



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

**A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO ÍNDICE DE
CONFORTO TÉRMICO EM PRAÇAS DE DIFERENTES
CONFIGURAÇÕES MORFOLÓGICAS NA CIDADE DE
SANTARÉM-PA**

JABERT DINIZ JÚNIOR

**Santarém – Pará
Fevereiro, 2012**

JABERT DINIZ JÚNIOR

**A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO ÍNDICE DE
CONFORTO TÉRMICO EM PRAÇAS DE DIFERENTES
CONFIGURAÇÕES MORFOLÓGICAS NA CIDADE DE
SANTARÉM-PA**

ORIENTADOR: DR. ANTONIO CARLOS LÔLA DA COSTA
CO-ORIENTADOR: DR. MANOEL ROBERVAL PIMENTEL SANTOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais da Amazônia, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia.

Área de concentração: Interação Biosfera-Atmosfera

**Santarém – Pará
Fevereiro, 2012**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Gestão da Informação – SIGI/UFOPA**

- D585i Diniz Júnior, Jabert
A influência da vegetação no índice de conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém-PA / Jabert Diniz Júnior. – Santarém, 2012.
71 f.: il; 30 cm.
Inclui bibliografias.
- Orientador Antonio Carlos Lôla da Costa; Coorientador Manoel Roberval Pimentel Santos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Santarém, 2012.
1. Climatologia. 2. Conforto térmico - índice. 3. Vegetação. 4. Praças – Santarém (PA). I. Costa, Antonio Carlos Lôla da, orient. II. Título.

CDD: 21 ed. 551.6

A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO EM PRAÇAS DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES MORFOLÓGICAS NA CIDADE DE SANTARÉM-PA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Recursos Naturais da Amazônia, Área de concentração: Interação Biosfera-Atmosfera. Aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Naturais da Amazônia, nível de mestrado, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, em 17 de fevereiro de 2012.

Apresentada à Comissão Examinadora, integrada pelos Professores:

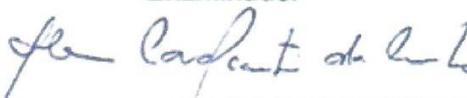


Profa. Dra. ROSA HELENA VERAS MOURÃO (UFOPA)
Examinador



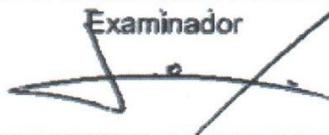
Prof. Dr. SÉRGIO PACHECO (UFV)

Examinador



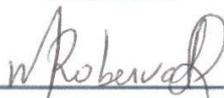
Prof. Dr. ALAN CAVALCANTI DA CUNHA (UNIFAP)

Examinador



Prof. Dr. ANTÔNIO CARLOS LÔLA DA COSTA (UFPA)

Orientador



Prof. Dr. MANOEL ROBERVAL PIMENTEL SANTOS (UFOPA)

Co-orientador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus idolatrados pais Jabert e Eliete, à minha amada esposa Cristiane e aos meus adorados filhos Fernanda e Luiz Fernando.

AGRADECIMENTOS

De forma especial, agradeço ao professor Antônio Carlo Lôla da Costa, pela disposição em me orientar e pela amizade que, por conta disso, viemos a desenvolver e por quem sempre terei enorme admiração pela sua determinação e competência como docente e pesquisador. Agradeço pela confiança depositada e amizade.

Ao professor Manoel Roberval Pimentel, por sua co-orientação, na ausência do orientador.

Ao professor Luiz Carlos Rabelo Vieira, quem muito me ajudou nas questões estatísticas, metodológicas e outras. Pela amizade e disposição sempre que precisei.

Aos colegas que auxiliaram na aplicação dos questionários com os usuários das Praças: Simone, Cristiane, Luiz Carlos, Bruno, Demerson, Marly, Euclides, Will, Ervana, Pâmela e Yara.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia, pelo ensinamento que todos se empenharam em nos transmitir com segurança e dedicação.

Aos colegas da turma de Mestrado, em especial aos grandes amigos Euclides, Josué, Miércio, Jonas, Fábio, Will, Paulo Uchoa, os quais sempre deram uma força nos momentos difíceis.

À Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, pela liberação para o desenvolvimento dessas atividades.

E a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram nesta conquista, nesse caso representada pelo Professor Enilson, que sempre insistiu na minha trajetória acadêmica.

DINIZ JÚNIOR, Jabert. **A influência da vegetação no índice de conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém-PA. 2012.** 107p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Interação Biosfera-Atmosfera - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2012.

RESUMO

A temática conforto térmico que, no princípio, focava seus estudos em ambientes fechados, hoje é objeto de várias pesquisas em espaços livres, embora o seu estudo seja complexo devido à interferência de grande quantidade de variáveis. O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a influência da vegetação no índice de conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém - PA. Foram medidas a temperatura e a umidade relativa do ar simultaneamente em três praças da cidade, em dois períodos do ano, sendo um chuvoso e outro menos chuvoso da região. Os sensores, protegidos por abrigos adequados, foram instalados nas praças, sendo um com exposição direta ao sol e outro à sombra de árvores previamente definidas, à exceção da Praça do Cais de Arrimo, na qual um instrumento ficou sob a sombra de um telhado. Os instrumentos utilizados foram *microloggers*, marca HOBO, modelo U10, os quais registraram os dados durante cinco dias em cada fase experimental, 24 horas por dia. Os dados foram descarregados no *software HOBOWare Lite*, versão 2.7.3.1 e, posteriormente, exportados para o *Microsoft Office Excel*®, versão 2010. Para a estatística inferencial, utilizou-se o aplicativo *Bioestat*® 5.0. Foi adotado o Índice de Temperatura-Umididade de Thom (1959) para estimar a faixa de conforto térmico dos ambientes pesquisados. Além disso, foram aplicados questionários aos usuários nos locais de coleta de dados, com o objetivo de avaliar a percepção térmica subjetiva nestes espaços. Na comparação interpraças, a Praça do Parque, a com o melhor perfil de vegetação, apresentou os melhores resultados nas duas fases, com valores de temperatura e do Índice de Temperatura-Umididade menores, sobretudo à sombra. Na comparação intrapraças, os melhores resultados foram obtidos nos instrumentos à sombra de vegetação. Verificou-se, no entanto, que houve pouca relação entre o Índice de Temperatura-Umididade e a percepção térmica subjetiva, indicando que outros fatores interferiram na opinião dos usuários das praças. Notou-se que a temperatura é a variável que mais influenciou no Índice de Temperatura-Umididade. Sazonalmente, foram constatadas diferenças significativas nas variáveis medidas e no Índice de Temperatura-Umididade. Conclui-se que houve influência da vegetação no índice de conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém-PA.

Palavras-chave: Vegetação; Conforto térmico; Praça; Santarém – PA.

DINIZ JÚNIOR, Jabert. **The influence of vegetation on thermal comfort index in squares of different morphological configurations in the city of Santarém-PA. 2012.** 107p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Interação Biosfera-Atmosfera - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2011.

ABSTRACT

At the beginning the thermal comfort, focused its studies on indoors, today it is subject to several researches on free spaces, although its study is complex due to the interference of great amount of variables. The present work had as its overall objective to evaluate the influence of vegetation on thermal comfort index in squares of different morphological settings in the city of Santarém (PA). It were measured temperature and humidity simultaneously in three squares of the city, in two periods of the year, being a rainy and another less rainy in the region. The sensors, protected by suitable shelters were installed in squares, being one with direct exposure to Sun and other previously defined in the shadow of trees, with the exception of the *Cais de Arrimo* square, in which an instrument came under the shadow of a roof. The instruments used were *microloggers*, HOBO U10 model, brand, which recorded data for five days in each experimental phase, twenty-four hours for day. The data was unloaded in *HOBOWare software Lite*, 2.7.3.1 version, and later exported to *Microsoft Office Excel*®, 2010 version. For an inferential statistic, it was used the application *Bioestat*® 5.0 . It was adopted the index of Temperature-humidity of Thom (1959) for estimating thermal comfort range of searched environments. In addition, questionnaires were applied to users in the local of data collections, with the objective of assessing the subjective thermal perception in these spaces. In comparison, intersquares, the square of the park with the best profile of vegetation, presented the best results in two phases, with less values of temperature and temperature-humidity index, mainly due to the shadow. In comparison intrasquares, the best results were obtained on the instruments in the shade of vegetation. However, it was found that there was little relationship between the index of Temperature-humidity and thermal perception subjective, indicating that other factors interfered in the opinion of the users of the squares. It was noted that the temperature is the variable that most influenced temperature-humidity index. Seasonally, significant differences were found in the variables and measures of Temperature-humidity index. It is concluded that there was influence of vegetation on thermal comfort index in squares of different morphological settings in the city of Santarém (PA).

Keywords: Vegetation; Thermal comfort; Square; Santarém – PA

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1. Revisão bibliográfica	15
1.1.1. Clima	15
1.1.2. Ilha de calor urbana	16
1.1.3. Conforto térmico	18
1.1.4. Variáveis ambientais do conforto térmico	19
1.1.5. Variáveis pessoais do conforto térmico	21
1.1.6. Conforto térmico em espaços livres	22
1.1.7. A importância da vegetação no conforto térmico	23
1.1.8. Índices de conforto térmico	25
1.1.9. A cidade e o clima	27
1.1.10. As praças e a vegetação	29
1.1.11. O mobiliário urbano das praças	29
1.2. Justificativa	31
1.3. Objetivos	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1. Área de estudo: características e localização de Santarém	33
2.2. Características climáticas da Região	35
2.3. Seleção dos locais para a pesquisa	36
2.3.1. Praça Barão de Santarém	37
2.3.1.1. Características e mobiliários urbanos	37
2.3.2. Praça do Parque	38
2.3.2.1. Características e mobiliários urbanos	39
2.3.3. Praça do Cais de Arrimo	39
2.3.3.1. Características e mobiliários urbanos	40
2.4. Coleta de dados	41
2.4.1. Instrumentos e procedimentos para as medições	

	micrometeorológicos	41
2.5.	Avaliação do conforto térmico	43
2.6.	Questionários	44
2.7.	Participantes do estudo	45
2.8.	Tratamento e análise dos dados	46
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.1.	Características da ocupação do solo em torno das praças	47
3.2.	Primeira fase experimental	47
3.2.1.	Temperatura e umidade relativa média horária	47
3.2.2.	Valores médios diários da temperatura do ar	49
3.2.3.	Valores médios diários da umidade relativa do ar	50
3.2.4.	Análise estatística das diferenças termohigrométricas interpraças ..	51
3.2.5.	Análise estatística das diferenças termohigrométricas intrapraças ..	52
3.2.6.	Índice de Temperatura – Umidade (ITU)	54
3.2.6.1.	Valores médios horários do Índice de Temperatura – Umidade	54
3.2.6.2.	Valores médios diários do Índice de Temperatura – Umidade	55
3.2.6.3.	Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura– Umidade interpraças	56
3.2.6.4.	Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura– Umidade intrapraças	57
3.2.6.5.	Influencia da temperatura e umidade relativa no Índice de Temperatura – Umidade	59
3.2.7.	Perfil dos usuários das Praças na primeira fase experimental	61
3.2.8.	Percepção térmica subjetiva dos usuários das praças	63
3.2.9.	Relação entre o Índice de Temperatura–Umidade e a percepção térmica subjetiva	67
3.3.	Segunda fase experimental	73
3.3.1.	Temperatura e umidade relativa média horária	73
3.3.2.	Valores médios diários da temperatura do ar	74
3.3.3.	Valores médios diários da umidade relativa do ar	75
3.3.4.	Análise estatística das diferenças termohigrométricas interpraças ..	76
3.3.5.	Análise estatística das diferenças termohigrométricas intrapraças ..	77
3.3.6.	Índice de Temperatura–Umidade (ITU)	80

3.3.6.1.	Valores médios horários do Índice de Temperatura – Umidade	80
3.3.6.2.	Valores médios diários do Índice de Temperatura-Umidade	80
3.3.6.3.	Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura– Umidade interpraças	81
3.3.6.4.	Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura– Umidade intrapraças	82
3.3.6.5.	Influencia da temperatura e umidade relativa no Índice de Temperatura- Umidade	84
3.3.7.	Perfil dos usuários das praças na segunda fase experimental	86
3.3.8.	Percepção térmica subjetiva dos usuários das praças	88
3.3.9.	Relação entre o Índice de Temperatura – Umidade e a percepção térmica subjetiva	91
3.10.	Sazonalidade	94
4.	CONCLUSÃO	99
5.	REFERÊNCIAS	101
APÊNDICE 01	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 -	Dados climatológicos da região de Santarém, período: 1991 – 2010	35
Tabela 2.2 -	Faixa de desconforto térmico baseado no modelo de Thom (1959)	44
Tabela 3.1 -	Distribuição (%) da vegetação, calçamento e água em torno dos locais da pesquisa	47
Tabela 3.2 -	Valores médios diários da temperatura do ar - Fase I	50
Tabela 3.3 -	Valores médios diários da umidade relativa do ar - Fase I	51
Tabela 3.4 -	Diferenças termohigrométricas interpraças - Fase I	52
Tabela 3.5 -	Valores médios do Índice de Temperatura-Umidade (ITU) - Fase I	56
Tabela 3.6 -	Diferença interpraças do Índice de Temperatura-Umidade (ITU) - Fase I	57
Tabela 3.7 -	Frequência relativa do perfil dos usuários das praças - Fase I ..	62
Tabela 3.8 -	Faixa de desconforto térmico baseado no modelo de Thom (1959), adaptada para estimação da percepção térmica subjetiva	67
Tabela 3.9 -	Valores médios diários da temperatura do ar - Fase II	75
Tabela 3.10 -	Valores médios diários da umidade relativa do ar - Fase II	76
Tabela 3.11 -	Diferenças termohigrométricas interpraças - Fase II	77
Tabela 3.12 -	Valores médios diários do Índice de Temperatura-Umidade (ITU) - Fase II	81
Tabela 3.13 -	Diferença interpraças do Índice de Temperatura-Umidade (ITU) - Fase II	82
Tabela 3.14 -	Frequencia relativa do perfil dos usuários das praças - Fase II	87
Tabela 3.15 -	Análise comparativa das variáveis quanto à sazonalidade	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 -	Perfil clássico da ilha de calor de grandes centros urbanos	18
Figura 1.2 -	Efeito regulador da vegetação	24
Figura 1.3 -	Efeito da vegetação nas temperaturas superficiais	25
Figura 2.1 -	Localização de Santarém	33
Figura 2.2 -	Divisão da zona urbana de Santarém	34
Figura 2.3 -	Localização das três praças selecionadas	36
Figura 2.4 -	Praça Barão de Santarém	37
Figura 2.5 -	Mobiliários da Praça Barão de Santarém	38
Figura 2.6 -	Praça do Parque	38
Figura 2.7 -	Mobiliários da Praça do Parque	39
Figura 2.8 -	Praça do Cais de Arrimo	40
Figura 2.9 -	Mobiliários da Praça do Cais de Arrimo	40
Figura 2.10 -	Equipamento utilizado na pesquisa	41
Figura 2.11 -	Praça Barão de Santarém (instrumentos instalados)	41
Figura 2.12 -	Praça do Parque (instrumentos instalados)	42
Figura 2.13 -	Praça do Cais de Arrimo (instrumentos instalados)	42
Figura 3.1 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar das três praças	48
Figura 3.2 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da Praça Barão de Santarém	53
Figura 3.3 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da Praça do Parque	53
Figura 3.4 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da Praça Cais de Arrimo	54
Figura 3.5 -	Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade das três praças	55
Figura 3.6 -	Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade da Praça Barão de Santarém	57
Figura 3.7 -	Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade da Praça do Parque	58
Figura 3.8 -	Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade	

	da Praça do Cais de Arrimo	59
Figura 3.9 -	Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase I	63
Figura 3.10 -	Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase I	64
Figura 3.11 -	Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Parque - Fase I	65
Figura 3.12 -	Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça do Parque	65
Figura 3.13 -	Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Cais de Arrimo - Fase I	66
Figura 3.14 -	Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça do Cais de Arrimo - Fase I	67
Figura 3.15 -	Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça Barão de Santarém	68
Figura 3.16 -	Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Parque	69
Figura 3.17 -	Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Cais de Arrimo	70
Figura 3.18 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar das três praças	74
Figura 3.19 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da Praça Barão de Santarém	78
Figura 3.20 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da Praça do Parque	78
Figura 3.21 -	Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da Praça Cais de Arrimo	79
Figura 3.22 -	Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade das três praças	80
Figura 3.23 -	Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade da Praça Barão de Santarém	82
Figura 3.24 -	Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade da Praça do Parque	83

Figura 3.25 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade da Praça do Cais de Arrimo	84
Figura 3.26 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase II	88
Figura 3.27 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase II	89
Figura 3.28 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Parque - Fase II	89
Figura 3.29 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça do Parque - Fase II	90
Figura 3.30 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Cais de Arrimo - Fase II	90
Figura 3.31 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça do Cais de Arrimo - Fase II	91
Figura 3.32 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça Barão de Santarém	92
Figura 3.33 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Parque	93
Figura 3.34 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Cais de Arrimo	93

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os primeiros registros de estudos sobre o conforto térmico visavam à necessidade de condicionamento de ambientes fechados para um melhor rendimento das atividades humanas, em especial as atividades laborais. Posteriormente, a busca de estratégias bioclimáticas para o melhoramento da eficiência energética das edificações e a preocupação com a qualidade dos espaços livres públicos vieram a desencadear maior interesse no conforto térmico em espaços abertos (Monteiro; Alucci, 2010; Dacanal *et al.*, 2010).

Dacanal *et al.*, (2010) afirmam, entretanto, que é muito difícil estabelecer parâmetros para o conforto térmico em espaços abertos, devido às oscilações das variáveis climáticas e à variabilidade na composição dos espaços, o que dificulta o estabelecimento de réplicas para a realização de experimentos de campo.

As condições ambientais influenciam o conforto térmico, mas estas vêm sofrendo significativas alterações, ameaçadas pelo processo de urbanização como a impermeabilização do solo e, mais especificamente, pela escassez cada vez maior de vegetação. A deficiência de vegetação, aliada aos materiais utilizados sem planejamento adequado, tem alterado consideravelmente o clima dos ambientes urbanos em função da incidência direta da radiação solar nas superfícies construídas (PAULA, 2004).

Coltro e Miranda (2007) reforçam que os elementos climáticos, como intensidade de radiação solar, temperatura, umidade relativa, precipitação e circulação do ar, entre outros, são afetados pelo processo de artificialização do meio urbano, como as características de sua superfície, a ausência de vegetação, a poluição do ar e as características dos materiais de edificação.

O elemento vegetação aparece como parte importante do projeto urbano, reconhecendo-se sua relevância na alteração das condições microclimáticas e, conseqüentemente, no desempenho térmico das construções, além da influência positiva no conforto térmico (Dacanal *et al.*, 2010). Isto porque árvores e outros vegetais interceptam, refletem, absorvem e transmitem radiação solar, melhorando a temperatura do ar no ambiente urbano (Coltro e Miranda, 2007).

Segundo Montenegro (2005), os espaços livres de uso público, como as praças e os parques, são componentes fundamentais à paisagem urbana, já que a vitalidade das cidades deve-se, em parte, à qualidade desses espaços.

Dos elementos que compõem os espaços livres de uso público, as praças possuem grande importância, pois além da capacidade que possuem de poder diminuir os efeitos da ilha de calor nas cidades, podem criar um microclima favorável às atividades do homem, além de apresentarem uma função social bastante significativa (Romero, 2000).

Na maioria das vezes, o uso das praças depende da sua qualidade térmica, assim como o mobiliário urbano, também, pode contribuir para a sua maior ou menor utilização, uma vez que, por ser construído com distintos materiais, ele pode promover o exercício de diferentes atividades e, com a localização deste nas praças, em áreas termicamente confortáveis, pode potencializar o seu uso em determinados períodos do dia (Cavalcante, 2007).

1.1. Revisão Bibliográfica

1.1.1. Clima

Da década de 1960 até meados dos anos 1970 os estudos do clima visavam investigar a atmosfera urbana, especialmente a problemática da concentração de poluentes nas cidades, promovendo uma série de estudos e pesquisas. Nesse mesmo período, vários problemas de qualidade ambiental nas metrópoles no Brasil suscitaram estudos climáticos, tendo como foco cidades de pequeno, médio e grande portes, sendo a maioria da região Centro-Sul. Somente nos anos 1990 outras regiões do território nacional iniciaram investigações similares (Pezzuto, 2007).

Estudos sobre o clima envolvem diversos fatores geomorfológicos e espaciais (Romero, 2000), os quais podem ser analisados em três níveis: macroclima, mesoclima e microclima, onde o primeiro diz respeito à situação média de longo

prazo que ocorre independentemente da topografia, da vegetação e do tipo de solo (Pillar, 1995).

As informações macroclimáticas, obtidas nas estações meteorológicas, apresentam o clima geral de uma região, fornecendo detalhes dos elementos climáticos tais como: insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade e ventos (Almeida, 2006). Estes são considerados dinâmicos, já que se modificam a cada momento, de acordo com as diferentes combinações entre si (Carvalho, 2001).

Os fatores climáticos, como relevo, latitude, altitude, distância ou proximidade do mar, posição geográfica e vegetação, são estáticos e interferem no clima em um grau de intensidade inferior ao macroclima, ou seja, em nível de mesoclima (Carvalho, 2001) que, segundo Pillar (1995), é uma variante local do macroclima, consequência da interferência da topografia ou da intervenção humana.

São exemplos dessas variações a diferença de umidade relativa, efeito do tipo de exposição solar em encostas e as ilhas de calor em cidades. Porém, quando a escala do estudo torna-se local, a topografia, a superfície do solo e a vegetação passam a ser relevantes nas alterações dos aspectos ambientais do microclima urbano (Carvalho, 2001).

O microclima se verifica em áreas mais restritas (cidade, bairro, rua etc.) e é influenciado pela topografia, vegetação e superfície do solo natural ou construído. Está relacionado às variações que ocorrem próximo à superfície do solo (Romero, 2000).

1.1.2. Ilha de calor urbana

Toda a configuração urbana construída por materiais artificiais contribui na formação dos microclimas diferenciados no contexto da cidade. Deste modo quanto maior a área artificial, como concreto, asfalto e pavimentação, em detrimento da cobertura vegetal, maiores serão os ganhos de calor da massa erguida. Além disso, maior será a emissividade de energia para o espaço urbano, o que contribui para o aumento de temperaturas, desenvolvimento da ilha de calor e, conseqüentemente, causando maior desconforto para o homem (Silva, 2009).

O aumento da temperatura do ar no ambiente urbano em comparação com a área rural que o cerca é uma das mais significantes alterações meteorológicas provocadas pelo processo de urbanização, caracterizando o fenômeno da ilha de calor urbana (Oliveira *et al.*, 2006). Este fenômeno caracteriza-se pela temperatura do ar mais elevada no centro da cidade em relação à periferia, devido às propriedades físicas dos materiais utilizados na construção, assim como à ausência cada vez maior de áreas verdes (Amorim, 2005; Trentini e Rocha, 2008).

As ilhas de calor são o resultado de vários fatores físicos, sendo alguns independentes da vontade humana como a velocidade dos ventos regionais. Porém, a ação do homem, também, é um fator preponderante na formação destes microclimas, como a utilização dos vários materiais na construção das cidades, dentre estes o asfalto, pedra, tijolo, que absorvem radiação solar no período diurno, liberando-a durante a noite, o que provoca aumento de temperatura do ar neste período (Cavalcante, 2007).

A ilha de calor urbana é o reflexo de mudanças microclimáticas em consequência de modificações da superfície urbana promovida pelo homem (Costa e Matos, 1998). O parâmetro considerado mais importante que a caracteriza é sua intensidade ou magnitude, que na maioria das vezes evolui perante a diferença máxima observada, em um momento determinado, entre a temperatura de um ponto da cidade, intensamente modificado, e outro em seu entorno rural (Amorim, 2005).

O aumento da temperatura do ar nas cidades, em relação ao seu ambiente rural não edificado, é gerado por alterações das características térmicas das superfícies, ou seja, pela substituição de áreas verdes por áreas edificadas e pavimentadas e esse diferencial térmico entre a cidade e o campo é conhecido como o efeito da “ilha de calor urbana”. Deste modo, a ilha de calor é uma das mais acentuadas modificações atmosféricas atribuídas ao processo de urbanização (Costa, 1998). A figura 1.1 mostra o perfil clássico da ilha de calor característica de grandes centros urbanos.

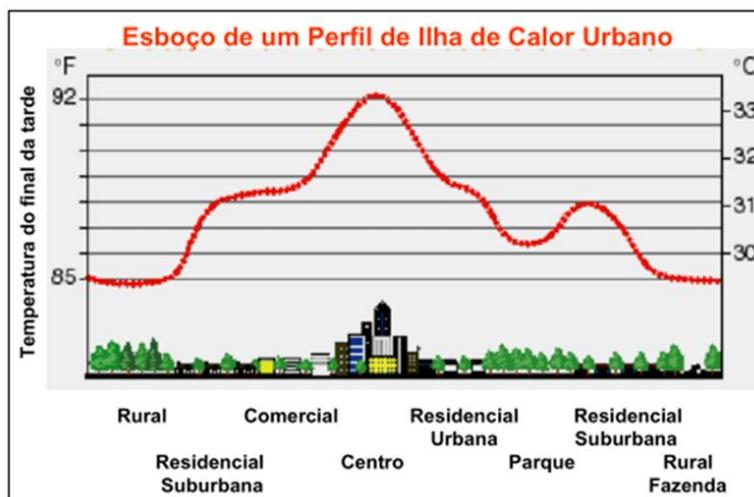


Figura 1.1 – Perfil clássico da ilha de calor de grandes centros urbanos.

Fonte: Adaptado de Oke (1974) apud Almeida, (2006).

A intensidade da ilha de calor também está vinculada ao tamanho da cidade e sua população. Cidades mais populosas sofrem maiores efeitos da ilha de calor, não sendo este fator, entretanto, suficiente para explicar esse fenômeno físico. A configuração das ruas e das construções nas áreas urbanas centrais tem grande influência na intensidade da ilha de calor e esse aumento do calor na cidade cria um microclima próprio, modificando a circulação dos ventos, a umidade do ar e até os índices pluviométricos, já que as partículas lançadas na atmosfera pelos carros e indústrias promovem um aumento da quantidade de nuvens e, conseqüentemente, de chuvas. Os materiais impermeáveis como asfalto e concreto fazem a água da chuva evaporar do solo rapidamente (Paula, 2004).

