr	1	<b>2.48±0.84</b>	4.3	25.2	<b>34.7±5.47</b>	46.7
	12/mai	1	<b>3.43±1.57</b>	6.3	25.3	<b>40.15±10.15</b>	60

\*Praça da Bíblia \*\*Praça da Concha \*\*\*Praça do Morumbi

Com relação a estes resultados, segundo os Quadros 2 e 3, as médias diárias dos índices de PET dos pontos de coleta variaram entre 23°C (sensibilidade térmica: Levemente aquecido) e 44°C (sensibilidade térmica: Muito quente), e está inserido no grau de *estresse por calor forte*. Os índices PMV dos pontos variaram entre 1.35 (Leve sensação de calor) e 4.1 (Muito Quente), corroborando com o PET.

Os pontos PB (Praça da Bíblia) e PC (Praça da Concha) obtiveram os maiores valores de PET com 44°C, enquadrando como *muito quente*, possuindo um grau de estresse por calor *extremo* e, um valor máximo para o PMV de 4,1, estando inserido na escala de sensação térmica *muito quente*. Foram pontos coletados nos últimos dias do verão, 16 e 17 de março, o que justifica os resultados. As menores médias observadas ocorreram durante o mês de abril, na Praça do Morumbi (7 de abril) e na Praça da Bíblia (14 de abril).

As Figuras 14, 15 e 16 apresentam o comportamento dos índices PMV e PET durante os dias de trabalho nos três pontos PB, PC e PM, respectivamente.

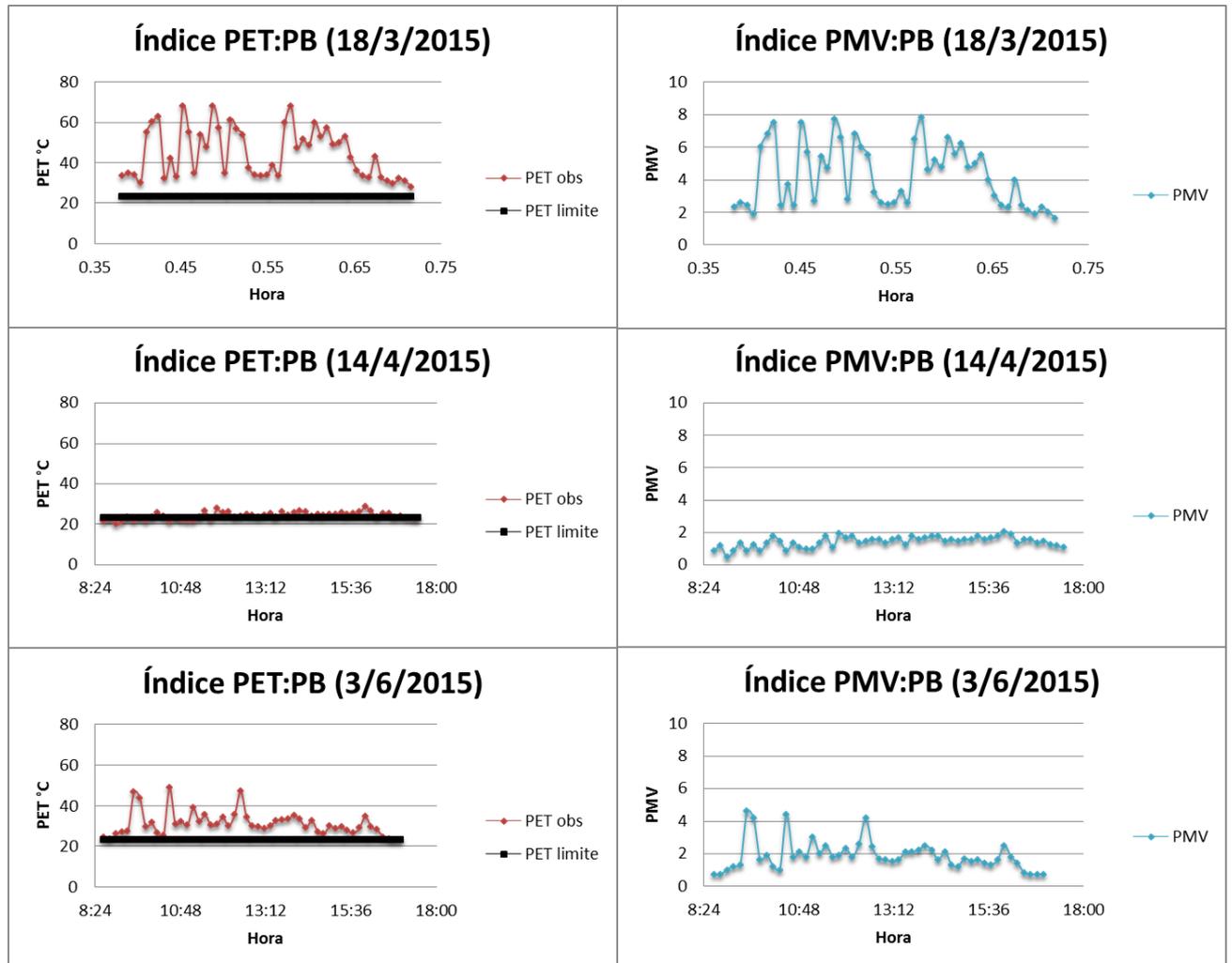


Figura 14 – Comportamento diário dos índices PMV e PET no ponto PB.