1.1.3. Conforto térmico

As exigências humanas sobre conforto térmico estão ligadas ao complexo funcionamento de seu organismo, cujo mecanismo pode ser comparado a uma máquina térmica que produz calor segundo sua atividade. O organismo adquire energia através do metabolismo. Porém, somente cerca de 20% dessa energia são transformadas em potencialidade de trabalho (Frota e Schiffer, 2001).

Do ponto de vista da termodinâmica, a “máquina humana” tem um rendimento muito baixo, pois a maior parte, cerca de 80% da energia adquirida, se transforma

em calor que deve ser dissipado para que o organismo seja mantido em equilíbrio (McArdle *et al.* 2003; Williams, 2002).

Para manter esse equilíbrio térmico, denominado homeotermia, o homem precisa liberar calor em quantidade suficiente para que sua temperatura interna se mantenha na ordem de 37°C (Williams, 2002). O calor deixa o corpo pelos mecanismos físicos da radiação, condução, convecção e ainda por vaporização da água a partir da pele e das vias respiratórias (Pollock e Wilmore, 1993).

Em condições ótimas, o esfriamento evaporativo com transpiração máxima é responsável por uma perda de calor de aproximadamente 18 Kcal/min (McArdle *et al.* 2003). E, segundo Frota e Schiffer (2001), quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço, a sensação do indivíduo é de conforto térmico e sua capacidade de trabalho, desse ponto de vista, é máxima.

As condições de conforto térmico modificam-se com as condições ambientais, e estas podem proporcionar sensações diferentes em habitantes de clima quente e úmido de habitantes de clima quente e seco, assim como de habitantes de regiões de clima temperado ou frio (Frota e Schiffer, 2001). Ainda, a sensação térmica que o corpo humano sente é, invariavelmente, afetada por outros fatores além da temperatura do ar que controlam o conforto térmico do corpo humano, sendo a umidade relativa do ar, o vento e a radiação solar (Williams, 2002).

1.1.4. Variáveis ambientais do conforto térmico

Das variáveis ambientais que estão relacionadas ao conforto térmico, as principais são a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a velocidade do ar e a temperatura radiante média (Cavalcante, 2007).

A temperatura do ar, variável ambiental mais conhecida e de mais fácil medição, tem relação com a quantidade de energia absorvida pela atmosfera e é consequência de um complexo balanço energético, onde a energia incidente e o coeficiente de absorção da superfície receptora, a condutividade e a capacidade térmica do solo, determinam a transmissão do calor por condução e as perdas por evaporação, convecção e radiação. Esses fatores determinam a influência da configuração urbana no comportamento da temperatura, já que as características

dos materiais constituintes do meio urbano têm grande papel na recepção, absorção e transmissão do calor (Almeida, 2006).

A temperatura é produto, em sua maior parte, dos ganhos térmicos solares do local quando a velocidade do ar é baixa em razão de, nestes casos, a radiação solar que alcança a superfície terrestre ser recebida de forma distinta, em função do tipo de solo e da vegetação, da topografia e da altitude. É importante ressaltar que para temperaturas iguais, a sensação de conforto térmico pode ser desigual em consequência de variáveis como o vento e a umidade relativa do ar (Giralt, 2006).

A umidade corresponde, por sua vez, à quantidade de vapor d'água encontrada no ar atmosférico em um determinado instante e pode ser expressa em valor absoluto e valor relativo. A umidade é relativa ao ponto de saturação de vapor de água na atmosfera, em média 4% que, ao alcançar esse valor, tem-se certamente precipitação, ou seja, chuva (Giralt, 2006).

As variações da umidade relativa ocorrem nas diferentes horas do dia e épocas do ano, mesmo com a pressão de vapor constante. São provocadas pelas mudanças diurnas e anuais da temperatura do ar, a qual determina a capacidade potencial do ar em conter determinada quantidade de vapor d'água na atmosfera, que se origina da evaporação natural da água, da evapotranspiração dos vegetais e de outros processos menos significantes (Almeida, 2006).

O nível de umidade relativa do ar interfere nas condições climáticas locais quanto à amplitude das temperaturas diárias, o que permite dizer que, quanto mais úmido for o ar, menor é a diferença entre suas temperaturas extremas (mínima e máxima). Como a umidade tem relação direta com a quantidade de vapor d'água presente no ar, as partículas em suspensão possuem maior poder de absorver o calor solar e se aquecerem, que funcionam como uma barreira da radiação solar de dia e do calor dissipado no período noturno (Cavalcante, 2007). Dessa forma, Lambers e Xavier (2002) consideram os valores entre 30% e 70% uma faixa satisfatória para o conforto térmico.

1.1.5. Variáveis pessoais do conforto térmico

O conforto térmico, no entanto, está diretamente relacionado ao equilíbrio térmico do corpo humano, e este é influenciado por variáveis ambientais e pessoais (McArdle *et al.* 2003), sendo impossível se projetar um ambiente em que todos os indivíduos sintam-se termicamente confortáveis, pois, em função das características pessoais, sempre haverá os que estarão insatisfeitos, sendo possível, no entanto, mencionar espaços que sejam aceitos como termicamente confortáveis por uma maioria de pessoas (Lamberts e Xavier, 2002; Ruas, 2001).

As condições térmicas dos espaços influenciam o seu uso, porém, a adaptação psicológica, a possibilidade de escolha, os estímulos ambientais, a experiência térmica, a memória e as expectativas têm grande influência no conforto térmico em ambientes externos (Dacanal *et al.* 2010).

A sensação de conforto térmico está relacionada com o esforço realizado pelo organismo para manter o equilíbrio térmico e as variáveis individuais são determinantes neste processo, pois dependendo do ambiente, as reações no organismo irão modificar o comportamento do corpo, promovendo vasodilatação para permitir maior dissipação do calor via circulação sanguínea superficial, ou vasoconstrição, invertendo o processo (Ruas, 2001).

Dentre as variáveis pessoais que interferem na sensação térmica podem ser citados sexo e a idade dos indivíduos. A taxa metabólica é maior no sexo masculino que no feminino, pois nas mulheres, a energia é cerca de 5% a 10% mais baixa do que nos homens, por predominar mais gordura que músculos, e estes são metabolicamente mais ativos que a gordura. Também, o efeito da taxa metabólica é maior em crianças do que em pessoas com idade superior, o que leva pessoas de maior idade normalmente preferirem temperaturas mais elevadas (McArdle *et al.* 2003).

Em situações de estresse térmico provocado pelo calor, a superfície corporal exposta ao meio ambiente representa uma condição favorável para perda de calor, por facilitar o processo de evaporação (Marins, 1998). Para conservar o equilíbrio da temperatura do corpo, o homem ainda faz uso de seus conhecimentos empíricos, como é o caso das roupas, usadas com o intuito de manter a temperatura corpórea dentro dos limites de conforto (Giralt, 2006).

A vestimenta funciona, portanto, como isolante térmico que mantém uma camada de ar mais ou menos aquecido, próximo ao corpo, segundo seja mais ou menos isolante, conforme seu ajuste ao corpo e à porção de corpo que cobre (Costa, 2007).

A aclimatação é a capacidade que o homem tem de se adaptar a um meio diferente do seu habitat e a um conjunto de condições climáticas não familiares. Num aspecto amplo, significa um ajuste em todas as fases do novo ambiente físico e cultural. Nesse contexto, a temperatura é o elemento de maior significância na aclimatação (Costa, 2007).

Por causa dessa capacidade humana de adaptação fisiológica, uma pessoa aclimatada com as condições ambientais, com seus processos endócrinos ajustados, apresenta menos tensões ou disfunções fisiológicas do que uma pessoa ainda não aclimatada (Lamberts e Xavier, 2002).

1.1.6. Conforto térmico em espaços livres

Dissertar sobre o conceito de conforto térmico sugere basicamente em definir índices em que o ser humano se sinta confortável em decorrência de condições térmicas aprazíveis ao corpo (Gomes e Amorim, 2003). Muitos estudos, então, têm sido realizados sobre o ambiente construído face à necessidade de se estabelecer condições adequadas do conforto nos ambientes de trabalho, mas também em ambientes usados para o descanso e lazer, uma vez que, notadamente, sabe-se que ambientes confortáveis são necessários para a saúde física e mental (Bartholomei, 2003).

As características do clima e os elementos da forma urbana são os principais condicionantes da interferência na utilização dos espaços livres, uma vez que o seu desempenho térmico implica tanto no uso como no desenvolvimento de atividades de usuários destes locais (Giralt, 2006). As pesquisas a respeito do conforto térmico nos espaços livres confirmam a importância destes logradouros, nos quais as situações deparadas são extremamente complexas comparadas aos espaços internos, pois, além dos fatores metabólicos, a vestimenta, a radiação solar e outras variáveis ambientais, a atividade praticada e suas respostas fisiológicas e ainda os

fatores psicológicos como a expectativa, preferências e aceitabilidade, interferem na sensação de conforto térmico (Cavalcante, 2007).

No ambiente externo, a radiação solar é certamente a maior fonte para o ganho de calor radiante e um dos principais fatores para o aumento das temperaturas urbanas. Este calor imposto ao corpo humano pode alterar sua condição de conforto térmico, interferindo no desempenho das suas atividades, sendo importante o controle da incidência da radiação solar nos espaços livres com o intuito de melhorar a qualidade térmica destes locais com a utilização da vegetação (Cavalcante, 2007).

1.1.7. A importância da vegetação no conforto térmico

As áreas verdes podem apresentar muitos benefícios ao ambiente urbano, por meio da vegetação, seu elemento estruturador que, pelo processo da fotossíntese, ajuda na umidificação do ar através do vapor d'água que é liberado, contribuindo de forma significativa no estabelecimento dos microclimas (Barbosa, 2010).

A vegetação, segundo Gomes e Amorim (2003), é um importante componente regulador da temperatura urbana, por ter grande capacidade de absorver a radiação solar que é utilizada nos seus processos biológicos: fotossíntese e transpiração. Auxilia, de acordo com Romero (2000), na diminuição da temperatura do ar, absorve energia, favorece a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico, processo essencial à renovação do ar.

A vegetação tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, pois atua como um filtro das radiações absorvidas pelo solo e pelas superfícies construídas, já que grande parte da energia absorvida pelas folhas é utilizada no seu processo metabólico, amenizando a emissão da radiação intensa incidente nas folhas, sob as árvores (Romero, 2000), conforme pode ser observado na figura 1.2,

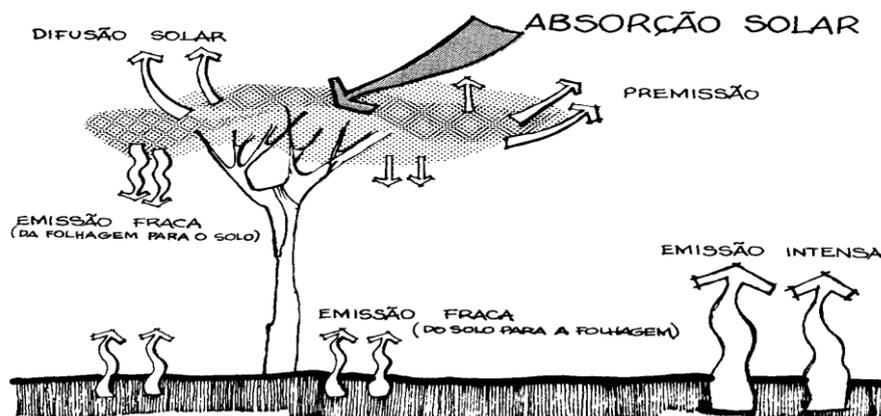


Figura 1.2 – Efeito regulador da vegetação.

Fonte: Adaptação de Izard/Guyot (1980) apud Romero (2000).

Dentre os benefícios da vegetação associada ao desenho urbano, Dacanal *et al.* (2010), em estudo sobre o papel dos fragmentos florestais urbanos no conforto térmico na cidade de Campinas-SP, concluíram que a vegetação densa e estratificada é capaz de atenuar a temperatura do ar, interceptar a radiação solar e manter a velocidade do ar em baixa amplitude, caracterizando ventos leves na Escala Beaufort.

Silva (2009) assegura que a densidade da folhagem tem relação direta com o sombreamento proporcionado pelas árvores, pois, em função disso, a sombra projetada poderá ser densa, média ou rala e que a maior parte da radiação incidente na vegetação é absorvida pelas folhas, que têm um alto coeficiente de absorção de radiação solar e baixa reflexão.

A vegetação possibilita a redução da temperatura do ar por meio do sombreamento com espécies arbóreas, reduzindo a carga térmica recebida pelos edifícios, veículos e pedestres. Porém, esses benefícios ocorrem mais intensamente no ambiente imediatamente próximo à cobertura vegetal, o que ressalta a importância de maior quantidade de áreas verdes no ambiente urbano (Cavalcante, 2007).

Como observado na figura 1.3, solos com as mesmas características apresentam temperaturas superficiais diferentes - menores à sombra da árvore. Por outro lado, as características diferentes dos solos também promovem temperaturas superficiais diferentes, como se pode notar a menor temperatura sobre a grama.

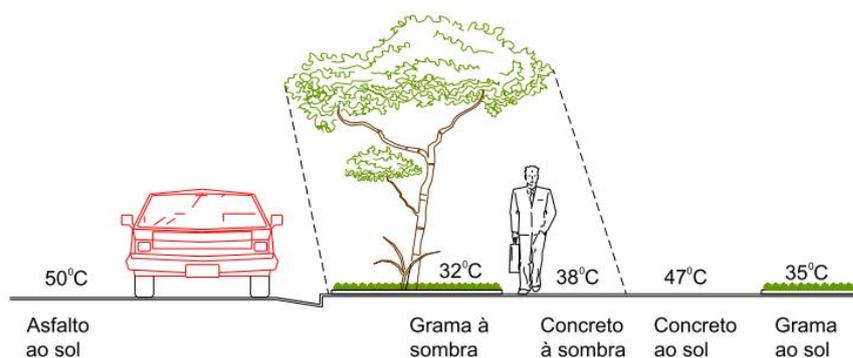


Figura 1.3 – Efeito da vegetação nas temperaturas superficiais

Fonte: Adaptação de Rivero (1985) apud Cavalcante (2007).

Por essa razão, Romero (2000) assegura que um espaço gramado é capaz de absorver maior quantidade de radiação solar e irradiar menor quantidade de calor que qualquer superfície construída, já que grande parte da energia absorvida pelas folhas é empregada no seu processo metabólico, ao contrário de outros materiais que transformam em calor toda a energia absorvida.

Além de todas estas vantagens diretas, a vegetação atua beneficentemente na sensação de bem-estar e na qualidade de vida daqueles que desfrutam do ambiente coberto por espécies vegetais, notando-se que os efeitos positivos da vegetação passam a ser cada vez mais desejados no contexto urbano. Com o crescimento das cidades, os ambientes anteriormente naturais, ricos de vegetação, passam a ser substituídos por materiais estritamente urbanos artificiais, reduzindo a presença de árvores neste cenário (Cavalcante, 2007).

1.1.8. Índices de conforto térmico

Segundo Costa (2007), há atualmente cerca de trinta índices de conforto térmico, sendo que uma grande parcela dos estudos sobre o assunto, de acordo com Giralt (2006), utiliza a metodologia de Fanger (1970)¹, a qual é caracterizada pelo Índice de PMV (Voto Médio Estimado) e o PPD (Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas).

¹ FANGER, P. O. Thermal Comfort. New York: McGraw – Hill, 1970.

Dentre tantos índices, Cavalcante (2007) elenca alguns deles como especificado no quadro 1.1.

Índice de conforto	Mecanismo
Índice de Stress Térmico (ITS)	Criado por Givoni em 1962, descreve o mecanismo de troca entre o corpo humano e o ambiente, considerando a taxa metabólica, as diferentes vestimentas e a taxa de sudoreção.
Modelo de Jendritzky e Nübler	Adaptou o modelo de Fanger para ambientes externos.
Modelo de Munique para Balanço de Energia para Indivíduos (MEMI)	Baseado na equação de balanço de energia, consiste em três equações: a de balanço de energia total do corpo; o fluxo de calor (Fcs) do interior do corpo para a pele; e o fluxo de calor (Fsc) da pele, através das camadas de roupa, para as superfícies externas das roupas.
PET (Temperatura Fisiológica Equivalente)	Criado com o intuito de estabelecer um índice de fácil entendimento, transmitido para condições internas, mais fácil de avaliar. É um índice adaptado às condições externas, que considera não só a temperatura, umidade e vento, mas também a temperatura radiante média e é baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade.
Índice de Noguchi e Givoni	Desenvolvido em 1997 e teve como base a aplicação de questionários a homens e mulheres em locais distintos fisicamente, nas quatro estações, no Japão. Utiliza uma escala que vai de 1 a 7, muito frio e muito calor, respectivamente, e a neutralidade sendo representada pelo valor quatro.

Quadro 1.1 – Índices de Conforto Térmico
Fonte: Adaptado de Cavalcante (2007)

Porém, para fins de aplicação às condições climáticas brasileiras, Costa (2007) cita dois outros índices utilizados: o Índice de Temperatura Efetiva, de Yaglou e Houghthen de 1923 e o Índice de Temperatura-Umididade de Thom desenvolvido em 1959.

A comparação entre os diferentes índices de conforto térmico, segundo Giralt (2006), é importante para que, em função dos elementos climáticos coletados, dos tipos de espaços analisados e das relações a serem consideradas, aliados ainda à disponibilidade de equipamentos de medição, o pesquisador defina quais são os mais ou os menos adequados aos objetivos do estudo a ser desenvolvido.

Neste trabalho, devido à alta complexidade de se analisar a satisfação térmica com o ambiente, por envolver tanto as características físicas do local, como aspectos subjetivos, preferências e sensação térmica individual, optou-se pelo índice de temperatura efetiva de Thom (1959), por ser considerado, segundo Gomes e Amorim (2003), bastante eficiente para regiões tropicais e ainda ser de fácil execução, além de necessitar apenas de dados referentes à temperatura e da umidade relativa do ar.

1.1.9. A cidade e o clima

O conjunto de ruas, vielas, bulevares, avenidas, largos, praças, passeios, esplanadas, cais e pontes, assim como canais, margens, praias e parques que compõem o espaço público urbano, organizado em rede, permitindo a distribuição e circulação de pessoas e coisas, é o que se conhece como cidade (Silva, 2009).

Os materiais utilizados para construir o espaço urbano possuem propriedades físicas diferentes do solo original. Possuem menor valor de albedo, maior capacidade calorífica, assim como alto valor de condutividade térmica, o que faz com que produzam modificações no balanço da radiação, influenciando, especialmente, no aumento da temperatura e na redução da umidade do ar, o que prejudica a qualidade bioclimática desses espaços (Silva e Romero, 2010).

De modo amplo, nota-se que a geografia da cidade e sua expansão urbana geram o clima urbano, mas os elementos climáticos considerados para o espaço

construído também interferem significativamente na qualidade ambiental do espaço público (Silva, 2009).

Para fins de planejamento das cidades, durante muito tempo considerou-se apenas os aspectos sociais, culturais e econômicos, ignorando as consequências de modificações ambientais que o processo de expansão urbana ocasiona. Essa compreensão indicou aumento do risco à insustentabilidade do ambiente urbano

Além disso, expôs um novo pensar sobre a cidade (Barbosa, 2005), pois as cidades, que são uma realização humana, artificiais por excelência, com aparente negação da natureza, cresceram desordenadamente e sufocaram as áreas verdes e os rios que entremeavam os seus bairros (Teixeira e Santos, 2007).

Nesse sentido, Almeida (2006) afirma que a cidade age como importante fator modificador do clima regional, criando condições especiais que se pode definir como clima urbano. O número de veículos, a poluição industrial, o adensamento de edificações, processo de verticalização, e o asfalto de ruas e avenidas, a diminuição de áreas verdes, que são atividades humanas no ambiente urbano, criam condições específicas de padrões de uso do solo urbano.

Barbosa (2005) chama a atenção para a necessidade de se pensar um novo modelo de desenvolvimento urbano, dado o grau de desequilíbrio ambiental já consolidado nas cidades brasileiras. Sobretudo nas grandes metrópoles, que seja compatibilizado com a capacidade dos ecossistemas naturais absorverem os impactos provenientes da urbanização, assim, conservando, da melhor forma possível, a integridade dos processos e ciclos que ocorrem em seu interior, tendo como referência o contexto regional do qual fazem parte.

Gomes e Amorim (2003) classificam a temperatura, a umidade relativa do ar, a ação do vento, como importantes condicionantes que atuam na sensação de conforto ou desconforto pelo corpo humano. Esses autores afirmam que as condições climáticas do local habitado também irão favorecer na determinação do conforto.

O desempenho térmico das cidades é dependente tanto do clima original quanto das modificações climáticas introduzidas pela urbanização, as quais interferem especialmente na velocidade e direção dos ventos, na qualidade do ar, radiação solar e umidade (Carvalho, 2001).

1.1.10. As praças e a vegetação

As praças são, conceitualmente, espaços providos de mobiliários e cobertura vegetal que permitem o seu amplo uso, seja para descanso, lazer, atividades físicas ou convívio social. Elas constituem microclimas distintos e interferem na sensação de conforto térmico das pessoas (Viero e Barbosa Filho, 2009).

Às praças, segundo Cavalcante (2007), são atribuídas várias denominações como espaços livres, espaços coletivos, espaços abertos, espaços internos e externos, espaços secos e áreas verdes e, para Cavalcante (2001), são espaços que têm, entre outras, as funções social, cultural e de lazer, e ainda constituem zonas de amenização do clima e contribuem para uma melhor movimentação do ar, transformando as condições de salubridade destes locais (Cavalcante, 2001).

Por essas razões, e ainda por serem os locais públicos de lazer mais acessíveis pela população, com a função de proporcionar condições de bem-estar para os seus usuários, especialmente por meio da presença de vegetação, condicionante fundamental da temperatura urbana, pode se afirmar que é extremamente relevante estudos sobre o conforto térmico em praças públicas (Gomes e Amorim, 2003).

A vegetação é, nesse contexto, um importante componente responsável pelos benefícios promovidos pelas praças, através do sombreamento que ela proporciona fisicamente e do ponto de vista psicológico, com a influência positiva sentida pela população. (Viero e Barbosa Filho, 2009).

1.1.11. O mobiliário urbano das praças

Existem várias terminologias utilizadas para nomear os objetos e pequenas construções que ocupam espaços sobre calçadas, que atendam a objetivos estéticos e/ou funcionais, e são encontradas nas legislações, em manuais de implantação e em registros de normas técnicas, que podem ser chamados de mobiliário urbano, equipamento urbano ou até mesmo de elemento urbano (Tessarine, 2008).

A NBR 9283/1986² define mobiliário urbano como sendo “todos os objetos, elementos e pequenas construções integrantes da paisagem urbana, de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público, em espaço público e privado”, como os elencados abaixo:

Tipo	Mobiliário
Circulação e transporte	abrigo e ponto de ônibus, acostamento para paradas em geral, calçada, elemento condicionador de tráfego, parquímetro, passarela, pavimentação, pequeno ancoradouro, rampa, escadaria, semáforo, sinalização horizontal
Cultura e religião	arquibancada, palanque, coreto, cruzeiro, escultura estatuária, marco, mastro, monumento, mural, obelisco, oratório, painel, pira, plataforma, palco, placa comemorativa
Esporte e lazer	brinquedo, mesa, assentos, parque de diversões, <i>play-ground</i> , quadras de esporte
Sistema de comunicação	caixa de correio, cabine telefônica, orelhão, antena
Sistema de energia	posteação, fiação, torre, respiradouro
Sistema de iluminação pública	luminária, poste, luz, fiação
Sistema de saneamento	bebedouro, bica, chafariz, fonte, entrada de galeria de água, grade, lixeira, sanitário público
Segurança pública	cabine policial, guarita, hidrante, posto salva-vidas
Comércio	banca, barraca, carrocinha, <i>trailer</i>
Informação e comunicação visual	postos, cabine, relógio, sinalização
Ornamentação da paisagem e ambientação urbana	arborização, banco, assento, calçadão, canteiro, chafariz, fonte, escultura, estátua, espelho d'água, jardineiro, vaso, mirante, obelisco, queda d'água

Quadro 1.2 – Mobiliários urbanos
Fonte: Adaptado da NBR 9283/1986

² Trata de conceitos e definições sobre mobiliários urbanos

Vê-se, então, que o mobiliário urbano das praças é um importante componente que pode possibilitar o exercício de inúmeras atividades de lazer, esportivas ou contemplativas pelos usuários, dando à praça um caráter social (Cavalcante, 2007).

1.2. Justificativa

O processo constante de expansão pelo qual passam as cidades, onde ocorre cada vez mais aumento de espaços impermeabilizados em detrimento dos vegetados nas áreas urbanas, tem promovido condições de vida desfavoráveis aos seus habitantes, o que torna cada vez mais necessário o conhecimento dos fatores climáticos, associado às características do ambiente urbano, tais como, a geomorfologia, disposição de áreas verdes e corpos d'água, para o planejamento no processo de urbanização.

Do ponto de vista demográfico, esta ascensão crescente das áreas urbanas em cidade de médio porte, em termos socioeconômicos e culturais, faz com que seus problemas ambientais tornem-se cada vez mais uma prioridade de investigações nas mais variadas áreas científicas.

Considerada de porte médio, Santarém é o segundo município mais importante do estado do Pará e está em constante processo de crescimento físico e populacional, onde seus índices demográficos indicam uma diminuição da população que vive na zona rural e, conseqüentemente, um aumento da população urbana, acompanhando as tendências brasileira e mundial (IBGE, 2010).

Tendo em vista que tal crescimento é um dos principais fatores que contribuem para as alterações do clima urbano, tendo como consequência, o aumento das necessidades humanas, onde, para atendê-las, o homem modifica o seu meio natural, é importante indicar a necessidade de estratégias bioclimáticas que possam ser incentivadas no planejamento de espaços livres de uso público, mais especificamente de praças, uma vez que estas são importantes áreas de lazer da população e também zonas de amenização do clima da cidade, configurando espaços de extrema importância social e ambiental.

De acordo com o exposto, a realização da presente investigação é relevante, haja vista a necessidade de melhor compreensão sobre o assunto, além de sua aplicação técnico-científica serem possivelmente aplicadas em outras cidades de clima tropical, visto que é pioneira na cidade na verificação da influência da vegetação no índice de conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas.