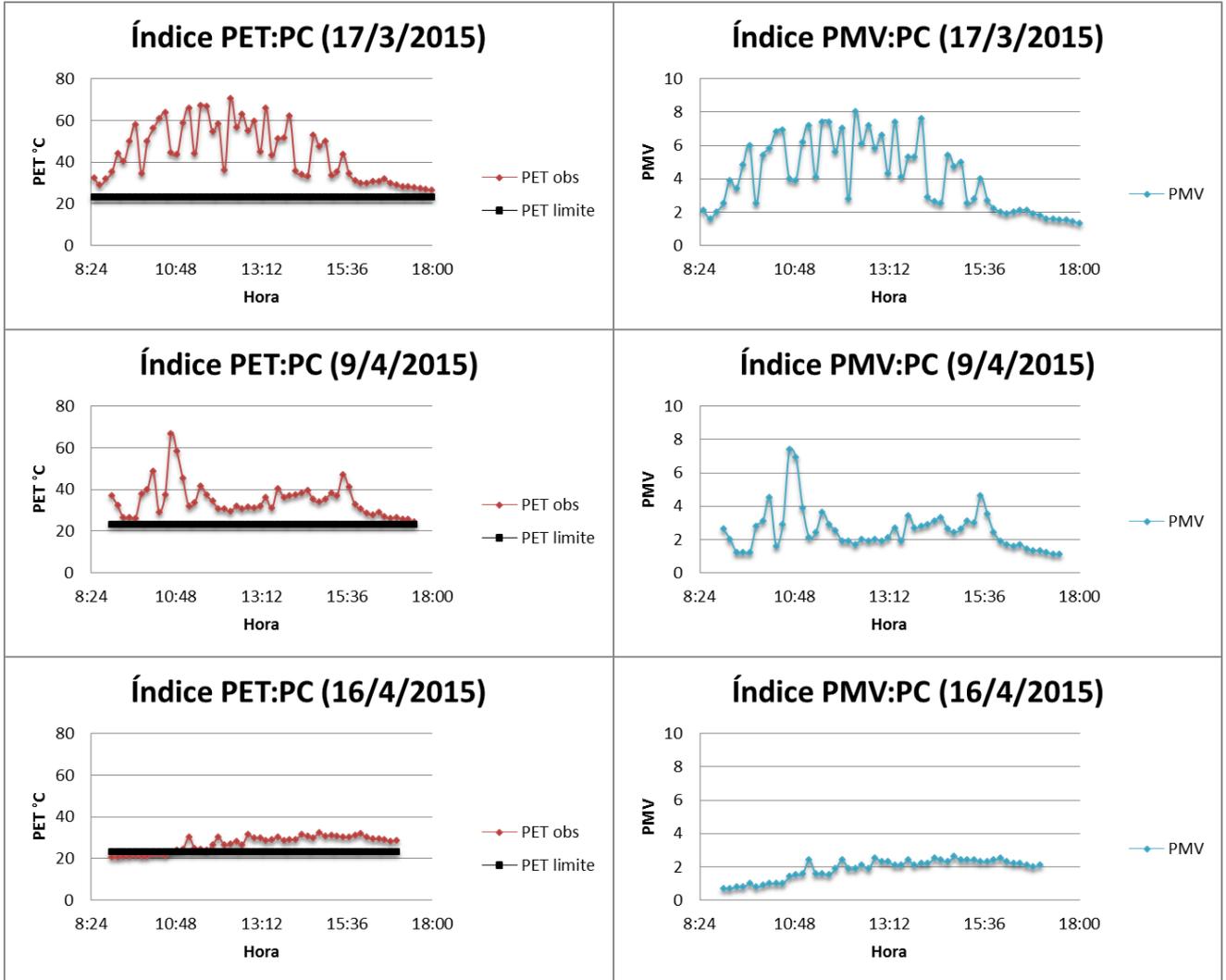


Figura 15 – Comportamento diário dos índices PMV e PET no ponto PC.