1.3. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a influência da vegetação no Índice de Temperatura-Umididade de três praças com diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém-PA.

Os objetivos específicos são:

- Analisar o conforto térmico em três praças com distintas configurações morfológicas com base no Índice de Temperatura-Umididade e investigar as diferenças do Índice e das variáveis termohigrométricas intra e interpraças;
- Analisar o conforto térmico nas praças estudadas conforme a percepção térmica dos usuários e a relação entre esta e o Índice de Temperatura-Umididade;
- Averiguar a sazonalidade do índice de conforto térmico e das variáveis termohigrométricas nas praças estudadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo: características e localização de Santarém

O município de Santarém (figura 2.1) está situado na região norte do país, oeste do estado do Pará, mesorregião do Baixo Amazonas, distante cerca de 710 quilômetros da capital Belém. Suas coordenadas geográficas são: 02° 26' S e 54° 42' W, com altitude média de 29 metros acima do nível do mar. Possui uma área de 22.887 km², sendo 77 km² de perímetro urbano e 22.810 km², rural (IBGE, 2010).

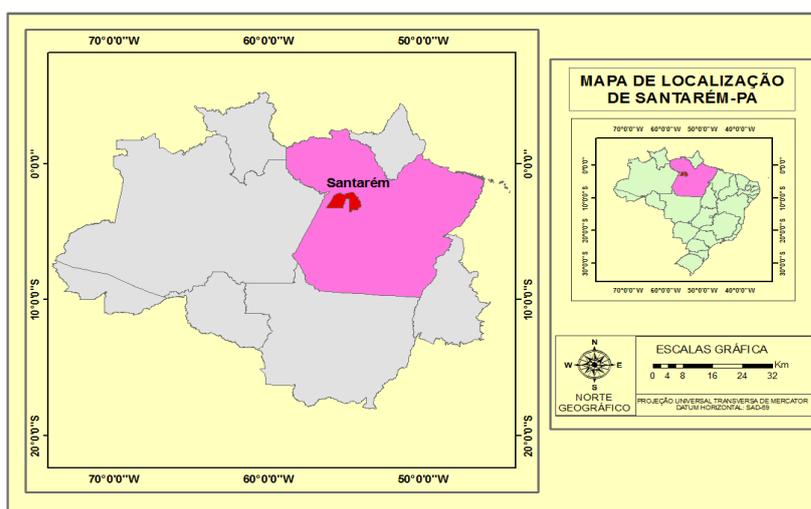


Figura 2.1 - Localização de Santarém
Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2011)

A cidade tem conformação irregular, sendo extensa no sentido leste-oeste, estreita norte-sul (figura 2.2). É o centro polarizador da Região Oeste do Pará, uma área que abrange 722.358 km² e abriga 25 municípios. Oferece a melhor infraestrutura econômica e social dessa região e tem um setor de serviços mais desenvolvido (Prefeitura Municipal de Santarém, 2006). O município tem sua sede político-administrativa localizada à margem direita do rio Tapajós, na confluência com o rio Amazonas, e conta, hoje, com uma população de 294.774 habitantes (IBGE, 2010).

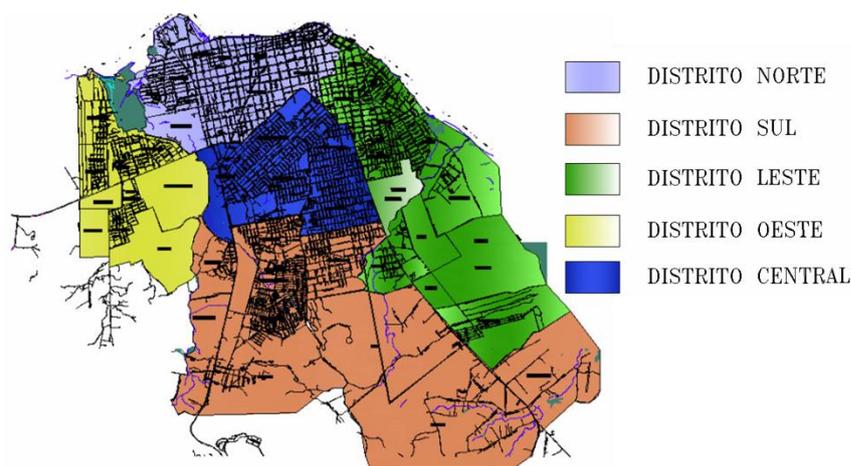


Figura 2.2 - Divisão da Zona Urbana de Santarém
Fonte: Plano Diretor de Santarém (2006)

Os zoneamentos urbanos definem as regras de ocupação específicas que, por sua vez, suscitam facilidades e/ou dificuldades à existência da arborização urbana (Coltro e Miranda, 2007). O Plano Diretor nº 18.051 de 2006 definiu a divisão distrital do Município, sendo cinco distritos na zona urbana, delimitando 48 bairros, conforme quadro 2.1 (Prefeitura Municipal de Santarém, 2010b).

DISTRITOS	BAIROS
Distrito da Grande Área da Aldeia (Norte)	Caranazal, Liberdade, Mapiri, Salé, Laginho, Fátima, Aparecida, Centro, Santa Clara, Aldeia, Jardim Santarém, Aeroporto Velho e Esperança.
Distrito da Grande Área da Prainha (Leste)	Prainha, Santíssimo, Santana, Livramento, São José Operário, Uruará, Área Verde, Urumari, Interventoria e Diamantino.
Distrito da Grande Área do Maicá (Central)	Jutai, Pérola do Maicá, Maicá, Jaderlândia, Vigia, Urumanduba e Mararu.
Distrito da Grande Área da Nova República (Sul)	Floresta, Santo André, São Francisco, Nova República, Matinha, Cambuquira, Vitória Régia, Ipanema.
Distrito da Grande área do Santarenzinho (Oeste)	Maracanã, Maracanã I, Elcione Barbalho, Nova Vitória, Santarenzinho, Amparo, Novo Horizonte, São Cristóvão, Conquista e Alvorada.

Quadro 2.1 – Bairros de Santarém por Zonas Distritais
Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Santarém (2006)

2.2. Características climáticas da Região

A região apresenta clima tipo Am, segundo classificação de Köppen, caracterizado por apresentar índice pluviométrico anual elevado e moderado período de estiagem, com elevadas temperaturas, sem mudanças significativas, em que a média anual varia de 25°C a 28°C, alta umidade relativa do ar, em que a média é de 86%, característico das florestas tropicais (Tsukamoto Filho *et al.*, 2007).

A precipitação pluvial é o elemento meteorológico que apresenta maior variabilidade anual, onde seus valores médios anuais oscilam em torno de 1920 mm, sendo esta região caracterizada por apresentar dois períodos bem distintos: um mais chuvoso, que vai de dezembro a maio; e outro menos chuvoso, que se estende de julho a novembro (INMET, 2010). Predominam ventos de leste/nordeste, com velocidade média de 3,6 m/s. A tabela 2.1 mostra as normais climatológicas do período de 1991 a 2010.

Tabela 2.1 - Dados climatológicos da região de Santarém, período: 1991 – 2010.

Mês	Temp. Média Máxima (°C)	Temp. Média Mínima (°C)	Amplitude térmica média (°C)	Umidade relativa (%)	Chuva total (mm)	Vento (m/s)
JANEIRO	33,1	21,3	11,8	79,5	244,2	3,8
FEVEREIRO	32,0	22,6	9,4	82,6	292,1	3,8
MARÇO	32,0	20,2	11,8	83,2	394,4	3,7
ABRIL	31,7	22,5	9,2	84,0	403,2	3,5
MAIO	31,6	20,6	11,0	83,9	290,7	3,4
JUNHO	32,0	21,2	10,8	81,6	136,9	3,2
JULHO	32,4	21,8	10,6	79,8	101,4	3,2
AGOSTO	32,7	22,6	10,1	77,3	54,7	3,3
SETEMBRO	34,2	22,9	11,3	72,9	43,3	3,8
OUTUBRO	34,2	22,3	11,9	71,9	37,5	3,9
NOVEMBRO	34,0	22,8	11,3	73,9	66,7	4,0
DEZEMBRO	33,9	21,5	12,5	74,7	104,2	3,9

Fonte: Brasil (2011).

2.3. Seleção dos locais para a pesquisa

Optou-se, nesta pesquisa, por analisar praças por estas serem consideradas equipamentos urbanos essenciais para a cidade, com importante papel social, além de serem zonas de amenização do clima citadino.

As praças foram selecionadas considerando as suas características morfológicas e geográficas. Ficam localizadas em pontos distintos quanto ao uso do solo e à posição geográfica, possibilitando, dessa forma, a verificação das suas variações micrometeorológicas. Também foi considerado o fato de serem os locais onde ocorre a grande maioria dos eventos culturais e de lazer da cidade e serem os locais mais frequentados pela população. Outro fator importante para a escolha desses locais foi a segurança dos instrumentos.

Com base nos critérios adotados, as praças selecionadas foram: a Praça Barão de Santarém (A), $2^{\circ} 25' 09''$ S e $54^{\circ} 32' 51''$ O; a Praça do Parque (B), $2^{\circ} 26' 04''$ S e $54^{\circ} 43' 05''$ O e a Praça do Cais de Arrimo (C), $2^{\circ} 25' 04''$ S e $54^{\circ} 43' 01''$ O, distantes entre si, 2.000m, 1.800m e 1.000m, aproximadamente (figura 2.3).

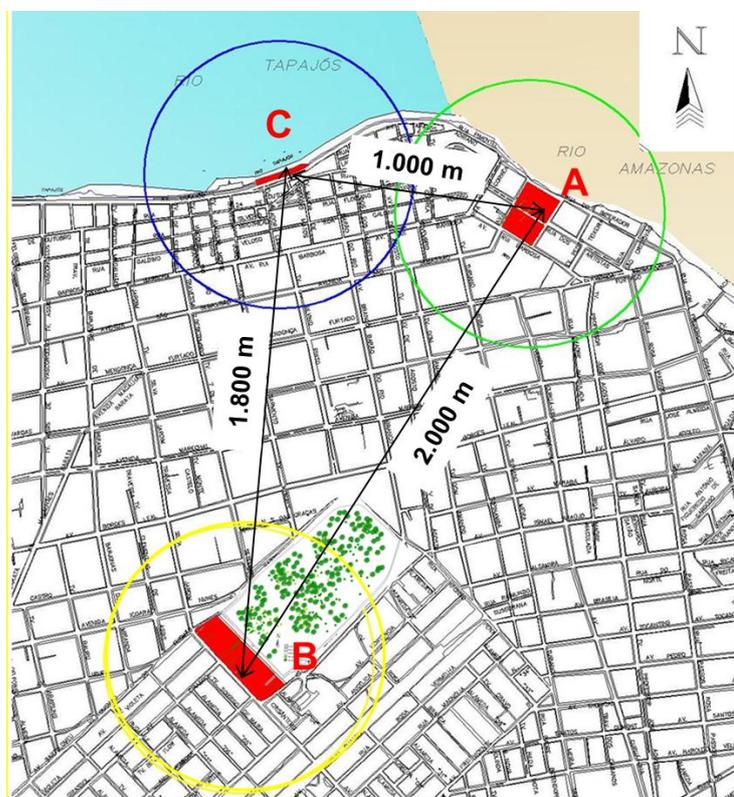


Figura 2.3 – Localização das três praças selecionadas
Fonte: o autor (2011)

2.3.1. Praça Barão de Santarém

A Praça Barão de Santarém (figura 2.4) está localizada na Rua do Imperador. É circundada pela Travessa Rui Barbosa e Avenidas Nazaré e São Sebastião, e é atravessada ao meio pela Rua Coronel Joaquim Braga, todas elas asfaltadas. Tem formato retangular com as seguintes dimensões aproximadas: 190 metros de comprimento por 128 metros de largura e área de 24.562 m². Dentre as três praças, esta é a que apresenta as maiores dimensões..



Figura 2.4 - Praça Barão de Santarém
Fonte: o autor (2011)

2.3.1.1. Características e mobiliários urbanos

As áreas laterais da Praça Barão de Santarém são ocupadas predominantemente por prédios residenciais, de um pavimento. Na parte posterior, está localizado o colégio Dom Amando e em frente à praça, fica o Rio Amazonas.

É um local com significativa área verde, com árvores de médio porte, grama e jardins floridos; é dividida ao meio por uma rua asfaltada e contém em seu interior

o Museu João Fona, a Igreja de São Sebastião, um anfiteatro em uma área cimentada, dois parquinhos infantis, uma quadra de areia para a prática de voleibol, cerca de 30 bancos de concreto, uma guarita da prefeitura, um ponto de ônibus, um quiosque e quatro monumentos. Alguns mobiliários são ilustrados na figura 2.5.



Figura 2.5 - Mobiliários da Praça Barão de Santarém
Fonte: o autor (2011)

2.3.2. Praça do Parque

A Praça do Parque fica localizada em frente ao Parque Municipal de Santarém, à Avenida Sergio Henn, entre a Avenida Barão do Rio Branco e São Bartolomeu de Gusmão, no bairro Jardim Santarém. A área desta praça é relativamente arborizada, mas o entorno possui árvores de médio porte que proporcionam um sombreamento parcial, sendo mais eficiente no período da tarde (figura 2.6).



Figura 2.6 - Praça do Parque
Fonte: o autor (2011)

2.3.2.1. Características e mobiliários urbanos

Esta praça fica anexa ao Parque Municipal de Santarém, uma área verde que compreende uma área de 22 hectares, totalmente verde e preservada, possui 1.934 metros de calçada (externa), 4.650 metros de trilha para maratona (interna), uma praça de diversões, com brinquedos infantis, passeio de bicicleta, uma quadra poliesportiva e uma academia para idoso (Prefeitura Municipal de Santarém, 2010a). As avenidas que a cercam, por serem vias que ligam alguns bairros, possuem grande fluxo de veículos.

A Praça do Parque contém em seu interior quatro quiosques comerciais, um banheiro público dividido em masculino e feminino, um chafariz, 21 bancos de madeira, oito lixeiras, oito postes de iluminação em seu interior mais 10 nas cercanias, um parquinho infantil, uma pista de bicicleta (infantil) e ainda, compondo a área, fazem parte: um campo de futebol (de areia), a academia de ginástica para a melhor idade e a quadra poliesportiva (ambas de concreto). A figura 2.7 ilustra alguns dos mobiliários que a praça contém.



Figura 2.7 - Mobiliários da Praça do Parque
Fonte: o autor (2011)

2.3.3. Praça do Cais de Arrimo

A Praça do Cais de Arrimo, localizada à Avenida Tapajós, na orla da cidade (figura 2.8), é um espaço livre de uso público bastante utilizado pelos moradores da cidade para o lazer, exercícios físicos, passagem para o trabalho e outras atividades. É uma praça com pouca vegetação, distinguindo-se das outras praças em estudo, porém, fica à margem do Rio Tapajós.



Figura 2.8 - Praça do Cais de Arrimo
Fonte: o autor (2011)

2.3.3.1. Características e mobiliários urbanos

A praça fica à margem do Rio Tapajós, tem formato retangular, com cerca de 200 m de comprimento por 20 m de largura e área com cerca de 4.000 m². As edificações nas cercanias são predominantemente comerciais, baixas, de um e dois pavimentos.

Esta praça possui seis quiosques, sendo dois comerciais e quatro que servem de abrigo do sol. Desprovida de arborização, esses quiosques são praticamente as únicas áreas de proteção da radiação solar na praça. Além dos bancos no interior dos quiosques, há ainda 30 bancos de madeira distribuídos ao longo da praça. Existem 20 postes de iluminação, dois brinquedos infantis (um escorregador confeccionado em madeira e um trezinho de concreto), três monumentos de concreto (um peixe, uma tartaruga e um boto) e ainda quatro lixeiras que ficam acopladas aos postes de iluminação. Alguns mobiliários desta praça são ilustrados na figura 2.9.



Figura 2.9 - Mobiliários da Praça do Cais de Arrimo
Fonte: o autor (2011)

2.4. Coleta de dados

2.4.1. Instrumentos e procedimentos para as medições micrometeorológicas

Os instrumentos utilizados nas coletas dos dados meteorológicos foram *microloggers*, marca HOBO, modelo U10 (figura 2.10a), que foram colocados em abrigos meteorológicos padronizados (figura 2.10b).



a) *Micrologger* HOBO U10



b) Abrigo meteorológico*

Figura 2.10 - Equipamento utilizado na pesquisa

Fonte: o autor (2011)

* Construídos com pratos plásticos por alunos do curso de Meteorologia da Universidade Federal do Pará, sob a orientação do Professor Antonio Carlos Lola da Costa. Solução barata e eficiente,

Em cada praça, os instrumentos foram instalados da seguinte forma:

Praça Barão de Santarém: um equipamento foi instalado à sombra de árvores e outro exposto à luz solar (figura 2.11a e 2.11b).



a) Sombra



b) Sol

Figura 2.11 - Praça Barão de Santarém (instrumentos instalados)

Fonte: o autor (2011)

Praça do Parque: um equipamento foi instalado à sombra de árvores e outro exposto à luz solar (figura 2.12a e 2.12b),



a) Sombra



b) Sol

Figura 2.12 - Praça do Parque (instrumentos instalados)

Fonte: o autor (2011)

Praça do Cais de Arrimo: um equipamento foi instalado à sombra de um quiosque com telhado de cerâmica e outro exposto à luz solar, com as mesmas características dos demais instrumentos instalados nas outras praças (figura 2.13a e 2.13b).



a) Sombra



b) Sol

Figura 2.13 - Praça do Cais de Arrimo (instrumentos instalados)

Fonte: o autor (2011)

Simultaneamente, nas três praças, os instrumentos registraram, continuamente, a temperatura e a umidade relativa do ar de hora em hora, conforme descrito a seguir:

✓ **Primeira fase experimental (Período chuvoso):** de 11/04 a

15/04/2011;

- ✓ **Segunda fase experimental (Período menos chuvoso):** de 05/09 a 09/09/2011.

Alguns cuidados foram tomados quanto ao uso dos instrumentos, com o intuito de não comprometer a coleta dos dados. Desta forma, os equipamentos foram instalados a altura padrão de 1,50 m do solo.

Para garantir que todos os instrumentos coletassem corretamente os dados meteorológicos, os mesmos foram aferidos para dirimir possíveis erros de leitura.

2.5. Avaliação do conforto térmico

Muito embora existam dezenas de índices, como parâmetro do conforto térmico, neste trabalho foi utilizado o Índice de Temperatura-Umidade (ITU) de Thom (1959), por ser este um índice que, segundo Costa (2007), pretende expressar o grau de desconforto sentido por um ser humano em atividade, sem considerar as condições de radiação e ventilação, e, ainda, pelas razões abaixo elencadas:

- É um índice bastante aceito em regiões tropicais;
- Exige diretamente, apenas a temperatura e umidade relativa do ar em sua equação;
- Pela não disponibilidade de instrumentos para registros de outras variáveis meteorológicas.

Os dados da temperatura e umidade relativa do ar foram utilizados na equação 2.1, donde foi possível obter os valores do Índice de Temperatura-Umidade.

$$\text{ITU} = [T_{\text{ar}} - (1 - 0,01 \cdot \text{UR}) \cdot (T_{\text{ar}} - 14,5)]$$

Equação 2.1 - Índice de Temperatura-Umidade - ITU

Onde: T_{ar} = Temperatura do ar; UR = Umidade relativa do ar

O Índice de Temperatura-Umididade (ITU) de Thom define como zona de conforto os valores contidos na Tabela 2.1.

Tabela 2.2 – Faixa de desconforto térmico baseado no modelo de Thom (1959)

FAIXA (ITU)	DESCONFORTO
>29 °C	Estresse
27 - 29 °C	Muito Desconfortável
24 - 27 °C	Desconfortável
21 - 24 °C	Pouco Desconfortável

No presente trabalho admitiu-se que a faixa de ITU compreendida entre 21°C e 24°C seja considerada como CONFORTÁVEL.

2.6. Questionários

O questionário é um conjunto de questões empregado para avaliar a intensidade e a frequência de variáveis da pesquisa, pois permite identificar regularidades entre grupos de indivíduos com a comparação das respostas fornecidas a um mesmo conjunto de perguntas feitas para um número representativo e significativo de respondentes (Giralt, 2006).

Considerado instrumento eficiente em pesquisas da área ambiente-comportamento, permitiu obtenção de informações a respeito do perfil dos usuários (sexo, idade e atividade no momento) das praças pesquisadas, assim como da percepção térmica e sobre a importância da arborização dos espaços livres de uso público no conforto térmico da população.

Foram aplicados todos os dias, simultaneamente, nas três praças, nos três períodos, da seguinte forma:

- Manhã, às 8, 9, 10 e 11 horas;
- Tarde, às 15, 16 e 17 horas;
- Noite, às 20 e 21 horas.

Esses estão entre os períodos de maior frequência das praças públicas.

No período diurno, a aplicação dos questionários levou em consideração o

fato de o usuário estar à sombra ou ao sol, sendo que a cada hora foram aplicados até seis questionários, sendo três com usuários que se encontravam à sombra e três ao sol. E, durante a noite, obviamente, esse critério não foi utilizado, podendo o participante estar em qualquer ponto da praça.

Com esse questionário foram obtidas informações quanto às razões pelas quais os sujeitos investigados frequentam esses espaços, como se dá o uso desses espaços e se há relação entre a percepção térmica autorreferida e os resultados obtidos nas medições realizadas *in loco*. Além disso, foi possível saber o ponto de vista quanto ao perfil da arborização dos locais pesquisados e quanto à importância da vegetação nos espaços livres de uso público da cidade.

2.7. Participantes do estudo

Os participantes da pesquisa foram os frequentadores das praças selecionadas para a pesquisa. Por outro lado, a amostra foi definida de forma não-probabilística por conveniência (Berquó *et al.*, 1981), por não ter uma probabilidade conhecida. Para tanto, os participantes tiveram que se encaixar nos seguintes critérios de inclusão e não apresentar os de exclusão.

Critérios de inclusão

- Apresentar-se com boas condições de saúde;
- Estar disposto a participar como voluntário.

Critérios de exclusão

- Apresentar problemas de saúde, o que poderia comprometer sua percepção quanto à sensação térmica;
- Não estar disposto a participar da pesquisa.

2.8. Tratamento e análise dos dados

Os dados das variáveis meteorológicas coletadas nos *microloggers* foram descarregados no *software* HOBOWare Lite, versão 2.7.3.1. Posteriormente, foram organizados na planilha de cálculo do *Microsoft Office Excel*®, versão 2010, assim como os dados obtidos através dos questionários que, em seguida, foram processados através de recursos da estatística descritiva, com a apresentação das médias aritméticas, desvio padrão, coeficiente de variação, frequências absoluta e relativa e amplitude.

Para a análise inferencial, primeiramente foi verificada a normalidade dos dados através do teste de *Shapiro Wilk*. Detectada a existência de resultados com dados de distribuição normais e não-normais, foram utilizados, respectivamente, o teste t de Student e o Mann-Whitney - W para a verificação de diferenças entre amostras independentes das variáveis meteorológicas e do Índice de Temperatura-Umidade, intra e interpraças, assim como entre os períodos (mais chuvoso e menos chuvoso). Para a verificação da influência das variáveis no Índice de Temperatura-Umidade, foi realizada a regressão linear múltipla. Para a verificação da relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção subjetiva utilizou-se a análise de regressão simples. Foi adotado $p < 0,05$ para a significância estatística. Para os cálculos, foi utilizado o aplicativo *Bioestat*® 5.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características da ocupação do solo em torno das praças

As principais características de uso e ocupação do solo, num raio de 500 metros em torno dos pontos de coleta de dados, com base nas Imagens do satélite SPOT, são apresentadas na tabela 3.1. O maior percentual de vegetação ocorre na Praça do Parque, certamente, em função da proximidade desta com o Parque Municipal da Cidade, uma área verde preservada. Próximo a este logradouro, no entanto, não há ocorrência significativa de massas d'água, diferentemente, das outras duas praças do estudo. Em torno das três praças nota-se um alto percentual de pavimentação, revelando que são locais com alto índice de urbanização.

Tabela 3.1 - Distribuição (%) da vegetação, calçamento e água em torno dos locais da pesquisa.

Praça	Vegetação (%)	Água (%)	Pavimento (asfalto, concreto, telhados em geral, areia) (%)
Praça Barão de Santarém	8,2	33,5	57,3
Praça do Parque	32,2	0,2	67,6
Praça do Cais de Arrimo	6,7	39,5	53,8

Fonte: o autor (2011)

3.2. Primeira fase experimental

3.2.1. Temperatura e umidade relativa média horária

Na primeira fase experimental, época chuvosa da região, realizada no período de 11 a 15 de abril de 2011, a temperatura média horária do ar, em todos os locais, apresentou um comportamento padrão para a Região Equatorial, isto é, aumentou gradativamente desde as primeiras horas da manhã até atingir um máximo que

oscilou entre 13 e 17 horas dependendo das condições meteorológicas predominantes. A partir desse momento teve início um declínio gradativo, culminando com valores mínimos por volta das 06 horas, alcançando 24,3°C na Praça do Parque. É importante ressaltar que tanto nos instrumentos localizados à sombra quanto nos instrumentos localizados ao sol as menores temperaturas ocorreram na Praça do Parque, local com o maior percentual de vegetação em suas proximidades. As maiores temperaturas ocorreram na Praça do Cais de Arrimo, local com pouquíssima vegetação em seu entorno e cujo instrumento à sombra ficou protegido da radiação solar pelo telhado de um quiosque e não por árvores como nas demais praças, tendo a máxima média horária de 29,2°C.

A umidade relativa do ar também apresentou um padrão bem característico, atingindo os menores valores por volta das 13 às 17 horas, onde a partir daí aumentou gradativamente, atingindo os valores mais elevados por volta da zero hora até 06 horas da manhã.

Os valores médios horários de umidade relativa do ar foram bastante elevados na área urbana de Santarém, oscilando, nesse período, entre um mínimo de 69,4% na Praça do Parque da Cidade, no instrumento exposto ao sol, até um máximo de 95,6% também na Praça do Parque da Cidade, já no instrumento instalado sob as árvores. Durante esta fase da pesquisa foram observadas amplitudes modestas no comportamento médio diário da umidade relativa, tendo alcançado o valor absoluto máximo de 29,4% na Praça do Parque da Cidade, conforme se pode observar também nas figuras 3.1a e 3.1b.