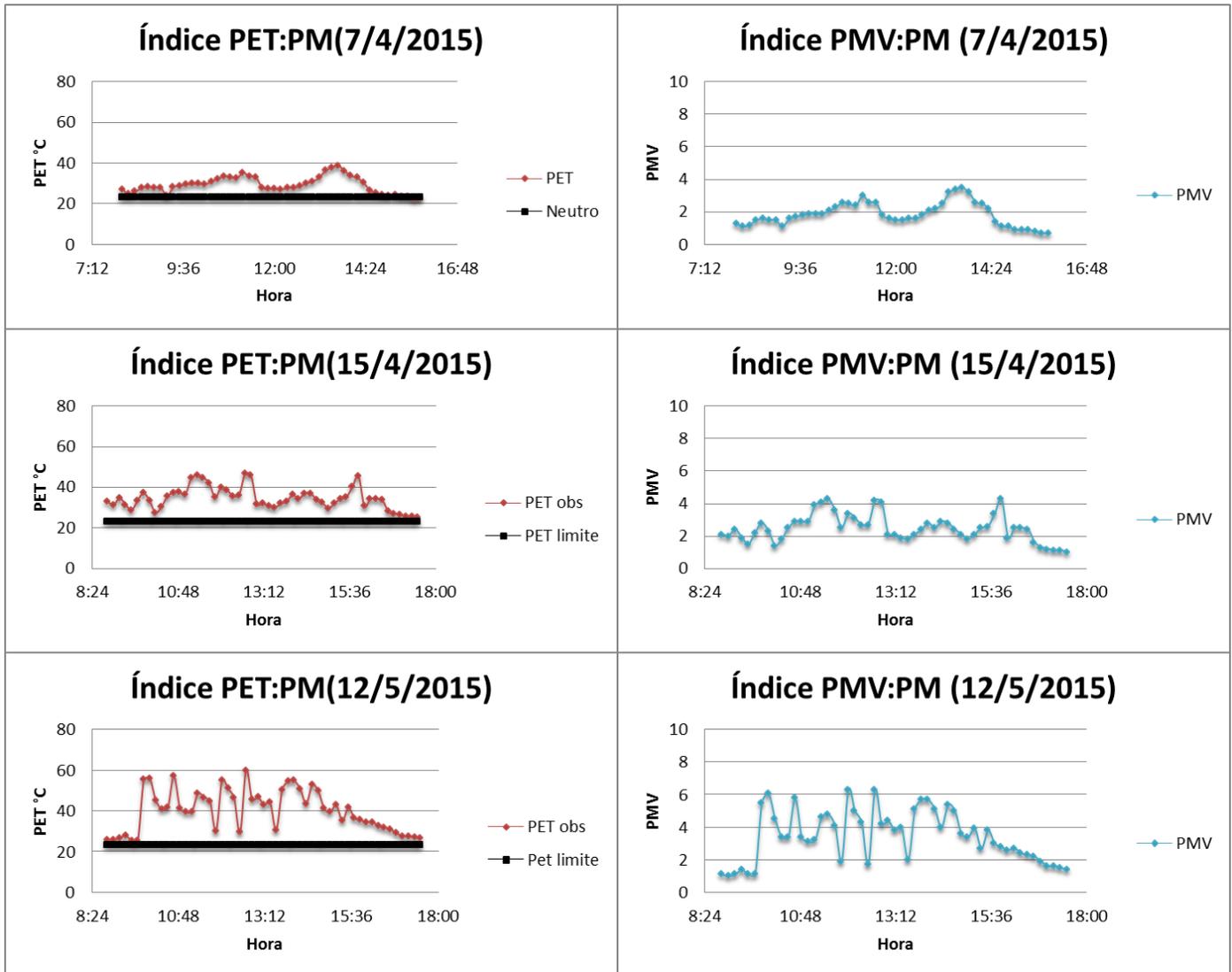


Figura 16 – Comportamento diário dos índices PMV e PET no ponto PM.

Os resultados obtidos nesta pesquisa foram baseados nos resultados obtidos em outros estudos realizados na região Nordeste.

Souza (2010), em Salvador-BA, conclui que a população desta cidade tem suas funções fisiológicas equilibradas para as faixas dos índices de conforto térmico PET entre 26 e 29°C e de 1,0 a 2,0 para o PMV. Seus limites para o estresse térmico positivo foram delimitados a partir de 34°C de PET e a partir de 3,0 de PMV para a classificação de muito calor; entre 29 e 34°C de PET e entre 2,0 e 3,0 de PMV para calor.

Kulka (2014), em Itapetinga-BA, numa análise das sensações térmicas através do PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e o PMV (Voto Médio Estimado) revelaram uma boa sensibilidade desses índices com dados reais obtidos via questionários. Tanto os valores do

índice PET quanto do PMV ficaram acima do limite superior de conforto térmico nos locais, com presença de arborização, estudados.

#### 4.1.4. Pressão Sonora

Os níveis de ruído dos espaços seguem na Tabela 9, logo abaixo.

Tabela 9 - Média, máxima e mínima dos níveis de ruído para os espaços urbanos: \*Praça da Bíblia  
\*\*Praça do Morumbi \*\*\*Praça da Concha

Níveis de ruído (dB)			
	Méd.	Max.	Min.
PB*	65.97	76.13	60.23
	65.87	75.20	57.87
	67.48	85.40	59.83
	<b>66.44</b>	<b>85.40</b>	<b>57.87</b>
PM**	61.65	72.10	52.60
	58.73	69.40	44.40
	65.13	87.93	52.27
	<b>61.84</b>	<b>87.93</b>	<b>44.40</b>
PC***	59.91	70.50	45.50
	60.02	72.07	51.87
	59.24	71.63	49.70
	<b>59.72</b>	<b>72.07</b>	<b>45.50</b>

Nota-se que os valores obtidos encontram-se entre 44 e 87dB. Segundo a OMS o limiar de incômodo para o ruído contínuo é 50 decibéis (dB), no período diurno. Portanto, valores acima deste podem causar danos a saúde humana, de acordo com o Quadro 1, apresentado no referencial teórico.

Podendo-se associar os maiores níveis de ruído na Praça da Bíblia a proximidade deste local, com o comércio e bares que utilizam sistemas de auto-falantes em seus estabelecimentos.

Na Praça do Morumbi os maiores níveis de ruído podem ser atribuídos a proximidade da rodovia com tráfego intenso de caminhões e ônibus e a presença de uma academia de ginástica próxima ao ponto de coleta que em diversos horários utiliza som em alto volume para suas atividades.

O local menos ruidoso foi a Praça da Concha caracterizado por ser um bairro familiar, apesar de neste local haver igrejas, templos, escolas e o próprio espaço público

que em diversos momentos é palco de shows e atividades ao ar livre, ocasião em que os níveis de emissão sonora devem ultrapassar os valores permitidos pela legislação.

## 5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou caracterizar a sensação térmica de praças públicas em uma região tropical. As análises exploratórias dos resultados obtidos permitem inferir que há diferenças de temperatura, umidade e velocidade do vento entre o centro e a periferia do município e que as condições climatológicas das praças são inferiores qualitativamente.

A análise realizada para a avaliação das sensações térmicas a partir da temperatura PET (temperatura fisiológica equivalente) permite grandes contribuições para o estudo de conforto de ambientes externos, podendo resultar em excelentes interpretações das condições de conforto local.

Os resultados indicam a presença de desconforto térmico diurno nas áreas estudadas, com predominância para o calor. Ressalta-se a importância de que cada local possui especificidades de microclima urbano e ao elaborar preposições, metas e indicadores para o atendimento da qualidade ambiental urbana, deve-se observar as morfologias arquitetônicas e urbanas diferenciadas e específicas de cada local.

A análise das sensações térmicas através do PET – Temperatura Fisiológica Equivalente – e o PMV – Voto Médio Estimado – revelaram que os espaços, não apresentaram condições de conforto térmico ideais durante o período da manhã.

Os valores do índice PET (Temperatura Fisiológica Equivalente), e do índice PMV (Voto Médio Estimado), ficaram acima do limite superior de conforto térmico na maior parte do dia para todos os locais. Com base nisso, estima-se que as praças, ofereçam, predominantemente, uma condição acima do limite de conforto térmico no período estudado. Por outro lado, durante o final da tarde, as praças apresentaram menores amplitudes térmicas durante o dia, e oferecem climas mais agradáveis para a prática de atividades de lazer como atividade física e leitura ao ar livre.

A criação, e manutenção, de áreas verdes são imprescindíveis para o condicionamento térmico de espaços urbanos, sendo necessária a utilização favorável do solo e do espaço urbano, com maior distanciamento entre as residências e menor impermeabilização do solo. O

manejo e a conservação das diversas espécies arbóreas, bem como o estudo de espécies vegetais que forneçam uma melhor taxa de sombreamento e de passagem de ventos deve ser incentivado para otimização dos espaços públicos e uma melhora na qualidade ambiental.

A técnica de avaliação ambiental empregada pode servir como modelo para estudos futuros, recomendando-se o aproveitamento dos dados e resultados desta pesquisa para a investigação do conforto e, auxiliar no planejamento urbano, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população no ambiente construído.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT, NBR. 15220-3: Desempenho térmico de edificações-parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. **Rio de Janeiro**, 2005.

ARAÚJO, B. C. D; CARAM, R. Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. *Ambiente & Sociedade* – Vol. IX nº. , 2006. p. 149-167.

ABREU, Loyde Vieira; LABAKI, Lucila Chebel. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. *CEP*, v. 13083, p. 852, 2010.

ALVA, Eduardo Neira. **Qualidade Ambiental Urbana**. Salvador: PPG/UFBA, 1994.

ANDRADE, H. O clima urbano-natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra: Revista portuguesa de geografia**, v. 40, n. 80, p. 67-91, 2005.

ARAÚJO, Bianca Carla Dantas; CARAM, Rosana. Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. **Ambiente & sociedade**, v. 9, n. 1, p. 149-167, 2006

ARAÚJO, V. Índices e zonas de conforto térmico. **Trabalho Programado. São Paulo: FAUUSP**, 1996.

ARNFIELD, A. John. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International journal of climatology**, v. 23, n. 1, p. 1-26, 2003.