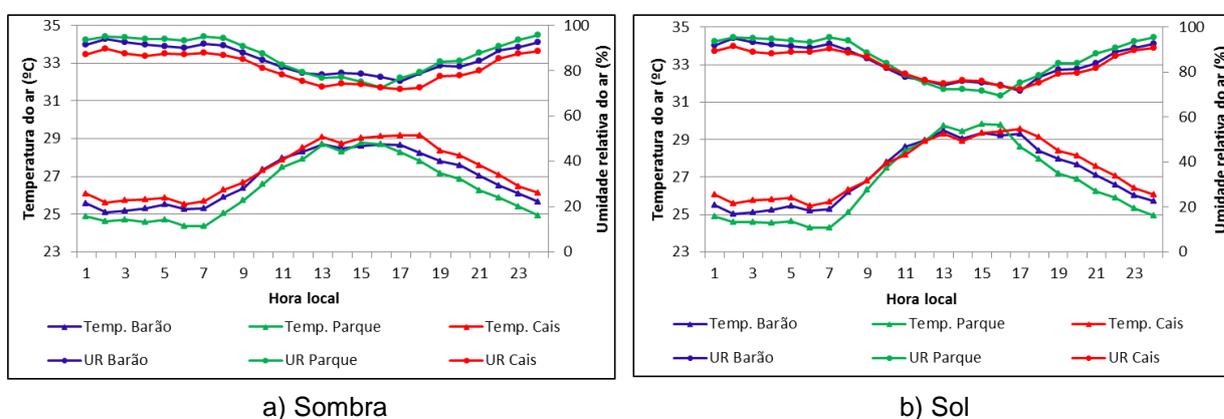


Figura 3.1 - Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar das três praças.

3.2.2. Valores médios diários da temperatura do ar

As temperaturas médias diárias não apresentaram grandes variações, considerando a configuração morfológica das praças. Entretanto, como já esperado, os maiores valores foram observados na praça com menor cobertura vegetal e elevada porcentagem de calçamento, ou seja, na Praça do Cais de Arrimo, com um máximo de $27,4 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$, no instrumento localizado sob a radiação solar direta, enquanto que os menores valores ocorreram nos locais com grande porcentagem de arborização, como na Praça do Parque, cujo valor foi $26,3 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, no instrumento localizado à sombra, como pode ser observado na tabela 3.2.

Da mesma forma, as temperaturas máximas encontradas nos três ambientes urbanos analisados também não apresentaram grandes distinções, tendo ocorrido os menores valores nos instrumentos localizados sob as sombras das árvores, variando desde um máximo de $30,6^{\circ}\text{C}$, verificado na Praça do Parque, no instrumento exposto à radiação solar, até um mínimo de $29,3^{\circ}\text{C}$ na Praça Barão de Santarém, no instrumento localizado sob a sombra de uma mangueira.

Em relação às temperaturas mínimas, estas variaram de um máximo de $25,1^{\circ}\text{C}$, verificada na Praça do Cais de Arrimo, no instrumento localizado à sombra do telhado de um quiosque, até um valor mínimo de 24°C na Praça do Parque, valores encontrados em ambos os instrumentos daquela praça.

Durante esta fase da pesquisa, as amplitudes térmicas sofreram modestas variações, tendo o valor máximo de $6,6^{\circ}\text{C}$ ocorrido na Praça do Parque, no instrumento exposto ao sol. Quanto à amplitude térmica mínima, esta foi de $4,6^{\circ}\text{C}$, verificada na Praça Barão de Santarém, no instrumento localizado sob a sombra das árvores, onde a grande porcentagem de arborização existente tende a minimizar a ocorrência de temperaturas máximas, o que contribui para a ocorrência de menores amplitudes térmicas neste local.

Os valores diários das temperaturas médias, máximas e mínimas, assim como do desvio padrão, coeficiente de variação e amplitudes térmicas das praças estudadas são apresentados na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Valores médios diários da temperatura do ar - Fase I.

Praça *	Temperatura média do ar (°C)	Desvio Padrão (%)	Coefficiente de variação (%)	Temperatura máxima do ar (°C)	Temperatura mínima do ar (°C)	Amplitude térmica (°C)
Barão (smb)	26,9	1,6	5,9	29,3	24,7	4,6
Barão (sol)	27,2	1,9	6,9	30,2	24,6	5,6
Parque (smb)	26,3	1,8	6,8	29,6	24,0	5,6
Parque (sol)	26,7	2,2	8,1	30,6	24,0	6,6
Cais (smb)	27,3	1,6	5,8	30,0	25,1	5,8
Cais (sol)	27,4	1,7	6,3	30,3	24,9	5,3

smb = sombra

* Em cada instrumento das praça foram coletadas 120 medidas (n = 120)

3.2.3. Valores médios diários da umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar também teve suas médias diárias sem grandes diferenças em função da configuração morfológica das praças, porém, como já aguardado, os menores valores médios foram observados na praça com reduzida cobertura vegetal e elevada porcentagem de calçamento, isto é, na Praça do Cais de Arrimo, com uma média de $81,5 \pm 7,1\%$, enquanto que os maiores valores ocorreram nos locais com grande porcentagem de arborização, como na Praça do Parque, em que o valor médio foi de $87,7 \pm 8,3\%$, no instrumento localizado à sombra das árvores.

Da mesma forma, os valores de umidade relativa máximos encontrados nos três logradouros também não apresentaram grandes distinções, porém, os maiores valores ocorreram nos instrumentos localizados sob as sombras das árvores, variando desde um mínimo de 91,7%, verificado na Praça do Cais de Arrimo, no instrumento protegido pelo telhado de barro de um quiosque, até um máximo de 97,6% na Praça do Parque.

Em relação aos valores mínimos, esses variaram de um mínimo de 68,1%, verificado na Praça do Cais de Arrimo, no instrumento localizado à sombra do telhado de um quiosque, até um valor máximo de 72,4% na Praça Barão de Santarém, instrumento sob as árvores.

Durante esta fase da pesquisa, as amplitudes higrométricas sofreram

modestas variações, tendo o valor máximo de 29,4% ocorrido na Praça do Parque, no instrumento localizado ao sol. Quanto à amplitude térmica mínima, esta foi de 23,3%, verificada na Praça Barão de Santarém, no instrumento localizado sob a sombra das árvores.

Os valores médios diários da umidade relativa do ar, assim como das máximas e mínimas, desvios padrão, coeficientes de variação e amplitudes higrométricas das praças estudadas são apresentados na tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Valores médios diários da umidade relativa do ar - Fase I.

Praça*	Umidade relativa média do ar (%)	Desvio Padrão (%)	Coeficiente de variação (%)	Umidade relativa máxima do ar (%)	Umidade relativa mínima do ar (%)	Amplitude (%)
Barão (smb)	85,6	6,9	8,2	95,6	72,4	23,3
Barão (sol)	84,3	8,6	10,3	96,3	69,0	27,2
Parque (smb)	87,1	8,3	9,6	97,3	71,4	25,9
Parque (sol)	85,7	9,7	11,5	97,6	68,2	29,4
Cais (smb)	81,5	7,1	8,8	91,7	68,1	23,5
Cais (sol)	83,1	7,5	9,1	94,1	69,7	24,4

smb = sombra

* Em cada instrumento das praça foram coletadas 120 medidas (n = 120)

3.2.4. Análise estatística das diferenças termohigrométricas interpraças

A partir da análise estatística que consistiu na avaliação da diferença entre duas amostras independentes, através do teste Mann-Whitney (W), pôde-se concluir, quanto à temperatura, que houve diferença significativa no instrumento à sombra, entre a Praça do Parque e a Praça do Cais ($p = 0,0274$). Com relação à umidade relativa, houve diferença significativa entre a Praça Barão de Santarém e a Praça do Cais no instrumento à sombra ($p = 0,0133$), e entre a Praça do Parque e Praça do Cais, também no instrumento à sombra ($p = 0,0088$). Na tabela 3.4 estão dispostos os resultados encontrados..

Tabela 3.4 – Diferenças termohigrométricas interpraças – Fase I.

Variável	Localização	Pç. Barão X	Pç. Barão X	Pç. do Parque X
		Pç. do Parque	Pç. do Cais	Pç. do Cais
Temperatura	Sombra	p = 0,1671	p = 0,1939	p = 0,0274*
	Sol	p = 0,2745	p = 0,3808	p = 0,1489
Umid. Relativa	Sombra	p = 0,2611	p = 0,0133*	p = 0,0088*
	Sol	p = 0,3123	p = 0,3429	p = 0,1904

Pç = praça

* Diferença significativa encontrada

3.2.5. Análise estatística das diferenças termohigrométricas intrapraças

Praça Barão de Santarém

Dentro de um comportamento padrão para a região, como esperado, notam-se os menores valores de temperatura no instrumento sob a proteção da radiação solar por vegetação, especialmente no período diurno, com valor médio máximo de 28,7°C. A umidade relativa do ar, por sua vez, no instrumento localizado à sombra, teve os maiores valores (figura 3.2).

Através da análise estatística da verificação da diferença entre duas amostras independentes, teste Mann-Whitney (teste W), conclui-se que, quanto à temperatura, não houve diferença significativa entre os valores registrados pelos instrumentos ($p = 0,6134$). Com relação à umidade relativa, também não houve diferença significativa entre os valores dos instrumentos à sombra e ao sol ($p = 0,6207$).

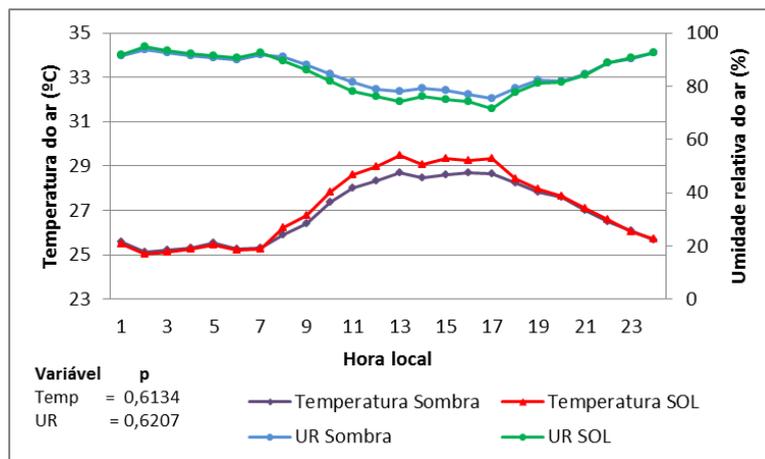


Figura 3.2 – Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da **Praça Barão de Santarém**.

Praça do Parque

Na Praça do Parque, com maior percentual de vegetação nas suas proximidades (32,2%), notam-se, conforme esperado, os menores valores de temperatura no instrumento à sombra de vegetação, com valor médio máximo de 28,7°C. A umidade relativa, no instrumento localizado à sombra, apresentou valores ligeiramente menores no instrumento sombreado por árvores (figura 3.3).

Na comparação entre duas amostras independentes (teste W), no entanto, verificou-se que não houve diferenças significativas entre os valores registrados pelos instrumentos à sombra e ao sol nem da temperatura ($p = 0,6650$), nem da umidade relativa ($p = 0,7337$).

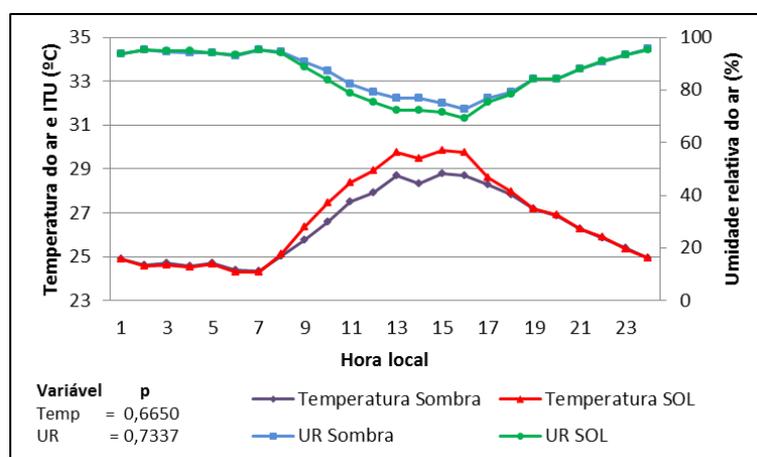


Figura 3.3 - Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da **Praça do Parque**.

Praça do Cais de Arrimo

Na Praça do Cais de Arrimo, com menor índice percentual de vegetação nas suas proximidades (6,7%), os menores valores de temperatura foram registrados no instrumento à sombra. Porém, como é possível notar na figura 3.4 apresentou diferenças bem menores entre um instrumento e outro, que nas outras praças. A umidade relativa do ar também apresentou valores ligeiramente menores no instrumento sombreado.

Realizada a análise da diferença entre duas amostras independentes (teste W), verificou-se que, de fato, não houve diferenças significativas entre os valores registrados pelos instrumentos à sombra e ao sol, nem da temperatura ($p = 0,7415$), nem da umidade relativa do ar ($p = 0,1578$).

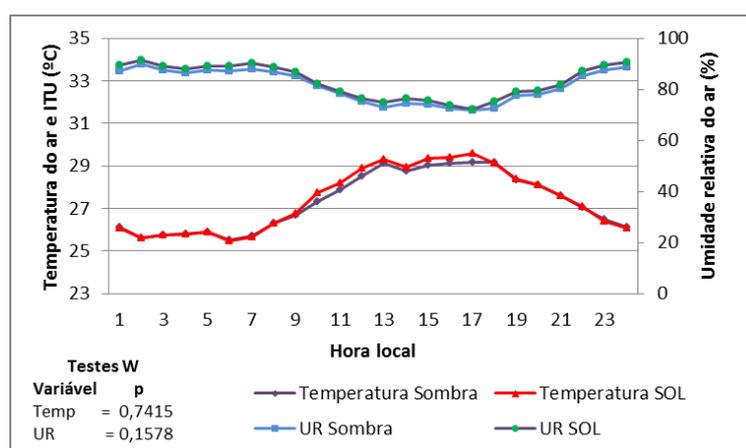


Figura 3.4 - Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da **Praça do Cais de Arrimo**

3.2.6. Índice de Temperatura–Umidade (ITU)

3.2.6.1. Valores médios horários do Índice de Temperatura–Umidade

O Índice de Temperatura–Umidade foi calculado a partir da utilização de resultados das variáveis temperatura e umidade relativa do ar. Devido a essas variáveis terem comportamento inversamente proporcional, isto é, com o aumento

da temperatura, a umidade relativa diminui e vice-versa, não ocorreram discrepâncias no seu comportamento médio horário.

Uma vez que a umidade relativa da região é, invariavelmente, elevada, mesmo não havendo registros de temperaturas muito altas, o Índice de Temperatura–Umidade se manteve praticamente durante todos os horários analisados, em média, dentro da faixa “desconfortável”, tanto nos instrumentos à sombra quanto nos instrumentos ao sol.

Vale ressaltar, no entanto, como se pode notar nas figuras 3.5a e 3.5b, que nesse parâmetro, também, os valores obtidos foram ligeiramente menores na Praça do Parque (médias horárias iguais a $24,6\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ à sombra e $24,7\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ao sol), a praça com o maior percentual de vegetação em seus arredores, revelando que este componente (vegetação) influencia positivamente no conforto térmico dos ambientes livres como as praças públicas da cidade.

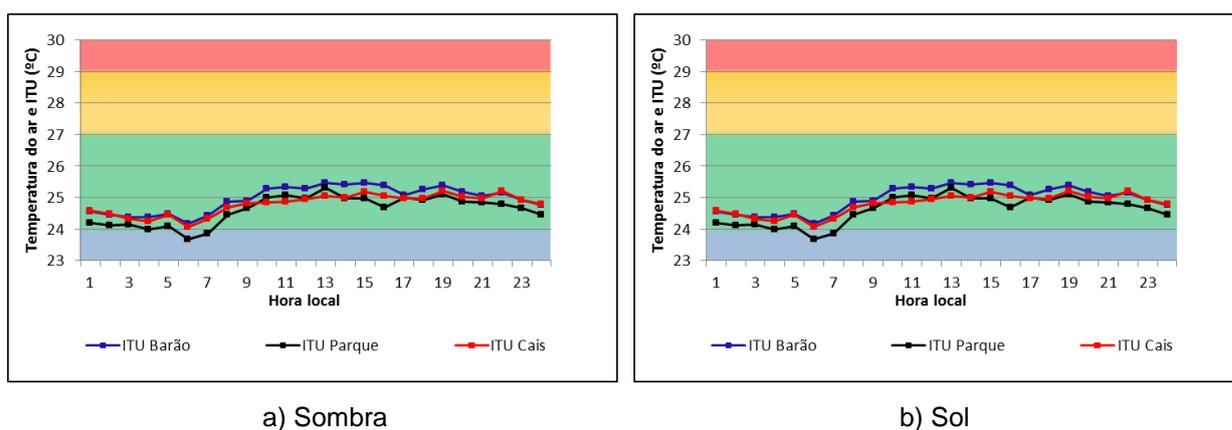


Figura 3.5 – Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade das três praças, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável).

3.2.6.2. Valores médios diários do Índice de Temperatura - Umidade

Como já reportadas, temperatura e umidade relativa sofreram modestas variações em suas médias diárias, especialmente neste período de análise. Desta forma, como o Índice de Temperatura - Umidade se comporta conforme as modificações destas variáveis, este índice também não apresentou grandes diferenças, tendo suas médias diárias se mantido dentro da faixa “desconfortável” nas três praças pesquisadas, apresentando o maior valor ($25,1^{\circ}\text{C}$) na Praça do Cais

de Arrimo e o menor (24,6°C) na Praça do Parque da Cidade, a que possui o maior percentual de vegetação em seu entorno.

Os valores médios diários, assim como os máximos e mínimos, os desvios padrão, os coeficientes de variação e amplitudes do Índice de temperatura-umidade – ITU das praças estudadas são apresentados na tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Valores médios diários do Índice de Temperatura-Umididade (ITU) – Fase I.

Praça*	ITU médio (°C)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)	ITU máximo (°C)	ITU mínimo (°C)	Amplitude (°C)
Barão (smb)	25,0	0,6	2,6	25,9	23,9	2,0
Barão (sol)	25,0	0,6	2,5	25,8	23,9	1,9
Parque (smb)	24,6	0,7	2,8	25,7	23,5	2,2
Parque (sol)	24,7	0,7	3,0	25,8	23,5	2,3
Cais (smb)	24,8	0,6	2,4	25,7	23,9	1,8
Cais (sol)	25,1	0,6	2,5	26,0	24,0	1,9

smb = sombra

* Em cada instrumento das praça foram coletadas 120 medidas (n = 120)

3.2.6.3. Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura–Umididade interpraças

Para se verificar as diferenças do Índice de Temperatura-Umididade interpraças foi realizada a análise estatística entre duas amostras independentes, de acordo com a distribuição dos dados, donde pôde-se inferir que houve diferença significativa entre a Praça Barão de Santarém e a Praça do Parque, tanto no instrumento à sombra ($p = 0,0078$), quanto no instrumento exposto ao sol ($p = 0,0224$). Na tabela 3.6 estão dispostos os resultados encontrados.

Tabela 3.6 - Diferenças interpraças do Índice de Temperatura-Umidade – Fase I.

Parâmetro	Instrumento	Pç. Barão X	Pç. Barão X	Pç. do Parque X
		Pç. do Parque	Pç. do Cais	Pç. do Cais
ITU	Sombra ^W	P = 0,0078*	P = 0,0635	P = 0,2317
	Sol ^t	P = 0,0224*	P = 0,4181	P = 0,2132

W = teste Mann-Whitney; t = teste t de Student

* Diferença significativa encontrada

3.2.6.4. Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura-Umidade intrapraças

Praça Barão de Santarém

Na figura 3.6, notam-se que as curvas dos Índices de Temperatura-Umidade, nesta praça, aparecem praticamente sobrepostas, onde as diferenças entre os valores do instrumento sob a sombra e o exposto à radiação solar foram mínimas.

Sendo assim, foi realizado o teste estatístico Mann-Whitney (teste W), onde não foi observada diferença significativa ($p = 0,9343$) entre os resultados dos valores registrados pelos instrumentos à sombra e ao sol, cujas médias foram iguais a 25°C e desvios padrão iguais a $\pm 1,3^\circ\text{C}$ e $\pm 1,4^\circ\text{C}$, respectivamente.

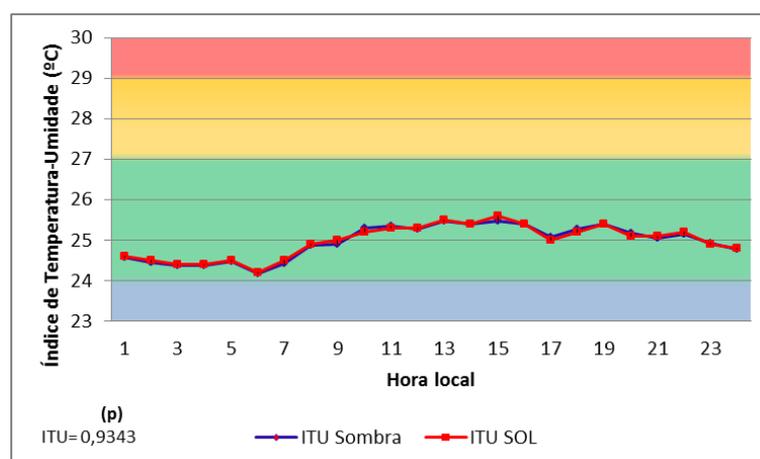


Figura 3.6 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável) da Praça Barão de Santarém.

Praça do Parque

Na Praça do Parque os valores médios horários do Índice de Temperatura-Umidade tiveram pouca diferença em relação às medições dos instrumentos à sombra e ao sol.

Realizado teste W, constatou-se que não houve diferença significativa entre os resultados dos instrumentos à sombra ($p = 0,6207$), cuja média foi $24,6 \pm 1,6^\circ\text{C}$ e ao sol, de $24,7 \pm 1,7^\circ\text{C}$. O comportamento médio horário do Índice de Temperatura – Umidade nesta praça, nos dois instrumento, pode ser observado na figura 3.7.

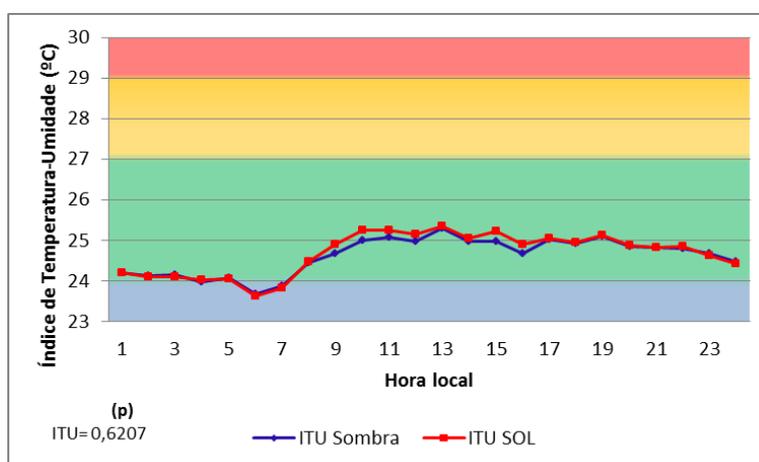


Figura 3.7 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável) da **Praça do Parque**.

Praça do Cais de Arrimo

Nesta praça, os valores médios horários do Índice de Temperatura-Umidade, embora dentro da faixa “desconfortável” apresentaram diferenças maiores em relação às medições dos instrumentos à sombra e ao sol (figura 3.8).

O teste W foi realizado e observou-se diferença significativa do Índice de Temperatura-Umidade ($p = 0,0097$) entre os resultados dos valores registrados pelos instrumentos, cuja média à sombra foi $24,8 \pm 1,1^\circ\text{C}$, e ao sol, com média $25,1 \pm 1,4^\circ\text{C}$.

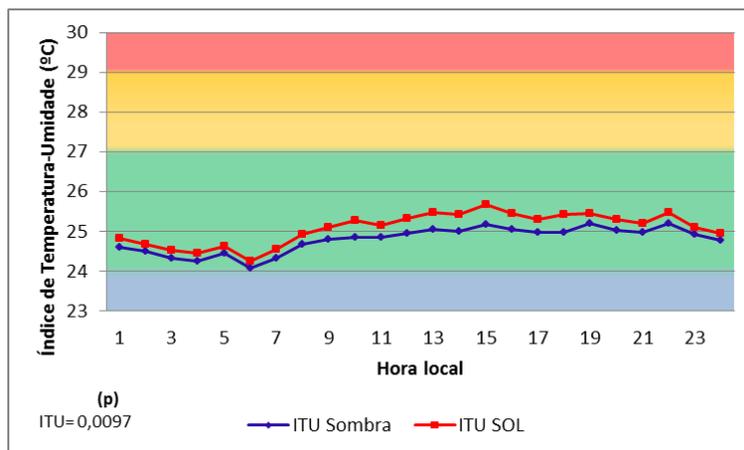


Figura 3.8 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável) da **Praça do Cais de Arrimo**.

3.2.6.5. Influência da temperatura e da umidade relativa do ar no Índice de Temperatura-Umidade

Praça Barão de Santarém

Com a finalidade de observar quanto cada uma das variáveis (temperatura e umidade relativa) influencia no comportamento do Índice de Temperatura-Umidade, realizou-se o teste de regressão linear múltipla, o qual permitiu quantificar esses valores. Nesta praça, verificou-se que, no instrumento à sombra, o valor de F (regressão) é significativo ($p = 0,0009$), assim como os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 5,9083$, $p = 0,0010$) e b_2 ($t = 4,5302$, $p = 0,0040$). Desta forma, o Índice de Temperatura-Umidade aumentaria em $0,6774^{\circ}\text{C}$ a cada acréscimo de 1°C de temperatura e $0,1023^{\circ}\text{C}$ para cada unidade percentual de umidade relativa (Equação 3.1).

$$\text{ITU} = -1,9364 + 0,6774T + 0,1023UR$$

Equação 3.1 – Análise de regressão linear múltipla – Praça Barão de Santarém – Sombra.

No instrumento exposto ao sol, o valor de F (regressão) foi significativo ($p = 0,0017$), assim como os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 5,6111$, $p =$

0,0014) e b2 ($t = 4,7699$, $p = 0,0031$), sendo que o Índice de Temperatura-Umidade se elevaria em $0,8329^{\circ}\text{C}$ com o aumento de 1°C de temperatura e $0,1382^{\circ}\text{C}$ para o acréscimo de uma unidade percentual de umidade relativa (Equação 3.2).

$$\text{ITU} = -9,2297 + 0,8329T + 0,1382UR$$

Equação 3.2 – Análise de regressão linear múltipla - Praça Barão de Santarém – Sol.

Praça do Parque

Verificou-se nesta praça, através da análise de regressão linear múltipla que, no instrumento à sombra, o valor de F (regressão) foi significativo ($p = 0,0041$) além dos coeficientes parciais de regressão b1 ($t = 4,8996$, $p = 0,0027$) e b2 ($t = 4,4358$, $p = 0,0044$). Desta forma, o Índice de Temperatura-Umidade aumentaria em $0,9617^{\circ}\text{C}$ a cada acréscimo de 1°C de temperatura e $0,1555^{\circ}\text{C}$ para cada unidade percentual de umidade relativa, de acordo com a equação 3.3.

$$\text{ITU} = -14,2108 + 0,9617T + 0,1555UR$$

Equação 3.3 – Análise de regressão linear múltipla - Praça do Parque – Sombra.

Para o instrumento ao sol, o valor de F (regressão) também foi significativo ($p = 0,0113$) e os coeficientes parciais de regressão b1 ($t = 3,3281$, $p = 0,0158$) e b2 ($t = 2,8588$, $p = 0,0288$) também o foram, sendo que o Índice de Temperatura-Umidade se elevaria em $0,6515^{\circ}\text{C}$ com o aumento de 1°C de temperatura e $0,1105^{\circ}\text{C}$ para o acréscimo de uma unidade percentual de umidade relativa (Equação 3.4).

$$\text{ITU} = -2,0555 + 0,6515T + 0,1105UR$$

Equação 3.4 – Análise de regressão linear múltipla - Praça do Parque – Sol.

Praça do Cais de Arrimo

Verificou-se nesta praça, através da análise de regressão linear múltipla que, no instrumento à sombra, o valor de F (regressão) foi significativo ($p = 0,0071$),

porém, os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 2,2413$, $p = 0,0662$) e b_2 ($t = 1,8695$, $p = 0,1107$) não o foram. Desta forma, o Índice de Temperatura-Umidade aumentaria em $0,6760^{\circ}\text{C}$ a cada acréscimo de 1°C de temperatura e $0,1128^{\circ}\text{C}$ para cada unidade percentual de umidade relativa, de acordo com a equação 3.5.

$$\text{ITU} = -2,8006 + 0,6760T + 0,1128UR$$

Equação 3.5 – Análise de regressão linear múltipla - Praça do Cais de Arrimo – Sombra.

No instrumento ao sol, o valor de F (regressão) foi significativo ($p = 0,0017$) e os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 4,4372$, $p = 0,0044$) e b_2 ($t = 3,5425$, $p = 0,0122$) também, sendo que, neste caso, o Índice de Temperatura-Umidade aumentaria $0,7323^{\circ}\text{C}$ com o aumento de 1°C de temperatura e $0,1227^{\circ}\text{C}$ para o acréscimo de uma unidade percentual de umidade relativa (Equação 3.6).

$$\text{ITU} = -5,1518 + 0,7323T + 0,1227UR$$

Equação 3.6 – Análise de regressão linear múltipla - Praça do Cais de Arrimo – Sol.

3.2.7. Perfil dos usuários das Praças na primeira fase experimental

Analisando o perfil dos usuários das praças pesquisadas, observa-se na tabela 3.7 que, nesta primeira fase, predominou indivíduos do sexo masculino na Praça do Cais de Arrimo, porém nas outras duas praças houve equilíbrio entre os gêneros. Quanto à faixa etária, a maior frequência foi de usuários entre 15 e 30 anos em todas as praças. Com relação à escolaridade, predominaram participantes com o ensino médio. A maioria dos entrevistados eram trabalhadores, mas com boa frequência de estudantes na Praça do Parque. Quando à razão pela qual frequentavam aquele espaço, houve uma melhor distribuição entre os que estavam em busca de lazer, os que estavam de passagem para o trabalho e os que trabalhavam no local, além de outras atividades que cada praça pode propiciar. A maior parte dos participantes estava ou andando ou descansando. Quanto ao perfil da vegetação, na Praça Barão de Santarém e na Praça do Parque, a maioria dos usuários as classificou como boa e/ou ótima, enquanto que na Praça do Cais de

Arrimo, foram predominantes as resposta regular e/ou ruim, revelando que a população é sensível à arborização de praças, corroborada pelos 100% dos entrevistados que responderam ser importante a vegetação nestes logradouros.

Tabela 3.7 – Frequência relativa do perfil dos usuários das praças - Fase I.

Variáveis	Classificação	Praças		
		Barão	Parque	Cais
		n = 196	n = 177	n = 202
Gênero	Masculino	57,1	52,5	73,3
	Feminino	42,9	47,5	26,7
Faixa etária	15 – 30 anos	50,5	59,3	50,3
	31 – 45 anos	31,1	28,2	31,6
	46 – 75 anos	18,4	12,4	32,2
Escolaridade	Fundamental	16,8	13,6	34,2
	Médio	58,2	50,3	44,1
	Superior Incompleto	7,1	13,6	11,4
	Superior Completo	17,3	22	9,4
	Pós-graduado	0	0	0
	N/Sabe N/informou	1	0,6	1
Profissão	Trabalhador	62,8	48	70,8
	Estudante	23	33,9	17,3
	Aposentado	3,1	5,1	6,4
	Do lar	11,2	13	4,5
Razão de frequência	Descansar/relaxar	8,2	8,5	10,9
	Exercícios	11,2	18,1	5
	Lazer	16,8	29,9	34,2
	Pass. Trabalho	21,9	8,5	20,3
	Trabalha no local	16,8	14,1	14,9
	Trazer filhos p/ brincar	0	5,6	0,5
	Outros	25	15,3	14,4
Atividade física	Andando	48,5	24,3	32,7
	Descansando	30,1	29,4	50
	Fazendo exercício	2,6	7,9	1
	Lendo/escrevendo	2,6	5,6	1
	Trabalhando	14,3	13	5
	Outros	2	19,8	10,4
Perfil da vegetação	Regular	16,8	15,8	41,1
	Boa	51	52,5	17,3
	Ótima	31,6	29,9	2,5
	Ruim	0,5	1,7	39,1

3.2.8. Percepção térmica subjetiva dos usuários das Praças

Praça Barão de Santarém

A aplicação dos questionários ocorreu nos três períodos do dia, manhã, tarde e noite, onde durante o período do dia (manhã e tarde), os questionários foram aplicados conforme os usuários das praças se encontrassem sob a sombra ou sob a incidência direta da radiação solar e, durante a noite, em qualquer ponto da praça.

Dos 196 usuários da Praça Barão de Santarém, estavam distribuídos quanto à exposição à luz solar, conforme a figura 3.9, exatamente 39,3% estavam à sombra das árvores, 37,2% estavam sob a radiação solar direta e 23,5% foram entrevistados à noite.

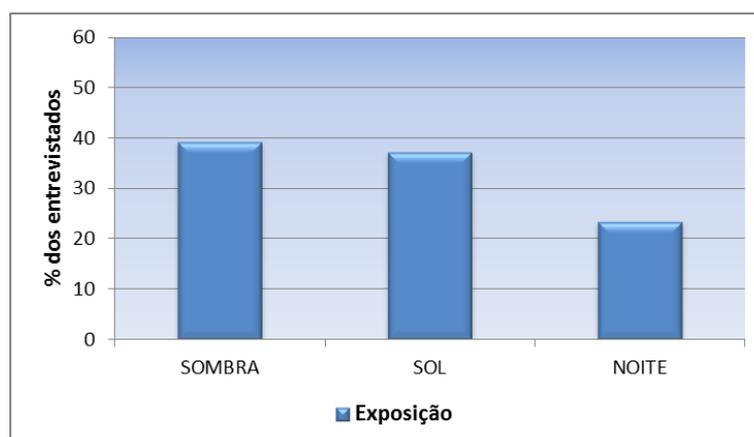


Figura 3.9 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase I.

Dos que responderam ao questionário à sombra das árvores, durante o período diurno, 88,3% responderam estar confortável, 7,8% disseram que estava desconfortável, 2,6% afirmaram que estava muito desconfortável e apenas 1,3% relatou situação de estresse.

Quanto aos que se encontravam sob a radiação solar direta, 35,6% afirmaram estar desconfortável, 39,7% acreditavam estar confortável, 19,2% responderam muito desconfortável e 5,5% estresse.

Durante o período noturno, as respostas dos usuários se concentraram em apenas duas faixas de conforto térmico, onde 87% afirmaram estar confortável e apenas 13% consideraram que estava uma situação desconfortável. A figura 3.10

expõe os resultados supraditos.

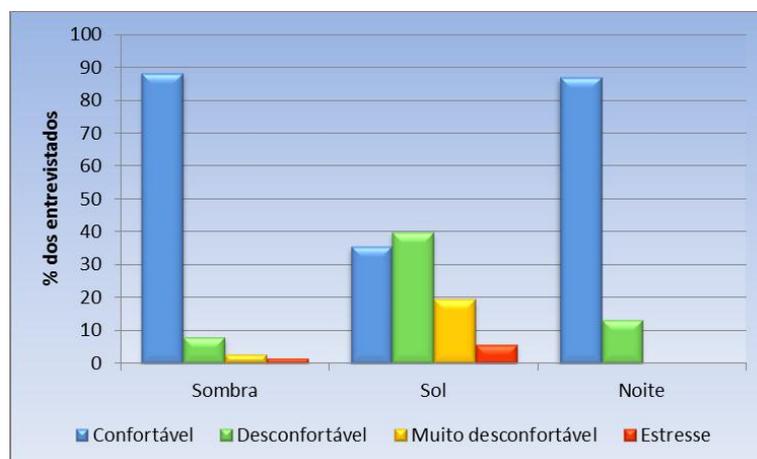


Figura 3.10 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase I.

Observa-se que a incidência de radiação solar direta, nestes casos, parece ser uma variável com significativo impacto para a percepção subjetiva de conforto térmico dos entrevistados, pois, pode-se notar que a maior parte dos usuários que responderam estar confortável foi de participantes do horário noturno e os usuários do período diurno que estavam sob a sombra, enquanto entre os que estavam sob a radiação solar direta teve um grande número de sujeitos respondendo desconfortável, muito desconfortável e até em situação de estresse.

Praça do Parque

Na Praça do Parque da Cidade, 177 usuários participaram da pesquisa, dos quais, 43,5% estavam à sombra das árvores; 29,4%, estavam sob a radiação solar direta e 27,1% foram entrevistados à noite (figura 3.11).

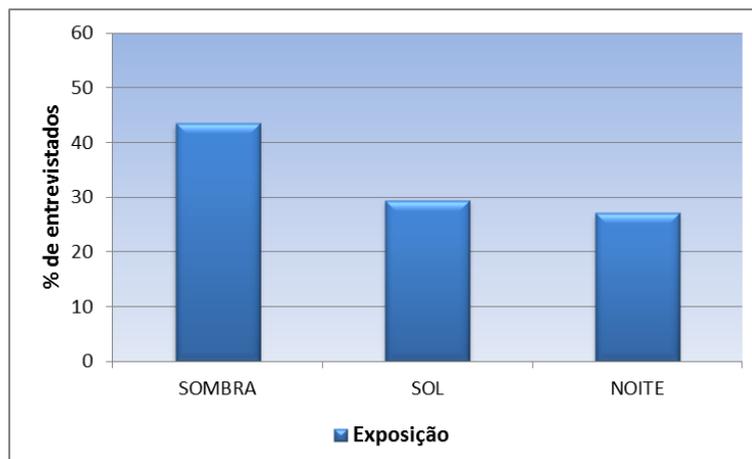


Figura 3.11 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Parque - Fase I.

Dos que responderam ao questionário à sombra das árvores, durante o período diurno, 81,8% responderam que estava confortável, 14,3% disseram que estava desconfortável, 1,3% afirmaram que estava muito desconfortável e 2,6% relatou situação de estresse.

Dos participantes que foram entrevistados sob a radiação solar direta, 38% afirmaram estar desconfortável, 46% acreditavam estar confortável, 8% estavam se sentindo muito desconfortável e 8% em situação de estresse.

À noite as respostas dos usuários se concentraram em apenas duas faixas de conforto térmico, quando 85,4% afirmaram estar confortável e 14,6% consideraram que estava uma situação desconfortável (figura 3.12).

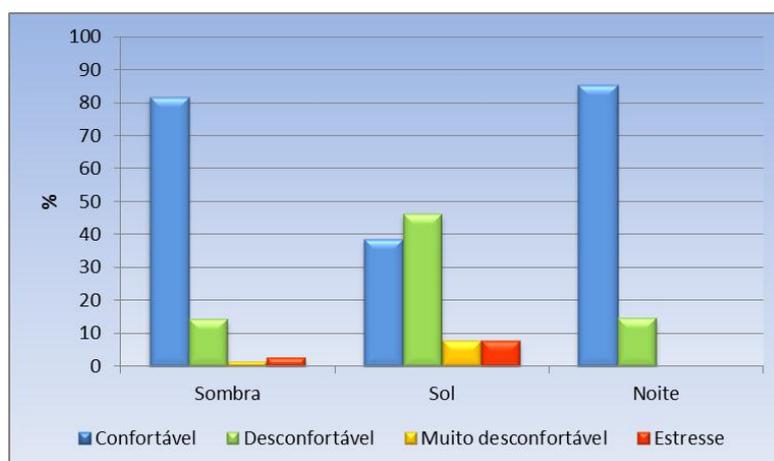


Figura 3.12 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça do Parque – Fase I.

Praça do Cais de Arrimo

Na Praça do Cais de Arrimo, 202 usuários participaram da pesquisa, os quais foram abordados conforme a figura 3.13, onde, no período diurno, 41,6% participantes estavam à sombra, 36,6% ao sol e 21,8% participaram à noite.

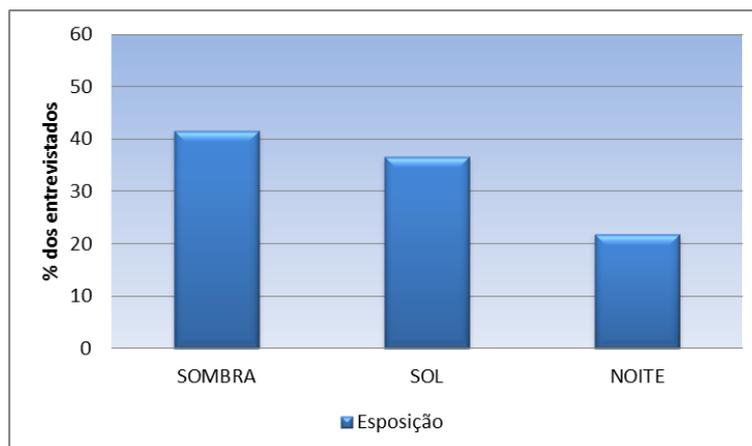


Figura 3.13 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Cais de Arrimo - Fase I.

Nesta praça, as respostas dos usuários seguiu o mesmo padrão das demais, onde, mais uma vez, parece ser a radiação solar um importante elemento meteorológico para a percepção subjetiva, pois dos que responderam ao questionário à sombra das árvores, 76,2% disseram que estava confortável, 19% afirmaram que estava desconfortável e 3,6% opinaram em muito desconfortável.

Dos usuários que estavam sob a radiação solar direta, 41,9% afirmaram estar confortável, 40,5% disseram que estava desconfortável, 14,9% estavam se sentindo muito desconfortável e 2,7% em situação de estresse.

À noite, mais uma vez, as respostas dos usuários se concentraram em apenas duas faixas de conforto térmico, quando 90,9% afirmaram estar confortável e 9,1% consideraram que estava uma situação desconfortável.

O comportamento das respostas dos usuários desta praça está descrito na figura 3.14.

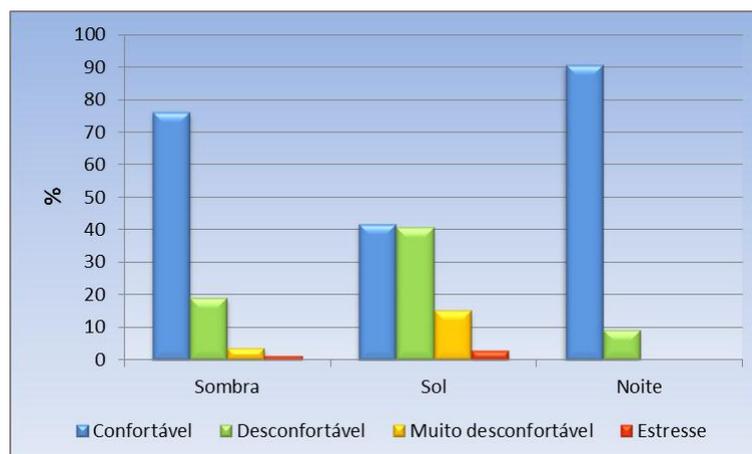


Figura 3.14 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça do Cais de Arrimo - Fase I

3.2.9. Relação entre Índice de Temperatura-Umididade e a percepção térmica subjetiva

Para a determinação do Índice de Temperatura-Umididade foi utilizada a equação formulada por Thom (1959) e classificada conforme tabela elaborada pelo mesmo autor. O índice subjetivo, que corresponde à resposta número 1 do IV item do questionário, foi classificado conforme a mesma tabela. Porém como os participantes da pesquisa apenas responderam ao questionário conforme a faixa de conforto, não foi atribuído um valor numérico.

Por esta razão, para fazer a relação entre o Índice de Temperatura-Umididade e a Percepção Térmica Subjetiva foram realizados os seguintes procedimentos:

1. Atribuído um valor médio para cada faixa de conforto, conforme demonstrado na tabela 3.8;

Tabela 3.8 – Faixa de desconforto térmico baseado no modelo de THOM, adaptada para estimação da percepção térmica subjetiva.

FAIXA (ITU)	DESCONFORTO	Percepção térmica subjetiva (Média da faixa de conforto)
>29 °C	Estresse	30 °C
27 - 29 °C	Muito Desconfortável	28 °C
24 - 27 °C	Desconfortável	25,5 °C
21 - 24 °C	Pouco Desconfortável	22,5 °C

ITU = Índice de Temperatura-Umididade.

2. Em seguida, conforme o número de respondentes para cada faixa de conforto, foi calculada a média ponderada para cada horário, utilizando a média da faixa de conforto e considerando apenas os respondentes dos horários diurnos para analisar a influência da vegetação;
3. A partir disso, aplicou-se a regressão linear simples, donde foi possível verificar quanto o Índice de Temperatura-Umidade implicou na percepção térmica subjetiva dos usuários, analisando o grau de dependência desta em relação àquela.

Praça Barão de Santarém

Sendo assim, na figura 3.15a, observa-se, à sombra, que o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,8894$) e constata-se pelo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,029$) do teste de regressão linear simples que apenas 2,9% da variável dependente é explicada pela variável preditiva, devendo outros fatores atuar como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários desta praça.

Ao sol, por outro lado, notou-se uma melhor relação entre as variáveis. Ainda que o valor F (regressão) não seja significativo ($p = 0,1870$), com coeficiente de determinação ($R^2 = 0,2306$), verificou-se que 23,06% da variável dependente (percepção térmica subjetiva dos usuários) é explicada pela variável preditiva (Índice de Temperatura-Umidade), tendo certamente outros fatores atuando como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários (figura 3.15b).

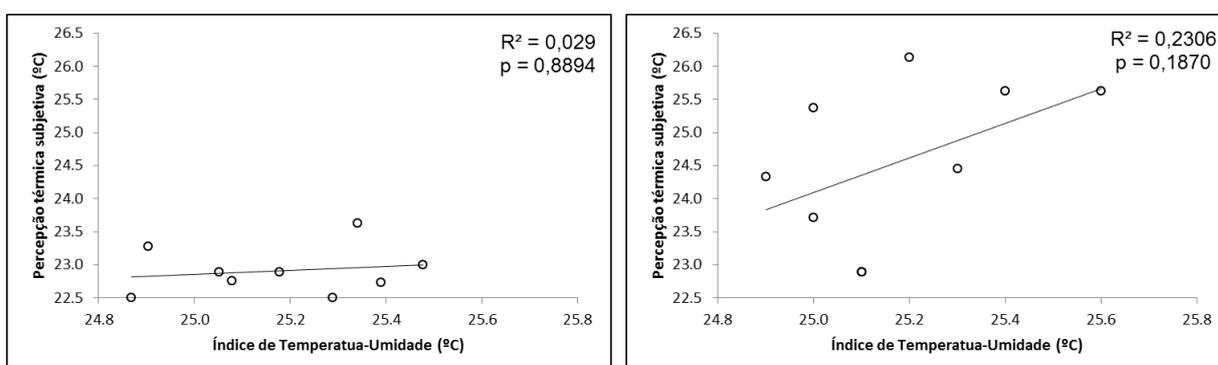


Figura 3.15 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça Barão de Santarém.

Praça do Parque

Semelhante à Praça Barão, na Praça do Parque observa-se que, à sombra, o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,0799$), porém, constata-se pelo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,4415$) que as respostas dos usuários quanto à sensação térmica são influenciadas em 44,15% pela variável preditiva (Índice de Temperatura-Umididade), devendo, também, haver outros fatores atuando como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários desta praça (figura 3.16a) e no período da coleta de dados.

Ao sol, conforme figura 3.16b, o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,6081$) e o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,0581$) indica que apenas 5,81% da variável dependente é explicada pela variável preditiva, onde outros fatores devem agir como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários.

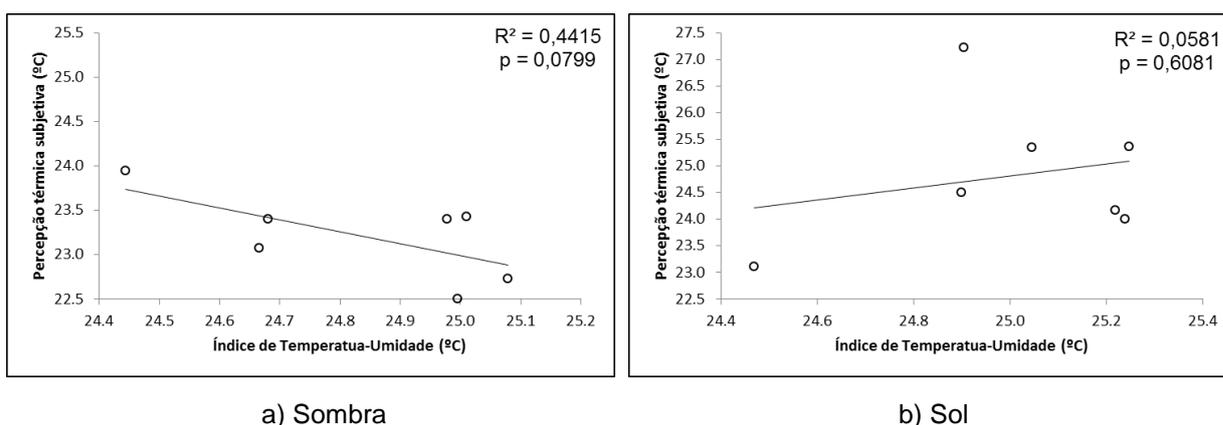


Figura 3.16 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umididade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Parque.

Praça do Cais de Arrimo

Observa-se na figura 3.17a que, semelhante às outras, na Praça do Cais de Arrimo, à sombra, o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,2953$) e o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,0847$) mostra que o índice de Temperatura-Umidade influencia em apenas 8,47% as respostas dos usuários, devendo, também, haver outros fatores atuando como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários desta praça.

Ao sol, o valor F (regressão) também não foi significativo nesta praça ($p = 0,2475$) e o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,2134$), indicando que 21,34% da

variável dependente é elucidada pela variável preditiva, sendo que outros fatores devem operar como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários (figura 3.17b).

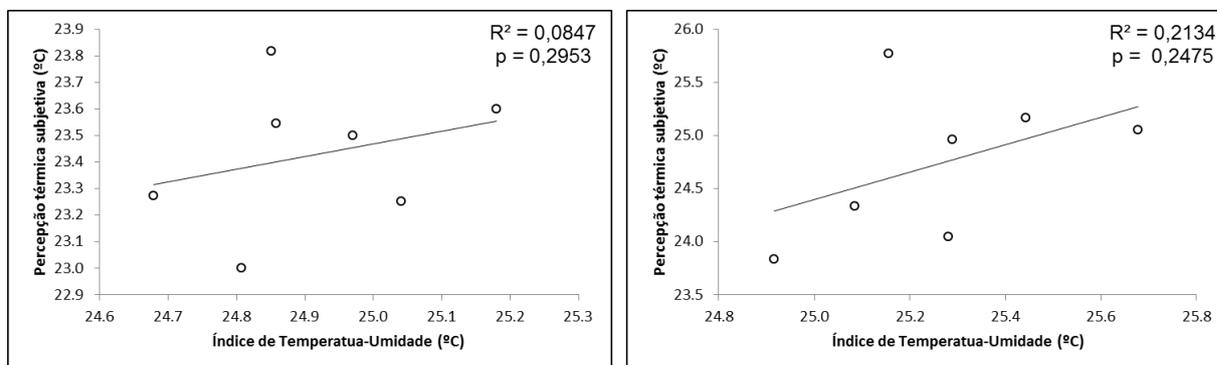


Figura 3.17 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Cais de Arrimo.

Discussões da primeira fase experimental

Os valores médios horários e diários da temperatura do ar, na primeira fase experimental, período chuvoso da região, apesar de não apresentarem grandes diferenças intrapraças, revelaram a influência da vegetação na temperatura local, pois nos instrumentos à sombra de árvores as temperaturas registradas foram inferiores ($26,9 \pm 1,4^\circ\text{C}$ Praça Barão, $26,3 \pm 1,6^\circ\text{C}$ Praça do Parque e $27,3 \pm 1,4^\circ\text{C}$ na Praça do Cais de Arrimo) às dos instrumentos expostos ao sol ($27,1 \pm 1,4^\circ\text{C}$ Praça Barão, $26,7 \pm 2^\circ\text{C}$ Praça do Parque e $27,4 \pm 1,5^\circ\text{C}$ na Praça do Cais de Arrimo).