ASSIS, Eleonora Sad. Aplicações da climatologia urbana no planejamento da cidade: revisão dos estudos brasileiros. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 7, n. 1, 2008

ASSIS, Eleonora Sad. Abordagem do Clima Urbano e Aplicações no Planejamento: Reflexões sobre uma trajetória. **VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído**, 2005.

ATKINSON, Anthony Barnes. On the measurement of poverty. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 749-764, 1987.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos; tradução de Maria Juraci Zani dos santos. 6ª edição. **Rio de Janeiro: Bertrand Brasil**, 1988.

BERTACCHI, M. L.; FARIA, J.R.G. Ilhas de calor na cidade de Bauru (SP): as diferenças de temperatura e a configuração do solo local. **VIII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído**, p. 646-652, 2005.

BERGLUND, Birgitta; LINDVALL, T. (Ed.). **Community noise**. Stockholm: Center for Sensory Research, Stockholm University and Karolinska Institute, 1999.

BRITO, Fausto; DE PINHO, Breno Aloísio T. Duarte. **A dinâmica do processo de urbanização no Brasil, 1940-2010**. CEDEPLAR/UFMG–TD 464, 2012.

BUENO, C. L.; **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas**.\_ Campinas, SP, 1998. 177 p. Dissertação (Mestrado); Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campinas, São Paulo, 1998.

CASTRO, L. L. F. L. **Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas verdes inseridas no ambiente urbano, Campinas**. 1999. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1999.

COLTRO, Eduardo Matheus; MIRANDA, G. M. Levantamento da arborização urbana pública de Irati–PR e sua influência na qualidade de vida de seus habitantes. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, v. 2, n. 01, p. 27-48, 2007.

COULSON, K. L. **Solar and terrestrial radiation: methods and measurements**. New York: Academic Press, 1975. 322 p.

DOUGLAS, Ian. **The urban environment**. 1983. Edward Arnold, London.

DUARTE, D.; SERRA, G.; Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental. *In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, VI e III.*, 2001, Águas de São Pedro, SP. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2001. CD rom.

FANGER, P.O. **Thermal comfort**. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970. 244 p.

FREIRE, T.; SHIMMELPFENG, W. Elementos Climáticos-Salvador. **Relatório PIBIC-UFBA**, 2002.

FROTA, Anesia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel, 2006.

GIRALT, Romulo Plentz. **Conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Torres-RS**. 2006.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998.

HANDBOOK, ASHRAE. fundamentals, ASHRAE. **Atlanta**, 1993.

HÖPPE, P. The Physiological Equivalent Temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, Dordrecht, v. 43, p. 71-75, 1999.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>, acesso em 22 de abril de 2013, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities, ISO 7726. Genebra, 1996, 39p.

\_\_\_\_\_. Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort, ISO 7730, Genebra, 2005.

JENDRITZKY G.; SCHIRMER H.; MENZ G.; SCHMIDT-KESSEN W. Methode zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). **Beiträge Akad Raumforschung Landesplanung Hannover**, 114, p. 7-69, 1990.

KATZCHNER, L. et al. The use of urban climatological data for aspects of town planning in notheast Portugal. 15. In: ° **International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology**. 1999.

KRZÝSCIN, J. UV controlling factors and trends derived from the ground-based measurements taken at Belsk, Poland, 1976-1994. **Journal of Geophysical Research.**, v. 101, n. D11, p. 16797-16805, 1996.

KULKA, Daniele Duarte. Conforto térmico em áreas verdes urbanas no município de Itapetinga, Bahia, 2014.

KUTLLER, W. (1988) – Spatial and temporal structures of the urban climate – a survey. In K. GREFEN and J. LOBEL – Environmental Meteorology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 305-344).

LABAKI, Lucila Chebel et al. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo. **CEP**, v. 13084, p. 971, 2012.

LANDSBERG, Helmut E. **The urban climate**. Academic press, New York, 1981.

LAWRENCE, R.J. (2003) – Human ecology and its applications. *Landscape and Urban Planning* 65 (1-2): 31-40.