A importância desse elemento natural (vegetação) pôde ser verificada quando feita a análise da diferença interpraças. Na Praça do Parque, anexa ao Parque Municipal da Cidade e com o maior percentual de vegetação em seu entorno, as temperaturas médias horárias ($26,3 \pm 1,6^\circ\text{C}$ e $26,7 \pm 2^\circ\text{C}$, à sombra e ao sol, respectivamente) foram inferiores às da Praça do Cais de Arrimo, que não possui arborização, com médias horárias iguais a $27,3 \pm 1,4^\circ\text{C}$ à sombra e $27,4 \pm 1,5^\circ\text{C}$ ao sol, sendo que houve diferença significativa no instrumento à sombra, entre estas duas praças ($p = 0,0274$).

Esses resultados estão de acordo com os de outras pesquisas, como a de Giralte (2006), realizada na cidade de Torres-RS, onde foi verificado que os índices

de conforto térmico apresentaram diferenças entre três praças estudadas, devido à forma urbana das mesmas, selecionadas em função da altura e a densidade das edificações, a natureza das superfícies de revestimento e a presença de vegetação. O autor observou, também, que a vegetação é um elemento importante na modificação dos valores de temperatura e umidade, na comparação entre as praças.

Barbosa *et al.* (2003) constataram que a presença de vegetação influenciou nos resultados de pesquisa realizada na cidade de Maceió-AL, de modo a determinar microclimas favoráveis ao conforto térmico na malha urbana da cidade, evidenciando o impacto positivo da vegetação urbana na melhoria das condições microclimáticas, em especial, do rigor térmico, em cidades de clima quente e úmido e de baixa latitude.

De Kauffman *et al.* (2001), em estudo para avaliação de conforto em áreas livres de clima quente úmido, na cidade de Maracaibo, Venezuela, verificaram que a vegetação representa um importante papel na modificação e amenização climática, sobretudo quando se trata de árvores de grande porte.

Da mesma forma, pôde-se observar a influência da vegetação sobre a umidade relativa, já que os maiores valores foram registrados nos instrumentos à sombra de vegetação, proporcionados certamente pelas temperaturas menores nesses pontos, como também, possivelmente, pelo processo de evapotranspiração das plantas.

De acordo com Gartland (2010), conforme o processo de evapotranspiração refresca o ar, o vapor d'água liberado através das folhas das plantas aumenta a umidade relativa do ar. E que essa umidade pode ser bem vinda em climas desérticos e secos, porém, em climas mais úmidos, essa umidade adicional pode não trazer benefícios. No entanto, embora existam poucos trabalhos, até então, que avaliem os prós e contras da redução da temperatura em troca do aumento da umidade em consequência da evapotranspiração, quando árvores e vegetação são empregadas com cautela, sabe-se que os benefícios decorrentes de temperaturas mais baixas superam os efeitos negativos promovidos pelo aumento de umidade.

Na primeira fase experimental da pesquisa a temperatura se manteve em níveis tais que, combinada com a alta umidade relativa do ar, característica da região, sobretudo no período mais chuvoso, sustentou o Índice de Temperatura-Umididade dentro da faixa “desconfortável” em todas as praças pesquisadas, apresentando valores médios diários muito próximos entre o instrumento à sombra e

o instrumento ao sol. Certamente, isso ocorre por serem as variáveis envolvidas no índice, inversamente proporcionais, onde o aumento da temperatura do ar em um local implica na redução da umidade relativa do ar, resultando em valores do Índice de Temperatura-Umididade semelhantes.

Apesar disso, nos instrumentos sombreados por vegetação os valores do Índice de Temperatura-Umididade foram ligeiramente menores que nos instrumentos não protegidos, denotando mais uma vez que a vegetação interfere na amenização do conforto térmico de praças públicas.

Resultados similares ao desta pesquisa foram encontrados por Pascoalino *et al.* (2007) em pesquisa que avaliou o conforto térmico e o Índice de Temperatura Efetiva de Thom (1959), comparando três localidades paulistas (São Paulo, Limeira e Rio Claro). Os autores concluíram que a presença de vegetação, próxima ao ponto de coleta em Rio Claro e em São Paulo, foi considerada fator interveniente na amenização térmica e na manutenção do conforto, enquanto que a cidade de Limeira apresentou, em quatro dos cinco dias analisados, situação de desconforto térmico durante o período da tarde, demonstrando, segundo os autores, a necessidade da tomada de medidas estratégicas como a arborização de vias públicas e a criação de equipamentos urbanos tais como praças públicas destinadas à regulação térmica e às atividades de lazer, cumprindo com suas funções ambiental e social.

Quando realizada a análise através do teste de regressão linear múltipla, notou-se que a temperatura foi a variável que mais influenciou no Índice de Temperatura-Umididade, isto é, pequenas variações da temperatura promoveram grandes modificações no conforto térmico. Possivelmente, essa comprovação responde o fato de o Índice de Temperatura-Umididade nos instrumentos (sombra e sol) apontarem valores médios muito próximos, revelando situação de desconforto térmico em todos os horários da pesquisa em todas as praças.

Corroborando esses achados, Costa (1998) afirma que, em regiões equatoriais, onde predominam temperaturas e umidades do ar elevadas durante todo o ano, um pequeno aumento na temperatura do ar pode proporcionar um grande desconforto térmico.

Durante o período diurno, à sombra, e durante o período noturno, a maioria das respostas sobre percepção térmica subjetiva dos usuários de todas as praças se concentraram na faixa “confortável”. Já durante o dia, ao sol, a maioria das

respostas dos voluntários se concentrou nas faixas “desconfortável” e “muito desconfortável”, revelando que a incidência direta da radiação solar pode ser de extrema importância na percepção térmica subjetiva das pessoas, o que reforça a importância da presença de vegetação em praças públicas.

Quando relacionados o Índice de Temperatura–Umidade encontrado durante este período e a percepção térmica subjetiva, verificou-se que as respostas dos usuários, na maioria dos casos, sofrem pouca influência da condição de conforto baseada no Índice utilizado, o que pode significar que outros fatores devem influenciar na percepção térmica dos indivíduos, como por exemplo, fatores de adaptação fisiológica e psicológica, que podem ser responsáveis pelas diferenças entre a avaliação de conforto objetiva e a subjetiva.

Resultado parecido foi encontrado por Giralt (2006), ainda que tenha utilizado outros índices de conforto térmico. O autor observou, em estudo na cidade de Torres-RS, que os resultados apresentaram discrepância, ou seja, a percepção dos usuários das praças não correspondeu aos resultados dos índices.

3.3. Segunda fase experimental

3.3.1. Temperatura e umidade relativa média horária

A segunda fase experimental foi realizada no período de 05 a 09 de setembro de 2011, período menos chuvoso da Região. Nesta fase, a temperatura média horária do ar, em todas as praças analisadas, também apresentou um comportamento padrão para a Região Equatorial, sofrendo um aumento gradativo desde as primeiras horas da manhã até atingir um máximo que oscilou entre 13 e 17 horas. Como se pode notar nas figuras 3.18a e 3.18b, a partir desse momento teve início um declínio gradativo, culminando com valores mínimos por volta das 06 horas, quando alcançou 26,5°C na Praça do Parque. Do mesmo modo como ocorreu na primeira fase, nos instrumentos localizados à sombra, os menores valores de temperatura ocorreram na praça com maior percentual de vegetação, isto é, na Praça do Parque. Já as maiores temperaturas ocorreram na Praça do Cais de

Arrimo, cujo instrumento, localizado à sombra, ficou protegido da radiação solar pelo telhado de um quiosque e não por vegetação como nas demais praças.

A umidade relativa do ar, também, apresentou um padrão bem característico, atingindo os menores valores por volta das 13 às 17 horas, onde a partir daí sofre um aumento gradativo, atingindo os valores mais elevados por volta da zero hora até 06 horas da manhã.

Mesmo no período menos chuvoso da região, os valores médios horários de umidade relativa do ar foram elevados na área urbana de Santarém, oscilando, nesse período, entre um valor médio mínimo de 54% na Praça do Parque da Cidade, no instrumento exposto ao sol, até um valor médio máximo de 87,1% também na Praça do Parque.

Durante esta fase da pesquisa foram observadas amplitudes maiores no comportamento médio diário da umidade relativa do ar, tendo alcançado o valor absoluto máximo de 33,8% na Praça do Parque.

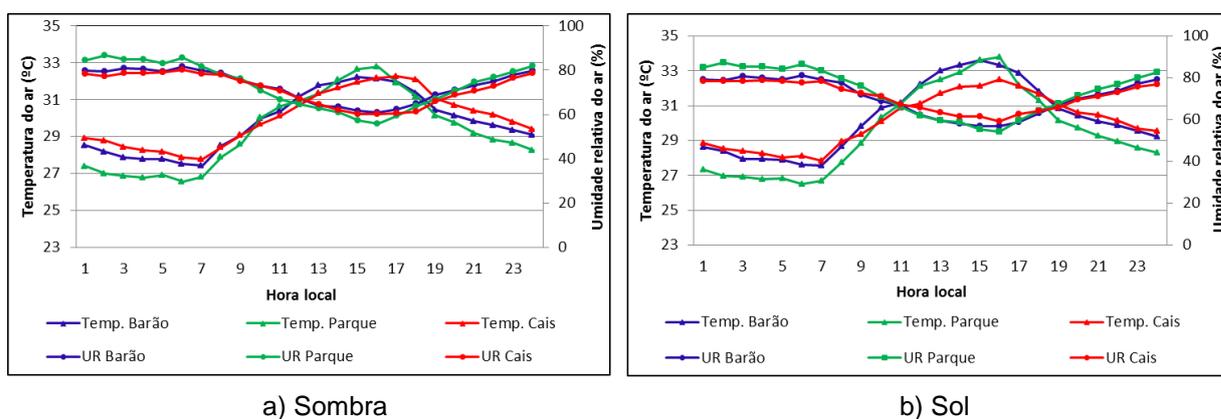


Figura 3.18 - Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar das três praças.

3.3.2. Valores médios diários da temperatura do ar

Nesta fase, as temperaturas médias diárias também não apresentaram grandes variações interpraças, considerando a configuração morfológica. Os menores valores foram observados na Praça do Parque, no instrumento sombreado por árvores, cujo valor foi $29,3 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$, certamente, por influência da vegetação circundante.

As temperaturas médias máximas encontradas nas três praças também não

apresentaram grandes diferenças, variando desde um máximo de 33,9°C, verificado na Praça do Parque, no instrumento exposto à radiação solar, até um mínimo de 32,3°C na Praça Barão de Santarém, no instrumento localizado sob a sombra da vegetação.

Quanto às temperaturas médias mínimas observadas, essas variaram de um máximo de 27,8°C, na Praça do Cais de Arrimo, no instrumento localizado ao sol, até um valor mínimo de 26,4°C na Praça do Parque, valores encontrados em ambos os instrumentos daquela praça.

As amplitudes térmicas sofreram variações um pouco maiores do que na primeira fase, registrando-se o valor máximo de 7,5°C na Praça do Parque, no instrumento localizado ao sol e a mínima de 4,7°C, verificada na Praça do Cais de Arrimo, no instrumento localizado na sombra.

Os valores diários das temperaturas médias, máximas e mínimas, do desvio padrão, coeficiente de variação e amplitudes térmicas das praças estudadas são apresentados na tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Valores médios diários da temperatura do ar - Fase II

Praça*	Temperatura média do ar (°C)	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)	Temperatura máxima do ar (°C)	Temperatura mínima do ar (°C)	Amplitude térmica (°C)
Barão (smb)	29,8	1,6	5,5	32,3	27,3	5,0
Barão (sol)	30,3	2,1	6,8	33,8	27,4	6,4
Parque (smb)	29,3	2,1	7,1	33,0	26,4	6,6
Parque (sol)	29,6	2,4	8,2	33,9	26,4	7,5
Cais (smb)	30,0	1,5	5,0	32,4	27,7	4,7
Cais (sol)	30,1	1,5	5,1	32,7	27,8	4,9

smb = sombra

* Em cada instrumento das praça foram coletadas 120 medidas (n = 120)

3.3.3. Valores médios diários da umidade relativa do ar

Assim como no outro período estudado, a umidade relativa do ar não apresentou grandes diferenças em suas médias diárias entre as praças. Observa-se, na tabela 3.10, que o menor valor médio ocorreu na Praça Barão de Santarém (70,7±9,2%), no instrumento ao sol. Os maiores valores foram verificados na Praça

do Parque ($73,3\pm 10,4\%$ e $73,1\pm 11,4\%$) nos instrumentos à sombra e ao sol, respectivamente.

Quanto aos valores médios máximos encontrados nos três logradouros, sem grandes distinções entre as praças, os maiores valores ocorreram nos instrumentos localizados na Praça do Parque ($90,9\%$ e $91,4\%$) e os menores valores na Praça do Cais de Arrimo ($86,7\%$ e $82,9\%$) nos instrumentos à sombra e ao sol, respectivamente.

Em relação aos valores mínimos, esses variaram de um mínimo de $53,9\%$, verificado na Praça Parque, no instrumento localizado ao sol, até um valor máximo de $60,3\%$ na Praça Barão de Santarém, no instrumento protegido da radiação solar.

As amplitudes higrométricas, nesta fase, sofreram modestas variações, mas foram relativamente maiores que na fase chuvosa, tendo o valor máximo de $37,5\%$ ocorrido na Praça do Parque, no instrumento localizado ao sol, e amplitude térmica mínima de $23,6\%$ verificada na Praça do Cais de Arrimo, no instrumento exposto à radiação solar.

Tabela 3.10 - Valores médios diários da umidade relativa do ar - Fase II

Praça*	Umidade relativa média do ar (%)	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)	Umidade relativa máxima do ar (%)	Umidade relativa mínima do ar (%)	Amplitude (%)
Barão (smb)	72,9	7,8	10,7	88,4	60,3	28,1
Barão (sol)	70,7	9,2	13,0	88,1	55,5	32,6
Parque (smb)	73,3	10,4	14,2	90,9	55,6	35,3
Parque (sol)	73,1	11,4	15,5	91,4	53,9	37,5
Cais (smb)	71,6	7,9	11,1	86,7	59,0	27,7
Cais (sol)	71,0	7,0	9,9	82,9	59,3	23,6

smb = sombra

* Em cada instrumento das praça foram coletadas 120 medidas ($n = 120$)

3.3.4. Análise estatística das diferenças termohigrométricas interpraças

Através da análise estatística que consiste na comparação entre resultados de duas amostras independentes, de acordo com a distribuição dos dados, pode-se

verificar que, quanto à temperatura e umidade relativa do ar, não houve diferença significativa em nenhum dos instrumentos. Na tabela 3.11 estão dispostos os resultados encontrados.

Tabela 3.11 – Diferenças termohigrométricas interpraças – Fase II

Variável	Localização	Pç. Barão X	Pç. Barão X	Pç. do Parque X
		Pç. do Parque	Pç. do Cais	Pç. do Cais
Temperatura	Sombra	$p = 0,3900^t$	$p = 0,6100^t$	$p = 0,1863^t$
	Sol	$p = 0,2733^t$	$p = 0,7354^t$	$p = 0,3623^t$
Umid. Relativa	Sombra	$p = 0,7337^w$	$p = 0,2790^w$	$p = 0,4154^w$
	Sol	$p = 0,2883^w$	$p = 0,6725^w$	$p = 0,3223^w$

W = teste Mann-Whitney; t = teste t de Student; Pç = Praça

3.3.5. Análise estatística das diferenças termohigrométricas intrapraças

Praça Barão de Santarém

No período menos chuvoso da região o comportamento médio horário de temperatura e umidade relativa mantiveram um comportamento padrão. Como esperado, na Praça Barão de Santarém os menores valores de temperatura foram registrados no instrumento sob a proteção da radiação solar por vegetação, com valor médio à sombra igual a $29,8 \pm 1,6^\circ\text{C}$ e ao sol igual a $30,3 \pm 2^\circ\text{C}$. Quanto à umidade relativa do ar, no instrumento localizado à sombra de uma árvore, foram registrados os maiores valores, com média de $72,9 \pm 7,1\%$ (figura 3.22).

A partir da análise estatística entre duas amostras independentes, conforme a distribuição dos dados, concluiu-se que, tanto com relação à temperatura ($p = 0,3399$), quanto à umidade relativa ($p = 0,3274$), não houve diferença significativa entre os resultados registrados pelos instrumentos.

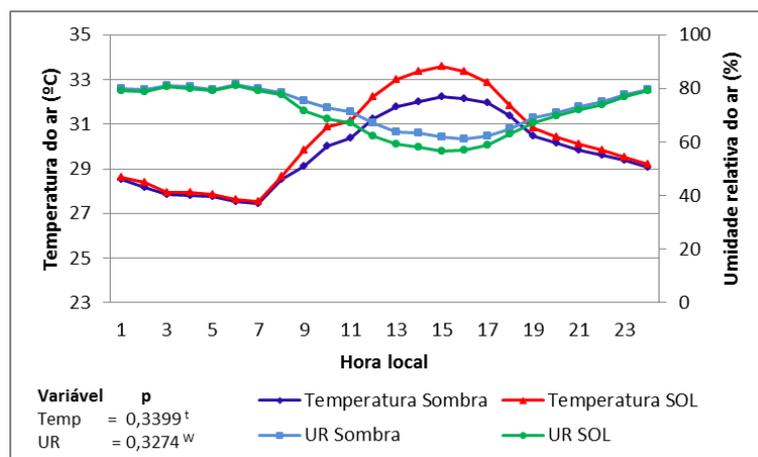


Figura 3.19 - Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da **Praça Barão de Santarém**
W = Mann-Whitney; t = Teste t de Student

Praça do Parque

Na Praça do Parque, notaram-se os menores valores médios horários de temperatura no instrumento que se encontrava à sombra da vegetação, com o valor médio de $29,3 \pm 2,0^\circ\text{C}$ contra $29,6 \pm 2,4^\circ\text{C}$ ao sol. A umidade relativa do ar, no instrumento localizado à sombra, apresentou valores ligeiramente maiores no instrumento sombreado por árvores, com média de $73,3 \pm 10\%$ (figura 3.23).

A partir da análise estatística entre duas amostras independentes com dados de distribuição não-normal, , conclui-se que não houve diferenças significativas entre os resultados registrados nos instrumentos à sombra e ao sol, tanto na temperatura ($p = 0,6854$), quanto na umidade relativa ($p = 0,9425$).

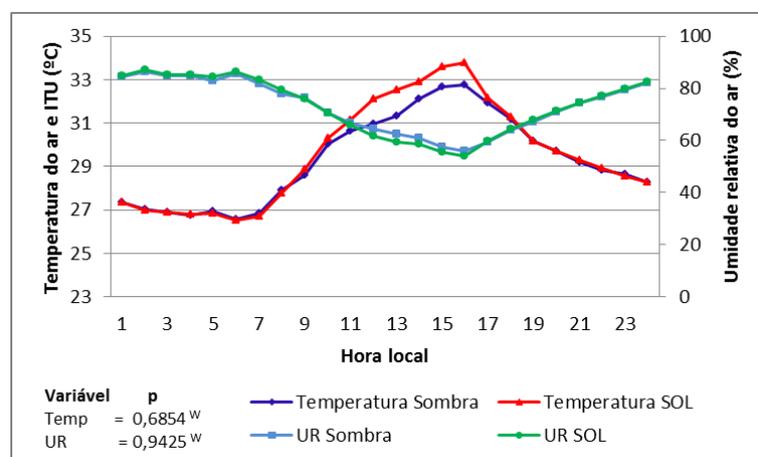


Figura 3.20 - Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da **Praça do Parque**
W = Mann-Whitney

Praça do Cais de Arrimo

Na Praça do Cais de Arrimo, a qual apresenta o menor índice percentual de vegetação nas suas proximidades, nesta fase, a exemplo da primeira, os menores valores de temperatura foram registrados no instrumento à sombra, mas, com diferenças bem menores entre um instrumento e outro que nas outras praças, sendo a que a média horária à sombra foi $30\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ e ao sol, $30,1\pm 1,5^{\circ}\text{C}$. A umidade relativa do ar, também apresentou valores ligeiramente maiores registrados no instrumento localizado à sombra do telhado de um dos quiosques, com média de $71,6\pm 7,2\%$, (figura 3.24).

Na análise estatística entre duas amostras independentes, com dados de distribuição não-normal, constatou-se que, de fato, não houve diferenças significativas entre os resultados registrados pelos instrumentos à sombra e ao sol, nem da temperatura ($p = 0,8103$), nem da umidade relativa ($p = 0,6801$).

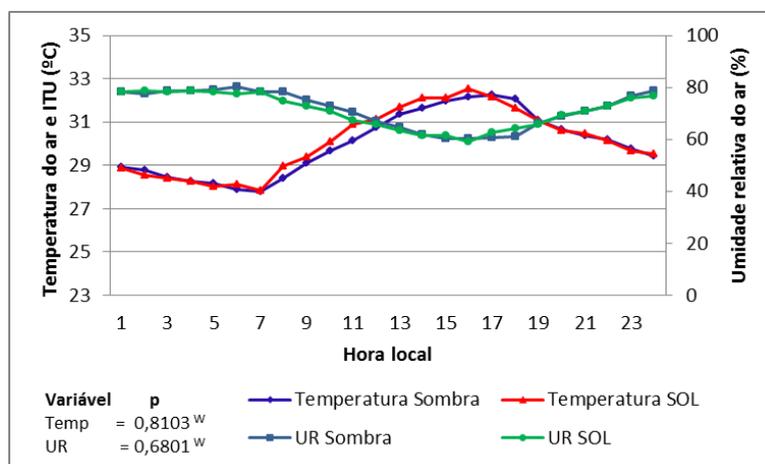
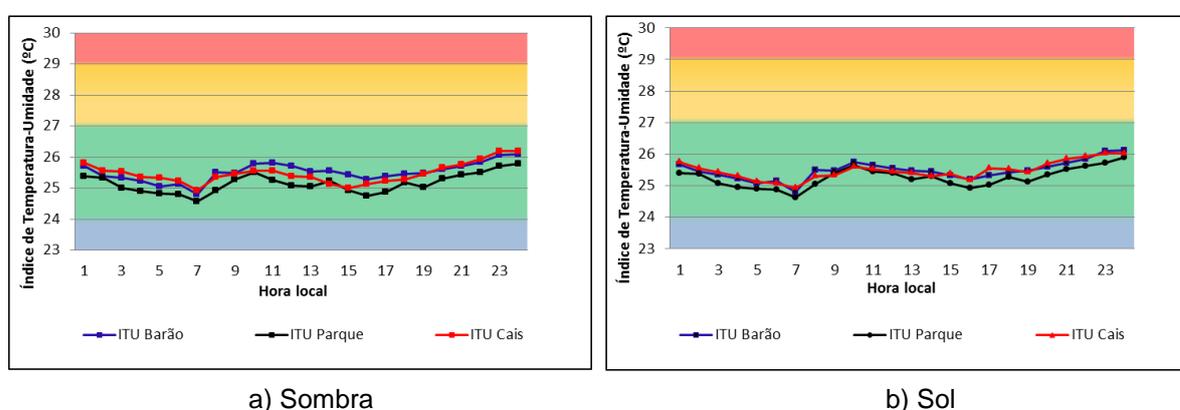


Figura 3.21 - Distribuição média horária da temperatura e umidade relativa do ar da **Praça do Cais de Arrimo**

3.3.6. Índice de Temperatura–Umidade (ITU)

3.3.6.1. Valores médios horários do Índice de Temperatura–Umidade

No período menos chuvoso, os valores médios horários do Índice de Temperatura–Umidade mantiveram-se totalmente dentro da faixa “desconfortável”, tanto nos instrumentos localizados à sombra, quanto nos ao sol. Vale ressaltar, como se pode notar nas figuras 3.25a e 3.25b, que nesse parâmetro, também, os valores obtidos foram menores na Praça do Parque (médias horárias iguais a $25,1\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ à sombra e $25,3\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ao sol), praça com o maior percentual de vegetação em seus arredores, reforçando que este componente influencia positivamente no conforto térmico dos espaços livres da cidade.



a) Sombra b) Sol
Figura 3.22 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umididade, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável).

3.3.6.2. Valores médios diários do Índice de Temperatura-Umididade

O Índice de Temperatura–Umidade não apresentou diferenças significativas, tendo suas médias diárias se mantido dentro da faixa “desconfortável” nas três praças pesquisadas, apresentando o maior valor ($25,5^{\circ}\text{C}$) igualmente em duas praças, na Praça Barão de Santarém e na Praça do Cais de Arrimo, em ambos os instrumentos (sol e sombra). E o menor valor encontrado ($25,1^{\circ}\text{C}$) foi no instrumento

à sombra, na Praça do Parque da Cidade.

Ainda dentro da faixa de desconforto e sem grandes variações entre as praças quanto ao Índice, os valores médios máximos variaram desde um máximo de 26,7°C na Praça do Cais de Arrimo, instrumento à sombra, até um valor mínimo de 26,1°C na Praça do Parque (sombra e sol).

Com uma amplitude máxima de 2,1°C, registrada na Praça do Cais de Arrimo, sol, o ITU médio mínimo variou desde um máximo de 24,7°C nesta mesma praça, até um mínimo de 24,3°C na Praça do Parque, sombra (tabela 3.12).

Tabela 3.12 - Valores médios diários do Índice de Temperatura-Umididade (ITU) - Fase II

Praça*	ITU médio (°C)	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)	ITU máximo (°C)	ITU mínimo (°C)	Amplitude (°C)
Barão (smb)	25,5	0,5	1,9	26,6	24,6	2,0
Barão (sol)	25,5	0,5	1,9	26,6	24,6	2,0
Parque (smb)	25,1	0,5	1,8	26,1	24,3	1,8
Parque (sol)	25,3	0,4	1,7	26,1	24,4	1,7
Cais (smb)	25,5	0,5	2,1	26,7	24,6	2,1
Cais (sol)	25,5	0,4	1,6	26,4	24,7	1,6

smb = sombra

* Em cada instrumento das praça foram coletadas 120 medidas (n = 120)

3.3.6.3. Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura–Umididade interpraças

Os valores médios do Índice de Temperatura-Umididade mantiveram-se, nas três praças, dentro da faixa “desconfortável”. Realizado o teste t de Student, que compara a diferença entre duas amostras independentes com distribuição normal, observou-se que, estatisticamente, as diferenças foram significativas ($p < 0,05$) entre os resultados da Praça Barão de Santarém e da Praça do Parque, e entre os da Praça do Parque e da Praça do Cais de Arrimo, tanto no instrumento à sombra, quanto no instrumento localizado ao sol, conforme mostra a. tabela 3.13.

Tabela 3.13 - Diferenças interpraças do Índice de Temperatura-Umidade – Fase II

Parâmetro	Instrumento	Pç. Barão X	Pç. Barão X	Pç. do Parque X
		Pç. do Parque	Pç. do Cais	Pç. do Cais
ITU	Sombra ^t	0,0002*	0,6861	0,0010*
	Sol ^t	0,0153*	0,8831	0,0183*

^t = teste t

* Diferença significativa encontrada

3.3.6.4. Análise estatística das diferenças do Índice de Temperatura-Umidade intrapraças

Praça Barão de Santarém

Nesta praça foi mínima a diferença do Índice de Temperatura-Umidade entre os instrumentos à sombra e ao sol, a exemplo do período mais chuvoso (figura 3.26). A partir da aplicação do teste W não foi observada diferença significativa ($p = 0,7408$) entre os resultados calculados dos instrumentos à sombra e ao sol, que tiveram suas médias horárias iguais, $25,5 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

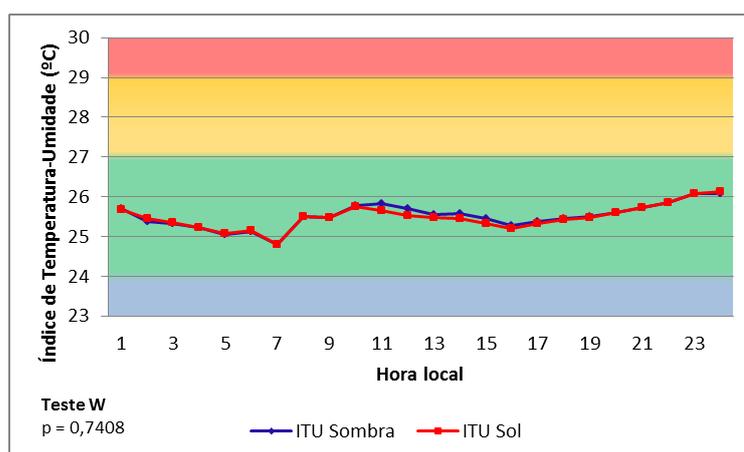


Figura 3.23 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável) da **Praça Barão de Santarém**

Praça do Parque

Os valores médios horários do Índice de Temperatura-Umidade, na Praça do Parque, apresentaram pouca diferença em relação às medições dos instrumentos à sombra e ao sol.

O resultado do teste estatístico realizado mostrou que não houve diferença significativa entre os registros dos instrumentos à sombra e ao sol ($p = 0,1985$), cujas médias foram $25,1 \pm 0,3^\circ\text{C}$ e de $25,3 \pm 0,3^\circ\text{C}$, respectivamente. O comportamento médio horário do Índice de Temperatura – Umidade pode ser observado na figura 3.27.

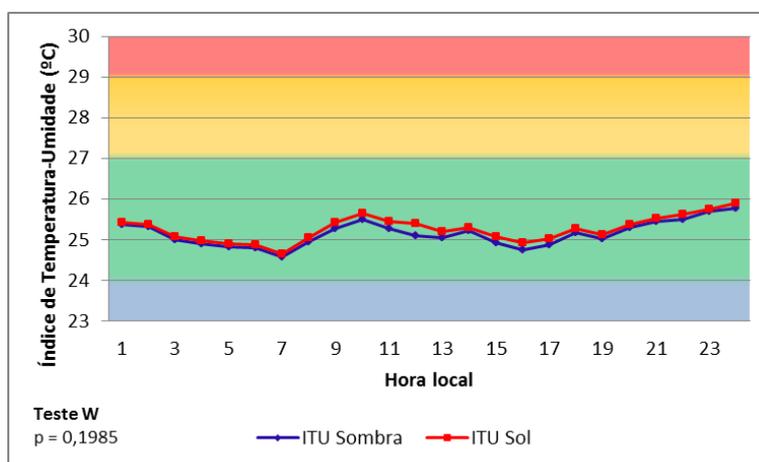


Figura 3.24 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável) da **Praça do Parque**

Praça do Cais de Arrimo

Diferentemente do que ocorreu na primeira fase experimental nesta praça, os valores médios horários do Índice de Temperatura-Umidade não apresentaram diferenças maiores em relação às medições dos instrumentos à sombra e ao sol (figura 3.28). Conforme o teste estatístico aplicado, comprovou-se que não houve diferença significativa do Índice de Temperatura-Umidade ($p = 0,9630$) entre os resultados dos instrumentos, cujas médias, à sombra e ao sol, foram iguais ($25,5 \pm 0,3^\circ\text{C}$).

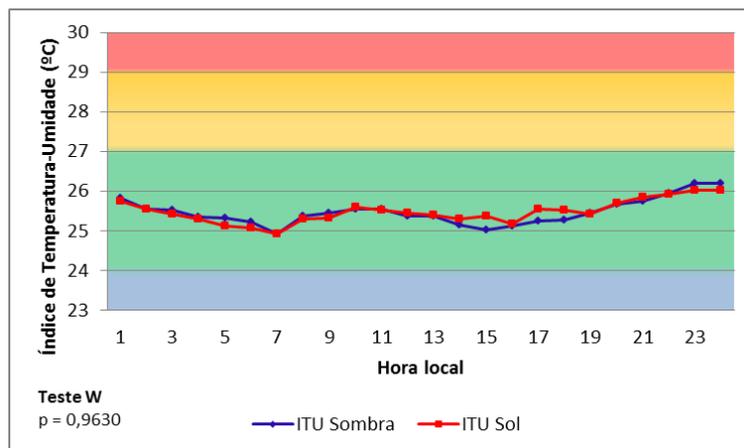


Figura 3.25 - Distribuição média horária do Índice de Temperatura-Umidade, com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), verde (desconfortável) e azul (confortável) da **Praça do Cais de Arrimo**.

3.3.6.5. Influência da temperatura e da umidade relativa no Índice de Temperatura-Umidade

Praça Barão de Santarém

Ao analisar a interferência das variáveis (temperatura-T e umidade relativa do ar - UR) no Índice de Temperatura-Umidade nesta fase experimental, notou-se, na Praça Barão de Santarém, através da análise de regressão linear múltipla, que, no instrumento à sombra, o valor de F (regressão) é significativo ($p = 0,0039$) e os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 4,5531$, $p = 0,0039$) e b_2 ($t = 4,9628$, $p = 0,0025$) também são significativos, implicando que o Índice de Temperatura-Umidade aumentaria em $0,8181^{\circ}\text{C}$ a cada acréscimo de 1°C de temperatura e $0,1877^{\circ}\text{C}$ para cada unidade percentual de umidade relativa do ar (equação 3.7).

$$\text{ITU} = -12,4557 + 0,8181T + 0,1877UR$$

Equação 3.7 – Análise de regressão linear múltipla - Sombra

No instrumento ao sol, a análise de regressão linear múltipla apresentou valor de F (regressão) significativo ($p = 0,0347$); já os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 1,9367$, $p = 0,1008$) e b_2 ($t = 2,1691$, $p = 0,0731$) não o foram, indicando

que, possivelmente, outros elementos estejam interferindo no Índice. Porém, o Índice de Temperatura-Umidade se elevaria em 0,6820°C com o aumento de 1°C de temperatura e 0,0731°C para o acréscimo de uma unidade percentual de umidade relativa do ar (equação 3.8).

$$\text{ITU} = -7,4223 + 0,6820T + 0,1748UR$$

Equação 3.8 – Análise de regressão linear múltipla - Sol

Praça do Parque

Na Praça do Parque, observou-se que, no instrumento à sombra, o valor de F (regressão) foi significativo ($p = 0,0082$), sendo os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 3,5570$, $p = 0,0119$) e b_2 ($t = 3,9588$, $p = 0,0074$) também significativos. Desta forma, o Índice de Temperatura-Umidade aumentaria em 0,8315°C a cada acréscimo de 1°C de temperatura e 0,1966°C para cada unidade percentual de umidade relativa, de acordo com a equação 3.9.

$$\text{ITU} = -13,4639 + 0,8315T + 0,1966UR$$

Equação 3.9 – Análise de regressão linear múltipla - Sombra

No instrumento ao sol, o valor de F (regressão) também foi significativo ($p = 0,0359$); entre os coeficientes parciais de regressão, apenas b_1 ($t = 2,3281$, $p = 0,0504$) não foi significativo, sendo b_2 ($t = 2,6484$, $p = 0,0381$). Sendo assim, o Índice de Temperatura-Umidade se elevaria em 0,8237°C com o aumento de 1°C de temperatura e 0,2028°C para o acréscimo de uma unidade percentual de umidade relativa (Equação 3.10).

$$\text{ITU} = -13,7180 + 0,8236T + 0,2028UR$$

Equação 3.10 – Análise de regressão linear múltipla - Sol

Praça do Cais de Arrimo

Verificou-se na Praça do Cais de Arrimo, neste período menos chuvoso da região, que, no instrumento à sombra, o valor de F (regressão) foi muito significativo

($p = 0,0006$), assim como os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 6,3209$, $p = 0,0007$) e b_2 ($t = 7,2101$, $p = 0,0004$). Desta forma, o Índice de Temperatura-Umididade aumentaria em $0,8997^\circ\text{C}$ a cada acréscimo de 1°C de temperatura e $0,2110^\circ\text{C}$ para cada unidade percentual de umidade relativa do ar, de acordo com a equação 3.11.

$$\text{ITU} = -16,5358 + 0,8997T + 0,2110UR$$

Equação 3.11 – Análise de regressão linear múltipla - Sombra

No instrumento ao sol, o valor de F (regressão) foi significativo ($p = 0,0013$) e os coeficientes parciais de regressão b_1 ($t = 7,3889$, $p = 0,0003$) e b_2 ($t = 7,6840$, $p = 0,0003$) também . Neste caso, o Índice de Temperatura-Umididade aumentaria $0,7647^\circ\text{C}$ com o aumento de 1°C de temperatura e $0,1831^\circ\text{C}$ para o acréscimo de uma unidade percentual de umidade relativa (Equação 3.12).

$$\text{ITU} = -10,4796 + 0,7647T + 0,1831UR$$

Equação 3.12 – Análise de regressão linear múltipla - Sol

3.3.7. Perfil dos usuários das praças na segunda fase experimental

Nesta fase da pesquisa, percebe-se, quanto ao perfil dos usuários das praças (tabela 3.14), o predomínio do gênero masculino na Praça do Cais de Arrimo, havendo equilíbrio nas outras.

A maior frequência, quanto à faixa etária, foi de usuários entre 15 e 30 anos. Quanto à escolaridade, predominaram participantes que tinham o ensino médio. A maior parte dos entrevistados eram trabalhadores, mas com boa frequência de estudantes na Praça Barão de Santarém e Praça do Parque. A maior razão da frequência das praças foi em busca de lazer. A maior parte dos participantes, quando abordados, estava ou andando ou descansando. Quanto ao perfil da vegetação, na Praça Barão de Santarém e na Praça do Parque, a maioria dos usuários classificaram-nas como boa e/ou ótima, enquanto que na Praça do Cais de Arrimo, foi predominante as resposta regular e ruim, revelando que, para os

voluntários, esta última é carente de arborização. Por inúmeras razões, todos os entrevistados responderam que a vegetação das praças é importante.

Tabela 3.14 – Frequência relativa do perfil dos usuários das praças – Fase II.

Variáveis	Classificação	Praças		
		Barão n = 223	Parque n = 162	Cais n = 212
Gênero	M	47,5	57,4	67,9
	F	52,5	42,6	32,1
Faixa etária	15 - 30	51,1	58,6	35,4
	31 - 45	23,3	24,1	29,2
	46 - 75	25,6	17,3	35,4
Escolaridade	Fundamental	27,4	7,4	35,8
	Médio	58,7	58,6	46,2
	Superior Incompleto	6,3	10,5	5,2
	Superior Completo	6,7	0	11,3
	Pós-graduado	0,9	3,1	1,4
	N/Sabe N/informou	0	3,1	0
Profissão	Trabalhador	43	47,5	60,4
	Estudante	31,8	34,6	15,6
	Aposentado	11,2	6,8	13,2
	Do lar	13,9	11,1	10,8
Razão de frequência	Descansar/relaxar	8,5	5,6	12,7
	Exercícios	2,7	8,0	6,1
	Lazer	19,3	36,4	28,3
	Pass. Trabalho	8,5	3,7	12,3
	Trabalha no local	12,6	8,0	11,3
	Trazer filhos p/ brincar	3,1	12,3	3,3
	Outros	45,3	25,9	25,9
Atividade	Andando	42,6	33,3	44,3
	Descansando	36,8	32,7	46,7
	Fazendo exercício	0	1,2	1,4
	Lendo/escrevendo	0,4	6,8	0
	Trabalhando	11,2	7,4	4,2
	Outros	9	18,5	3,3
Perfil da vegetação	Regular	13,5	13,6	25,9
	Boa	57	58,6	8,5
	Ótima	28,7	25,3	0
	Ruim	0,9	2,5	65,6

3.3.8. Percepção térmica subjetiva dos usuários das Praças

Praça Barão de Santarém

Os 223 voluntários participantes da pesquisa da Praça Barão de Santarém, nesta fase, foram distribuídos quanto à exposição à luz solar, de acordo com a figura 3.29, em que 42,6% estavam à sombra das árvores, 39,9% sob a radiação solar direta e 17,5% foram entrevistados à noite

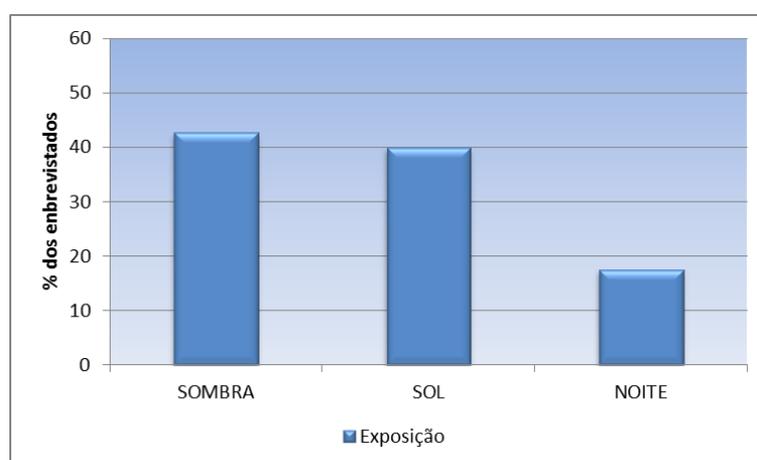


Figura 3.26 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase II.

Dos que responderam ao questionário à sombra das árvores da praça, durante o período diurno, a maioria, cerca de 84,2%, responderam estar confortável; 13,7% que estava desconfortável; e 2,1% afirmaram que estava muito desconfortável.

Dos que estavam ao sol, a maioria (49,4%) afirmou estar desconfortável, 29,2% acreditavam estar muito desconfortável, 9% disseram que estava uma situação de estresse e apenas 12,4% disseram que estava confortável.

Durante o período noturno, as pessoas que participaram da pesquisa concentraram suas respostas em apenas duas faixas de conforto térmico, onde 66,7% afirmaram estar confortável e 33% disseram que estava desconfortável (figura 3.30)

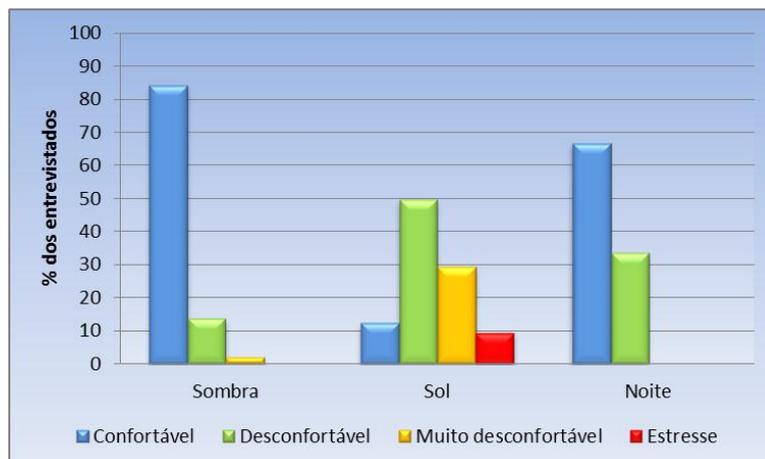


Figura 3.27 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça Barão de Santarém - Fase II.

Praça do Parque

Dos 162 usuários que participaram da pesquisa na Praça do Parque, nesta segunda fase experimental, 46,3% estavam à sombra das árvores, 26,5% estavam sob a radiação solar direta e 27,2% foram entrevistados à noite (figura 3.31).

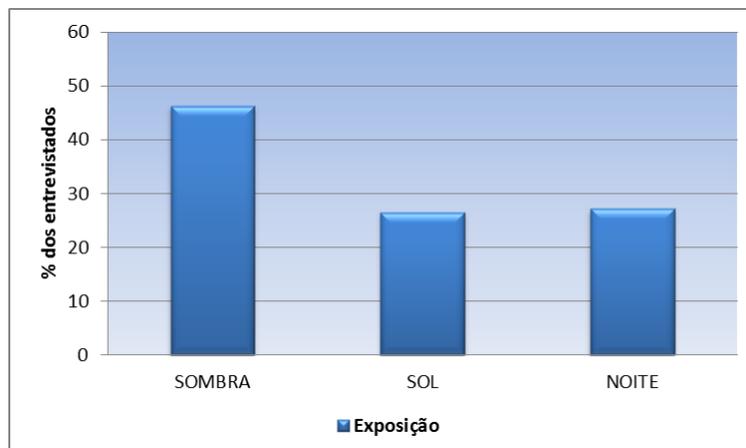


Figura 3.28 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Parque da Cidade - Fase II.

Dos que responderam ao questionário à sombra das árvores, durante o período diurno, 80% reportaram que estava confortável; 17,3%, desconfortável e 2,7% muito desconfortável.

Dos participantes que se encontravam sob a radiação solar direta, 62,8% afirmaram que estava desconfortável; 27,9%, muito desconfortável e 9,3% confortável. À noite, as respostas dos usuários se concentraram em apenas duas faixas de conforto térmico, quando 70,5% afirmaram estar confortável e 29,5%

consideraram que estava uma situação desconfortável (figura 3.32).

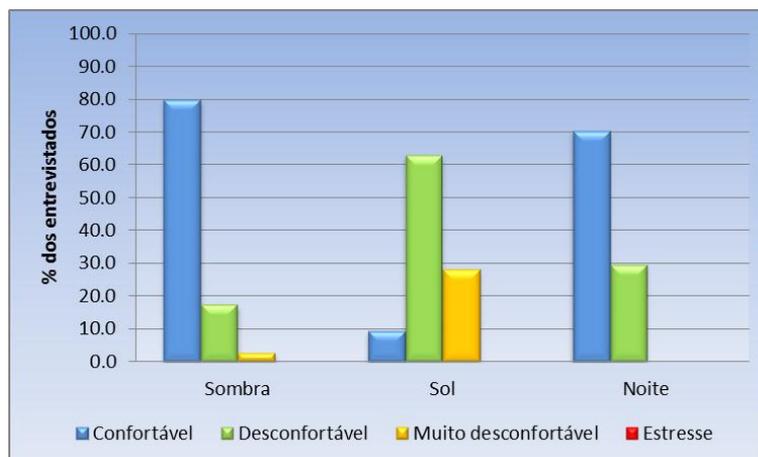


Figura 3.29 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Cidade Praça do Parque - Fase II.

Praça do Cais de Arrimo

Na Praça do Cais de Arrimo, 212 usuários participaram da pesquisa, que estavam distribuídos conforme a figura 3.33, sendo que, 39,6% estavam à sombra das árvores, 41,5% estavam sob a radiação solar direta e 18,9 % foram entrevistados à noite.

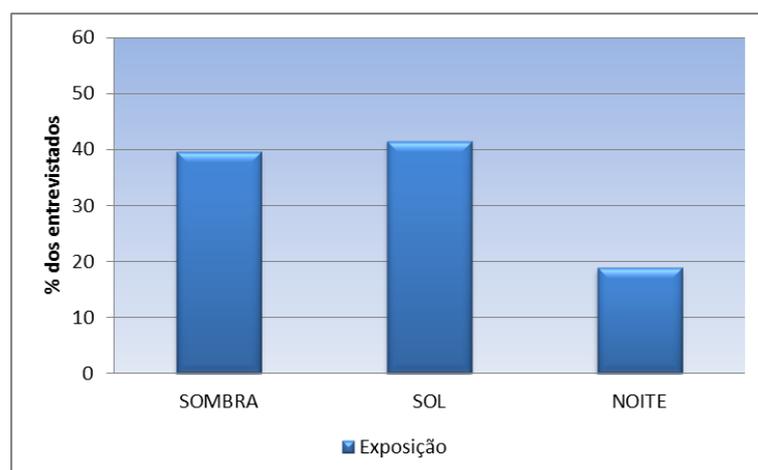


Figura 3.30 - Distribuição quanto à exposição dos usuários da Praça do Cais de Arrimo - Fase II.

Dos que responderam ao questionário à sombra das árvores, durante o período diurno, 64,3% respondera que estava confortável, 27,4%, desconfortável e

7,1% que estava muito desconfortável.

Dos participantes que se encontravam sob a radiação solar direta, 11,4% afirmaram que estava confortável, 51,1% desconfortável, 34,1%, muito desconfortável e 3,4% em situação de estresse.

À noite, as respostas dos usuários se concentraram em duas faixas de conforto térmico, sendo que 75% afirmaram estar confortável e 25% dos voluntários responderam que estava desconfortável (figura 3.34).

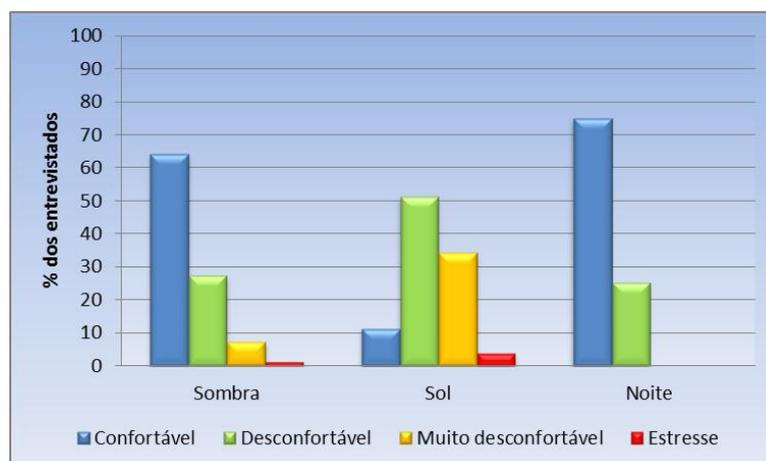


Figura 3.31 - Índices subjetivos de conforto térmico dos usuários da Praça do Cais de Arrimo – Fase II

3.3.9. Relação entre o Índice de Temperatura-Umididade e a percepção térmica subjetiva

Praça Barão de Santarém

No período menos chuvoso da região foi verificado na Praça Barão de Santarém, à sombra, que o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,5083$), onde o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,1044$), mostra que apenas 10,44% da variável dependente (percepção térmica subjetiva dos usuários) é explicada pela variável preditiva (Índice de Temperatura-Umidade), em que, decerto, outros fatores devem agir como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários desta praça no período de coleta de dados (figura 3.35a).

Ao sol, por sua vez, notou-se pouca relação entre as variáveis. O valor F

(regressão) não foi significativo ($p = 0,6777$) e o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,0263$) mostra que apenas 2,63% da variável dependente (percepção térmica subjetiva dos usuários) é elucidada pela variável preditiva (Índice de Temperatura-Umididade), onde vários outros fatores devem atuar como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários (figura 3.35b).

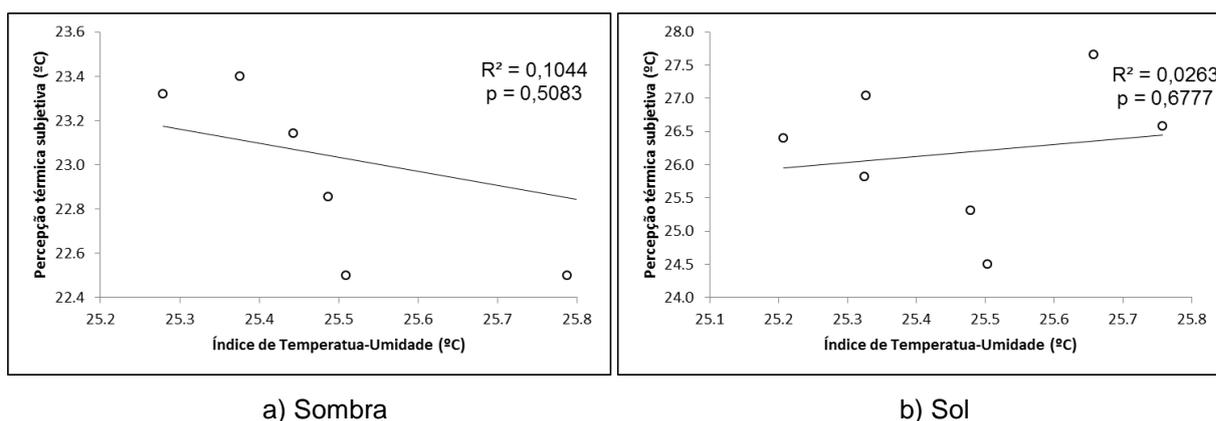
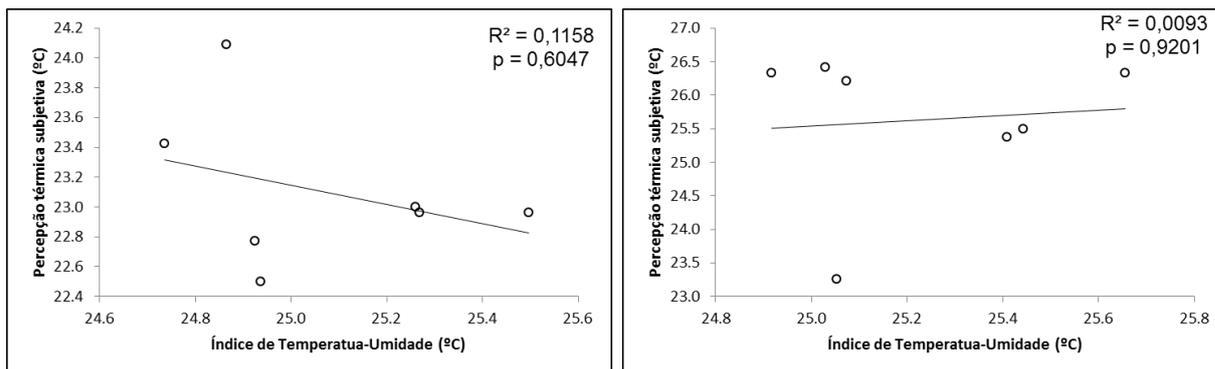


Figura 3.32 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umididade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça Barão de Santarém.