LAY, Maria Cristina Dias; REIS, Antonio Tarcisio da Luz. Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. **Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Vol. 5, n. 2 (abr./jun. 2005), p. 21-36, 2005.

LIN, TP.; MATZARAKIS, A.; HWANG, RL. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. **Building and Environment**, Oxford, v. 45, p. 213-221, 2010.

LOMBARDO, M. A. Ilha de Calor nas Metr p les – o exemplo de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 244p. 1985.

LOWRY, William P. Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis. **Journal of Applied Meteorology**, v. 16, n. 2, p. 129-135, 1977.

MASCAR , L.J. Incid ncia das variáveis projetivas e de constru o no consumo energ tico dos edifícios. Sagra-DC Luzzatto Editores, 1992.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. G. Applications of a Universal Thermal Index: physiological equivalent temperature. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 43, p. 76-84, 1999.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. 2006: modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 23, 2006, Gen ve. **Proceedings...** Gen ve: Universit  de Gen ve, v. 2, p. 449-453, 2006.

MAYER, Helmut; H PPE, Peter. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 38, n. 1, p. 43-49, 1987.

NERY, Jussana; ANDRADE, Telma; MOURA, Tereza. Conforto térmico em Salvador: o  ndice PET e sua abordagem projetual. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 7, n. 1, 2008.

NEWMAN, Peter; KENWORTHY, Jeffrey. **Sustainability and cities: overcoming automobile dependence**. Island Press, 1999.

OKE, Tim R. Street design and urban canopy layer climate. **Energy and buildings**, v. 11, n. 1, p. 103-113, 1988.

DE OLIVEIRA, Nelma Gusmão. De capital da pecuária ao sonho de p lo calçadista: a constitui o da estrutura urbana de Itapetinga, BA. **Cadernos PPG-AU/UFBA**, v. 1, n. 1, 2007.

OLIVEIRA, P. A Cidade Apropriada ao Clima: a forma urbana como instrumento do clima urbano. **Brasília: Universidade de Brasília**, 1987.

OLIVER, John E.; FAIRBRIDGE, Rhodes Whitmore. **The encyclopedia of climatology**. Van Nostrand Reinhold, 1987.

PEREIRA, Iraci Miranda; ASSIS, Eleonora Sad. Avalia o de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitet nico bioclimático. **Ambiente construído**, v. 10, n. 1, p. 31-51, 2010.

PEZZUTO, Claudia Cotrim. **Avalia o do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos: Estudo de caso em Campinas, SP**. 2007. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas, Campinas.

QUINHONES LEVY, João; BEAUMONT, Jacques. **Indicador Global de Ruído.**

REIS, Antônio Tarcísio da Luz; LAY, Maria Cristina Dias. Avaliação da Qualidade de Projetos: uma abordagem perceptiva e cognitiva. **Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, RS. Vol. 6, n. 3 (jul./set. 2006), p. 21-34, 2006.**

RIVEIRO, J. M.; HERNANDO, A. Structural relaxation of Co-P amorphous alloys. **Physical Review B**, v. 32, n. 8, p. 5102, 1985.

ROSSI, Francine Aidie; KRÜGER, Eduardo Leite; BRÖDE, Peter. Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. **CEP**, v. 81531, p. 970, 2012.

RUDOFISKY, Bernard. **Architecture without architects: a short introduction to non-pedigreed architecture.** UNM Press, 1964.

SANTAMOURIS, Matheos; ASIMAKOPOULOS, Dimosthénis. **Passive cooling of buildings.** Earthscan, 1996.

SATTLER, Rolf. Process morphology: structural dynamics in development and evolution. **Canadian Journal of Botany**, v. 70, n. 4, p. 708-714, 1992

SHAMS, Juliana Cristina Augusto; GIACOMELI, Daniele Cristina; SUCOMINE, Nivia Maria. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **REVSBAU, Piracicaba-SP**, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009.

SOUZA, S. H. M. Avaliação do desempenho térmico nos microclimas das praças: **Piedade e Visconde de Cayrú, Salvador/BA.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador, UFBA, 2010.