Praça do Parque

Na Praça do Parque observa-se que, à sombra, o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,6047$), constatado pelo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,1158$) que as respostas dos usuários quanto à percepção térmica são influenciadas em somente 11,58% pela variável preditiva (Índice de Temperatura-Umididade), devendo, também, haver outros fatores atuando como preditores da percepção térmica subjetiva desses usuários no período da coleta de dados (figura 3.36a).

Na análise ao sol, na Praça do Parque, conforme figura 3.36b, o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,9201$) e o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,0093$) indica que apenas 0,93% da variável dependente é explicada pela variável preditiva, fazendo supor que outros fatores devem agir como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários.

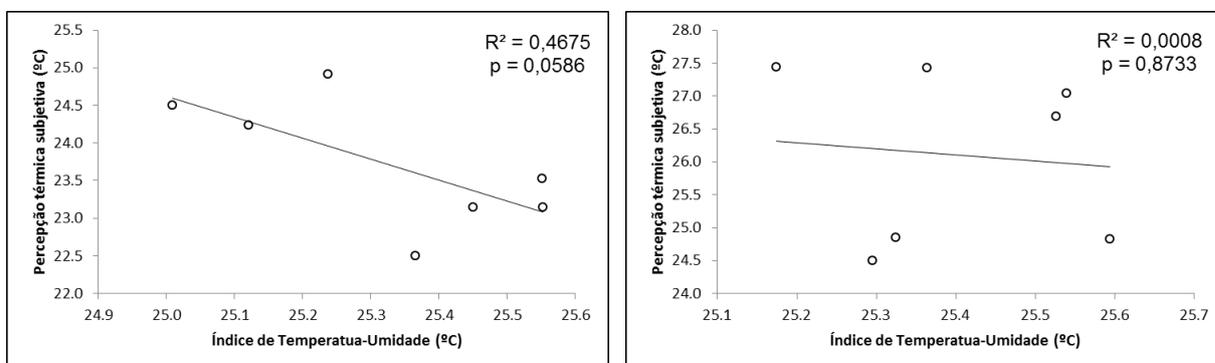


a) Sombra
b) Sol
Figura 3.33 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Parque.

Praça do Cais de Arrimo

Na Praça do Cais de Arrimo, à sombra, o valor F (regressão) não foi significativo ($p = 0,0586$) e o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,4675$) indica que o índice de Temperatura-Umidade influenciou em 46,75% as respostas dos usuários, devendo haver outros fatores atuando como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários desta praça no período de coleta das informações (figura 3.37a).

Ao sol, o valor F (regressão) também não foi significativo nesta praça ($p = 0,8733$) e o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,0008$) indica que 0,08% da variável dependente é esclarecida pela variável preditiva, havendo outros fatores agindo como preditores da percepção térmica subjetiva dos usuários (figura 3.37b).



a) Sombra
b) Sol
Figura 3.34 - Relação entre o Índice de Temperatura-Umidade e a percepção térmica subjetiva dos usuários da Praça do Cais de Arrimo.

3.10. Sazonalidade

Quando comparados os períodos chuvoso e menos chuvoso (sazonalidade), notaram-se diferenças consideráveis nos elementos meteorológicos registrados, assim como nos valores do Índice de Temperatura-Umidade obtidos.

Nas três praças pesquisadas, as médias de temperatura do ar, tanto à sombra quanto ao sol, assim como as do Índice de Temperatura-Umidade, foram sempre menores no período chuvoso. Quanto à umidade relativa do ar, ocorreu o inverso, quando foram registrados os maiores valores.

A partir da análise estatística que consistiu na avaliação comparativa entre duas amostras independentes, de acordo com a normalidade dos dados, observou-se que foi significativa a diferença dos resultados do período chuvoso para o período menos chuvoso da região, tanto da temperatura e da umidade relativa como do Índice de Temperatura-Umidade, conforme é demonstrado na tabela 3.15.

Estes achados corroboram os dados climatológicos da região que apontam a existência de dois períodos bem distintos na região, com comportamentos termohigrométricos diferentes e com a literatura existente, como:

Uchoa (2011), em estudo das variações termohigrométricas de Santarém-PA, analisou as temperaturas e umidade relativa nos dois períodos (chuvoso e menos chuvoso). O autor encontrou diferenças nestes dois períodos, afirmando que estas divergências se devem à grande quantidade de nebulosidade e precipitações durante o período mais chuvoso, promovendo temperaturas menores e umidade relativa do ar mais elevada nesta época;

Costa (1998) ao quantificar a “intensidade da ilha de calor urbana” em Belém-PA, observou que as variações sazonais foram significativas, onde a maior intensidade ocorreu no período menos chuvoso da região (4,5°C) e 1,5°C na época mais chuvosa, devido ao efeito das precipitações pluviais, que torna a cidade relativamente homogênea termicamente e;

Oliveira *et al.* (2010), em investigação sobre o sombreamento arbóreo e o microclima de duas praças públicas na cidade de Cuiabá – MT, notaram distinção entre os períodos seco e chuvoso, por meio da diferença encontrada na umidade relativa e na temperatura do ar entre os dois períodos analisados.

Tabela 3.15 – Análise comparativa da temperatura, umidade relativa e do Índice de Temperatura-Umidade quanto à sazonalidade (Valores médios horários com Desvio-Padrão).

Praça*	Variáveis	Valores Médios Sombra		p Sombra	Valores Médios Sol		p Sol
		Fase 1	Fase 2		Fase 1	Fase 2	
Barão de Santarém	Temp.	26,9±1,4°C	29,8±1,6°C	< 0,0001 ^W	27,1±1,6°C	30,3±2°C	< 0,0001 ^W
	UR	85,6±6,1%	72,9±7,1%	< 0,0001 ^W	84,5±7,6%	70,7±8,6%	< 0,0001 ^W
	ITU	25±0,4°C	25,5±0,3°C	< 0,0001 ^W	25±0,4°C	25,5±0,3°C	< 0,0001 ^t
Parque	Temp.	26,3±1,6°C	29,3±2°C	< 0,0001 ^W	26,7±2°C	29,6±2,4°C	0,0002 ^W
	UR	87±7,7%	73,3±10%	< 0,0001 ^W	85,7±9,2%	73,1±11%	0,0004 ^W
	ITU	24,6±0,4°C	25,1±0,3°C	0,0002 ^W	24,7±0,5°C	25,3±0,3°C	< 0,0001 ^t
Cais de Arrimo	Temp.	27,3±1,4°C	30±1,5°C	< 0,0001 ^W	27,4±1,5°C	30,1±1,5°C	< 0,0001 ^W
	UR	81,5±6,3%	71,6±7,2%	< 0,0002 ^W	83,2±7,8%	71±6,7%	< 0,0001 ^W
	ITU	24,8±0,3°C	25,5±0,3°C	< 0,0001 ^W	25,1±0,4°C	25,5±0,3°C	0,0003 ^t

W = teste Mann-Whitney; t = teste t de Student; Temp. temperatura do ar; UR = umidade relativa do ar; ITU = Índice de Temperatura-Umidade.

* Em cada instrumento das praça foram coletadas 120 medidas (n = 120)

Discussões da segunda fase experimental

A exemplo do período mais chuvoso, na segunda fase experimental os valores horários de temperatura, em média, foram menores na Praça do Parque (à sombra 29,3±2°C e ao sol 29,6±2,4°C). Esta praça é a que apresenta o maior percentual de vegetação em seu entorno, uma vez que é anexa ao Parque Municipal da Cidade, o qual, provavelmente, interfere na amenização da temperatura da praça.

A respeito da interferência de parques em climas urbanos, Carvalho (2001) verificou que o Parque das Dunas, uma área verde com 1.172 hectares localizada em Natal-RN, atua positivamente no clima da cidade, pois além da capacidade de renovar e umedecer o ar, ele filtra a radiação solar e diminui a temperatura do ar no seu interior, exercendo uma influência climática numa área de aproximadamente 3,51 km² do seu entorno. No corrente estudo, diferentemente ao de Carvalho (2001), não se analisou qual a magnitude, num raio ao redor das praças, que a vegetação das mesmas exerce no que tange à amenização da temperatura local. Diante disso, sugere-se a realização de futuras investigações de modo a elucidar a situação descrita.

Bovo e Amorim (2009), em investigação sobre os efeitos positivos gerados

pelo Parque do Ingá e pelo Parque das Palmeiras no município de Maringá-PR, constataram que os parques geram vários benefícios para a população local. Além dos desempenhos estético e social, os autores relatam a função ecológica dos parques, através da fixação da poeira e materiais residuais presentes no ar, no balanço hídrico, amenização dos ruídos produzidos nos espaços urbanos e da suavização da temperatura externa através da filtragem da radiação solar pela presença da cobertura vegetal.

Ferreira (2005) destaca como principais fatores de efeitos ambientais positivos de parques urbanos, os que estão intrinsecamente relacionados com o passeio público, tais como, a melhoria na circulação do ar e controle da temperatura local no ambiente construído em seu redor, principalmente como condicionante climático, ajudando a melhorar o microclima local, tornando-o mais agradável para a população.

Com relação às temperaturas médias diárias e horárias do ar, na presente pesquisa, estas não apresentaram grandes diferenças intrapraças, porém, verificou-se que nos instrumentos protegidos do sol pela vegetação os valores sempre foram menores, corroborando os achados de outros trabalhos.

Cavalcante (2007), por exemplo, constatou que, em três praças da cidade de Maceió – AL, as áreas sombreadas por vegetação apresentaram melhor qualidade térmica que as áreas expostas à radiação solar no período diurno (manhã e tarde). O autor verificou também que no interior daqueles logradouros houve uma maior concentração de usuários em espaços onde existia o agrupamento de árvores com copa fechada ou semi-aberta provedoras de sombra, comprovando que a utilização dos espaços está diretamente relacionada à sua qualidade térmica promovida por vegetação.

Costa (1998), em estudo que verificou as variações termohigrométricas de cidade equatorial, neste caso, Belém – PA, verificou que, dos elementos da estrutura urbana potencialmente capazes de proporcionar variações meteorológicas significativas, a vegetação apresentou um papel fundamental no sentido de amenizar as temperaturas máximas do ar da Região, contribuindo, assim, na redução de desconforto térmico.

Oliveira *et al.* (2010), investigando o sombreamento arbóreo e o microclima de duas praças públicas na cidade de Cuiabá – MT, concluíram que aliada a outros fatores, a vegetação contribuiu para que o ambiente mais sombreado possibilitasse

melhor sensação de conforto ambiental aos seus usuários.

Ayres (2004), em investigação sobre a influência do sombreamento natural de duas espécies arbóreas na temperatura de edificações, no município de Dourados-MS, observou que a espécie Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) proporcionou à sombra uma atenuação na temperatura de globo negro de 2,82°C e na temperatura do ar de 0,96°C menor em relação aos dados obtidos ao sol. Já o sombreamento natural do Flamboyant (*Delonix regia*) atenuou, à sombra, 3,96°C a temperatura de globo negro e 1,26°C a temperatura do ar em relação aos dados obtidos ao sol, concluindo que os sombreamentos produzidos pelas duas espécies arbóreas analisadas proporcionaram atenuação das temperaturas alterando o microclima local.

Quanto aos valores da umidade relativa, estes foram menores no período menos chuvoso, porém, com as médias acima de 70%, não sendo suficiente para manter o Índice de Temperatura-Umidade dentro de condições favoráveis de conforto térmico. Diante disso, o teste estatístico realizado revelou diferença significativa no Índice de Temperatura-Umidade entre a Praça Barão de Santarém e a Praça do Parque, e entre a Praça do Parque e a Praça do Cais de arrimo, nos dois instrumentos (à sombra e ao sol). Esta constatação revela, certamente, a influência que a vegetação exerce na qualidade térmica das praças, visto que os menores resultados do índice ocorreram na Praça do Parque, a qual possui maior percentual de vegetação, cujas médias horárias foram $25,1 \pm 0,3^\circ\text{C}$ à sombra e $25,3 \pm 0,3^\circ\text{C}$ ao sol.

Outros trabalhos corroboram estes achados, mesmo utilizando índices de conforto distintos ao desta pesquisa. Cavalcante (2007), por exemplo, que utilizou como parâmetro o Índice de Conforto Térmico estabelecido por Fanger (1970)¹, verificou que as áreas de praças de Maceió - AL, sombreadas por vegetação, apresentaram melhores condições de conforto térmico que as áreas expostas à radiação solar no período diurno.

Nesta segunda fase experimental, da mesma forma que observado no período chuvoso, a variável que mais influenciou no Índice de Temperatura-Umidade foi a temperatura, em todas as praças, em ambos os instrumentos, aceitando a hipótese que, de fato, na região equatorial, pequenas variações na temperatura podem provocar grande desconforto térmico, devido aos altos valores da umidade relativa do ar.

No período menos chuvoso e, conseqüentemente, com menos nebulosidade e radiação solar mais intensa, as respostas sobre percepção térmica subjetiva dos voluntários também não apresentou significativa relação com o Índice de Temperatura-Umididade, pois à sombra de árvores predominaram as respostas “confortável”, diferentemente dos voluntários que estavam sob a radiação solar direta. Sobre percepção térmica em áreas sombreadas ou não, Milano (1984) afirma que grupos de árvores podem ser eficientes na melhoria térmica no ambiente urbano, uma vez que, embora a temperatura à sombra fique apenas poucos graus mais baixos que ao sol, sente-se conforto por não haver insolação direta.

Cavalcante (2007), analisando índices medidos e subjetivos, verificou que nem sempre a classificação quanto à sensação de conforto térmico dos usuários corresponde aos valores obtidos pelos índices calculados e que a condição de conforto térmico está relacionada a diversos fatores, como os fisiológicos e os psicológicos. Além disso, em determinados casos, o corpo humano tem capacidade de adaptação a condições climáticas adversas, podendo intervir na sensação de conforto térmico.

Dacanal *et al.* (2010) reportam que, embora as condições térmicas dos ambientes influenciem o uso dos espaços, a adaptação psicológica, os estímulos ambientais, a experiência térmica, a memória e as expectativas são variáveis que interferem na percepção térmica subjetiva em áreas livres.

4. CONCLUSÃO

Os resultados verificados nas duas fases experimentais da pesquisa demonstraram claramente a influência positiva da vegetação no que tange à amenização do conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém-PA.

Na comparação intrapraças, em relação ao Índice de Temperatura-Umidade, embora as diferenças tenham sido pequenas entre os instrumentos, à sombra, os valores foram sempre menores. Quanto à temperatura e umidade relativa, os valores foram um pouco mais distintos, tendo sempre os menores valores da temperatura nos instrumentos à sombra das árvores, enquanto que os da umidade relativa do ar foram superiores.

Quando realizadas as comparações interpraças, foi nítida a diferença entre a Praça do Parque e as outras, pois nesta, com maior percentual de vegetação nas cercanias, os valores da temperatura e do Índice de Temperatura-Umidade foram sempre inferiores aos das outras praças, enquanto que os valores da umidade relativa do ar foram maiores.

Quanto à percepção térmica dos usuários, a maioria dos que estavam à sombra, responderam que estava “confortável”, assim como os respondentes do período noturno, diferentemente dos voluntários que se encontravam sob o sol, embora o Índice de Temperatura-Umidade tenha se mantido dentro da faixa “desconfortável” em ambos os instrumentos. Isso leva à conclusão que a radiação solar direta pode ser uma variável importante na percepção térmica subjetiva.

Nesse aspecto, quando realizada a análise entre o índice objetivo e o subjetivo, notou-se pouca relação entre eles, indicando que o fato de o Índice de Temperatura-Umidade revelar uma situação de desconforto térmico não implicou significativamente nas respostas dos voluntários desta pesquisa, podendo outras variáveis terem influenciado na percepção térmica dos mesmos, dentre as quais, a adaptação psicológica, os estímulos ambientais, a aclimatação, a atividade física e o tipo de vestimenta, entre outros.

Apesar disso, o modelo de Thom (1959), embora limitado quando considerada a complexidade de variáveis envolvidas na questão do conforto humano, mostrou-se satisfatório quanto à aplicação dos dados e seus resultados,

pois expressam a realidade climática da região estudada na cidade de Santarém-PA.

Finalmente, na relação entre os valores médios da temperatura do ar e o percentual de vegetação das praças, conclui-se que, aliada a outros fatores, a vegetação contribuiu para que a Praça do Parque apresentasse melhor sensação de conforto ambiental aos seus usuários, tanto no período chuvoso quanto no período menos chuvoso, pois a vegetação, entre outros benefícios, influencia nos dois mecanismos principais para a redução da temperatura do ar: o processo de evapotranspiração, que converte a energia solar em água evaporada ao invés de aumentar a temperatura do ambiente; e, o sombreamento, que mantém as superfícies mais frescas, reduzindo a emissão de calor.

Diante do exposto, com os objetivos propostos alcançados, pode-se afirmar que pesquisas nessa área são importantes para que se fomentem discussões sobre a qualidade térmica dos espaços livres públicos da cidade de Santarém-PA e que direcionem a elaboração de projetos arquitetônicos e urbanísticos adequados ao clima da região, almejando melhores condições de conforto térmico para seus habitantes.

5. REFERENCIAS

ALMEIDA, E. M. A. **A configuração urbana e sua relação com os microclimas: estudo de frações urbanas na cidade de Maceió.** 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2006.

AMORIM, M. C. C. T. A ilha de calor em Birigui – SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 121-130, dez. 2005.

AYRES, M. C. R. **Influência do sombreamento natural de duas espécies arbóreas na temperatura de edificações.** 2004. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu, UNESP, Botucatu, SP, 2004.

BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em Ambientes Urbanos: estudo em microclimas de Maceió - AL.** 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2005.

BARBOSA, R. V. R. Áreas verdes e comportamento térmico urbano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16, 2010, Belém. **Anais...** Belém: SBMet, 2010.

BARBOSA, R. V. R.; BARBIRATO, G. M.; VECCHIA, F. A. S. Vegetação urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido. In: VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e III Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações (COTEDI), **Anais...** Curitiba, 2003.

BARTHOLOMEI, C. L. B. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído.** 2003. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

BERQUÓ, E. S.; SOUZA, J. M. P.; GOTLIEB, S. L. D. **Bioestatística.** 2. ed. São Paulo: EPU, 1981.

BOVO, M. C.; AMORIM, M. C. C. T. Efeitos Positivos Gerados Pelos Parques Urbanos: um estudo de caso entre o Parque do Ingá e o Parque Florestal das Palmeiras no Município de Maringá-PR. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada- A Geografia Física Aplicada e as Dinâmicas de Apropriação da Natureza, p. 01-15, **Anais...** Viçosa, 2009.

BRASIL. Ministério da Defesa. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Dados climatológicos do Aeroporto Internacional Wilson Fonseca**. São José dos Campos, SP, 2011.

CARVALHO, M. M. **Clima urbano e vegetação**: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal. 2001. 288p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2001.

CAVALCANTE, E. S. **Influência das áreas livres no microclima local**: um estudo das praças do conjunto habitacional Ponta Negra, Natal, RN. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2001.

CAVALCANTE, M. R. C. **Avaliação da qualidade térmica de praças em Maceió - Al**: três estudos de caso. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL. 2007.

COLTRO, E. M.; 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** – Ano 2, n. 1, p. 27- 48, jul. 2007.

COSTA, A. C. L. **Estudo das variações termo-higrométricas de cidade equatorial devido ao processo de urbanização**: o caso de Belém - PA. 1998. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1998.

COSTA, A. C. L.; MATTOS, A. Estudo da ilha de calor urbana em cidade de grande porte na região equatorial. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, v. 1., Brasília, 1998.

COSTA, A. C. L. Notas de aula de meteorologia ambiental. Desenvolvimento de material didático ou instrucional – Apostila, Belém, 2007.

DACANAL, C.; LABAKI, L.C.; SILVA, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.

DE KAUFFMAN *et al.* Quantifying incidence of the vegetation on the microclimatic Variables in hot-humid climates: “the cují tree”. In: 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – PLEA, Anais... Brasil, 2001. p.577-582.

FERREIRA, A. D. **Efeitos positivos gerados pelos parques urbanos: o caso do Passeio Público da Cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001, 243p.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GIRALT, R. P. **Conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Torres - RS**, 2006. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente, SP. **Caminhos da Geografia**. v. 7, n. 10, p. 94 - 106, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. **Cidades@**. [S.l.] Disponível em < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em : 17 de janeiro de 2011.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normas Climatológicas. www.inmet.gov.br> Acesso em: 10 abril de 2010.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. Conforto térmico e stress térmico. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEE. Florianópolis, 2002, 106 p. Disponível em <<http://www.labee.ufsc.br/>> Acesso em 17 jan. 2011.

MARINS, J. C. B. Mecanismos físicos de perda de calor e fatores associados relacionados ao exercício. **Revista Mineira de Educação Física**, UFV, v. 6, n. 2, p. 5-20, 1998.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba-PR**. 1984. 130f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto térmico em espaços urbanos abertos. In: 4 Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, 2010, Faro : Univeridade de Algarve. Anais... v. 1. p. 578.

MONTENEGRO, G. N. **A produção do mobiliário urbano em espaços públicos:** O desenho do mobiliário urbano nos projetos de reordenamento das orlas do Rio Grande do Norte. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2005.

OLIVEIRA, L. L.; COSTA, A. C. L.; LUCAS, E. W. M.; DINIZ, M. C. S. Estudo do conforto térmico em ambiente hospitalar na cidade de Belém - PA. **Revista Sodebras**, Maceió - AL, v. 01, n. 01, 2006.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, F. M. M. ; CALLEJAS, I. J. A.; NOQUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Sombreamento arbóreo e microclima de praças públicas em cidade brasileira de clima tropical continental. In: 4 CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL, 2010. v. 1., FARO, 2010.

PAULA, R. Z. R. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído.** 2004. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos.** Estudo de caso em Campinas, SP. 2007. 182 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

PILLAR, V. D. Clima e vegetação. UFRGS, Departamento de Botânica, 1995. Disponível em <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>>, Acesso em : 02 de fevereiro de 2011.

POLLOCK, M. L., WILMORE, J. H. **Exercício na saúde e na doença.** Rio de Janeiro: Medsi, 1993.

Prefeitura Municipal de Santarém. **Plano Diretor Participativo Municipal de Santarém**, Lei nº 18.051, de 29 de dezembro de 2006. Santarém, 2006.

_____. **Parque Municipal de Santarém:** o Parque da Cidade, Santarém, PA, 2010 a.

_____. SEMPLAN, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Informações Municipais de Santarém..** Santarém, 2010 b.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** Ed. CopyMarket.com, 2000, Disponível em <<http://copymarket.com>>. Acesso em : 10 jan. 2011.

RUAS, A. C. **Avaliação de conforto térmico:** contribuição à aplicação prática das normas internacionais. 2001. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

SILVA, C. F. **Caminhos bioclimáticos:** desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina – PI. 2009. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

SILVA, C. F.; ROMERO, M. A. B. Desempenho ambiental de vias públicas quanto ao conforto térmico Urbano. Estudo de caso: Teresina – PI - Brasil. In: 4 Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, 2010.

TEIXEIRA, I. F.; SANTOS, N. R. Z; Áreas de lazer públicas – caracterização qualitativa da cidade de Veranópolis (RS). **Revista da Sociedade Brasileira de arborização urbana**, Volume 2, Número 2, 2007.

TESSARINE, J. B. **O mobiliário urbano e a calçada.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, SP, 2008.

TRENTINI, P. M.; ROCHA, J. C. R. A ilha de calor em Bauru - SP: aferição térmica e a percepção humana sobre o problema. In: II Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2008, São Paulo. **Anais** ... 25 a 28/10/2008, p. 1-16.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise.** n. 12, p. 57 – 60, 1959.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. *et al.* Diversidade florística de um parque zoobotânico no município de Santarém-Pará. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu.

UCHÔA, P. W. S. **Estudo de variações termo-higrométricas de cidade Equatorial devido ao processo de urbanização: O caso de Santarém-PA.** 2011. 77p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA 2011.

VIERO, V. C.; BARBOSA FILHO, L. C. Praças Públicas: Importância e Funções. In: Jornada de Pesquisa e Extensão, 2009 - ULBRA/SM, Santa Maria - RS.

WILLIAMS, M. H. **Nutrição para saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo.** 5. ed. São Paulo: Manole, 2002.

APÊNDICE 01

CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS DE SANTARÉM-PA: A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NOS MICROCLIMAS DE PRAÇAS DA CIDADE

QUESTIONÁRIO

Questionário nº _____ Aplicador(es) do questionário _____

Data: ____ / ____ / 2011 Hora: ____ h Local: _____ / _____

I – Perfil do usuário

1 - Sexo: () M () F 2 – Idade _____

3 – Profissão

() estudante () trabalhador () aposentado () do lar () outros _____

4 – Grau de escolaridade

a - () ensino fundamental b - () ensino médio c - () ensino superior incompleto

f - () ensino superior completo g - () pós-graduado h - () NS/NR

II – Razões e frequência do local

1 – Por que você veio aqui?

a - () passagem para o trabalho b - () trabalho no local c - () lazer

d - () exercícios físicos e - () trazer filhos pra brincar f - () descansar / relaxar

g - () outros _____

III – Atividade

a - () descansando, observando b - () Lendo/escrevendo c - () Andando

d - () trabalhando e - () fazendo exercícios físicos f) outros _____

IV – Sensação térmica

1 – Qual a sensação térmica no momento?

a - () Estresse b - () muito desconfortável c - () desconfortável

d - () pouco desconfortável (confortável)

2 – Qual temperatura você julga estar agora?

R: _____ °C

V – Perfil da vegetação do local

1 – Em relação à arborização desta praça, você classifica como:

a - () ótima b - () boa c - () regular d - () ruim e - () NS/NR

2 – Qual a importância da vegetação em espaços públicos abertos? (pode marcar mais de uma alternativa)

a - () fornece sombra b - () é confortável c - () ameniza a temperatura d - () nenhuma e - () outros _____