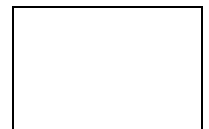




Universidade Federal do Pará Faculdade de Meteorologia Instituto de Geociências

SIMONE NAZARÉ RODRIGUES DA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VARIAÇÕES TERMO-HIGROMÉTRICAS EM
ÁREAS DE DIFERENTES COBERTURAS VEGETADAS DA CIDADE DE
BELÉM-PA:
O EFEITO DA URBANIZAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO**



BELÉM
2009

SIMONE NAZARÉ RODRIGUES DA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VARIAÇÕES TERMO-HIGROMÉTRICAS EM
ÁREAS DE DIFERENTES COBERTURAS VEGETADAS DA CIDADE DE
BELÉM-PA:
O EFEITO DA URBANIZAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Meteorologia
do Instituto de Geociências da UFPA, como
requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Meteorologia.
Orientação: Prof. Dr. Antônio Carlos Lôla
da Costa.

BELÉM
2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

Silva, Simone Nazaré Rodrigues da

S586a Análise comparativa de variações termo-higrométricas em áreas de diferentes coberturas vegetadas da cidade de Belém-Pa. / Simone Nazaré Rodrigues da Silva. – 2009

73 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Faculdade de Meteorologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Primeiro Semestre de 2009.

Orientador: Antonio Carlos Lôla da Costa.

1. Temperatura. 2. Conforto térmico. 3. Variações termo-higrométricas. 4. Índices de temperatura-umidade. 5. Clima urbano. 6. Belém (Pa).I. Universidade Federal do Pará. II. Costa, Antonio Carlos Lôla, Orient. III. Título.

CDD 20º ed.: 551.525098115

SIMONE NAZARÉ RODRIGUES DA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VARIAÇÕES TERMO-HIGROMÉTRICAS EM
ÁREAS DE DIFERENTES COBERTURAS VEGETADAS DA CIDADE DE
BELÉM-PA:
O EFEITO DA URBANIZAÇÃO NO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Meteorologia
do Instituto de Geociências da UFPA, como
requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Meteorologia.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Carlos Lôla
da Costa.

Aprovado em Julho de 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Antônio Carlos Lôla da Costa - Orientador
Doutor em Ciências Ambientais
Universidade Federal do Pará – Belém

Prof.^a Maria do Carmo Felipe de Oliveira - Membro
Mestre em Meteorologia Agrícola
Universidade Federal do Pará – Belém

João de Athaydes Silva Júnior - Membro
Mestre em Meteorologia
Universidade Federal do Pará/NAEA – Belém

*A todos aqueles que por algum motivo,
tiveram seus sonhos interrompidos.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais por sempre acreditarem na minha capacidade e que mesmo com imensas dificuldades financeiras sempre lutaram pela melhoria da nossa família e pelo belo exemplo de vida.

Ao Deus Natureza, “creador” de todas as coisas.

A todas as pessoas que contribuíram para o meu crescimento nessa jornada acadêmica, em especial ao meu marido e amigo Glauber Guimarães, exemplo de determinação e perseverança; aos amigos que formei Ivaniel Maia, Hallan Cerqueira e Luis Ferreira pelas longas horas de estudo e parceria.

Ao meu amado filho, Vinícius Guimarães, que me fortaleceu ainda dentro do meu ventre, quando precisei ser forte e superar as dificuldades físicas no decorrer da gestação, no transcorrer dessa jornada;

Aos amigos e professores: Dimitrie Nechet, Midori Makino, Antonio Carlos Lola e Jaci Saraiva pelo incentivo à pesquisa e descobertas.

Aos alunos de Meteorologia Ambiental do 2º semestre de 2008 e 1º semestre de 2009.

Ao João de Athaydes Silva Júnior, pelo apoio nas campanhas experimentais.

Aos meus amigos da Cantina Fátima que sempre disponibilizaram de compreensão para aquela valiosa refeição de todos os dias...

A Empresa Clínica Lobo e aos amigos que lá construí por disponibilizarem de compreensão para que eu pudesse realizar trabalhos de campo e pesquisa.

*Há duas formas para viver a sua vida:
Uma é acreditar que não existe milagre.
A outra é acreditar que todas as coisas são um milagre.
Albert Einstein*

RESUMO

Medidas de temperatura do ar em áreas urbanas, sobre superfícies de diferentes coberturas vegetadas foram realizadas durante quatro dias da estação menos chuvosa (Novembro, 2008) e três dias na estação chuvosa (abril, 2009) em 8 pontos de coleta de dados espalhados na cidade de Belém-PA, localizada na região norte do Brasil. Os perfis médios de temperatura nos períodos menos chuvoso e chuvoso, bem como os índices de temperatura-umidade, apresentaram comportamentos significativamente diferentes e freqüentemente opostos, nas duas fases estudadas. As sensações de desconforto térmico são mais expressivas nas áreas de menor cobertura vegetal, principalmente na estação menos chuvosa. De um modo geral, verifica-se boa coerência entre as sensações térmicas sentidas e as sensações térmicas estimadas pelo modelo de THOM. Quanto aos elementos da estrutura urbana que são potencialmente capazes de proporcionar variações meteorológicas significativas, a vegetação apresenta um papel fundamental no sentido de amenizar as temperaturas máximas do ar, diminuindo deste modo o desconforto térmico dos pontos em análise. Pelo fato da cidade de Belém estar localizada na Região Equatorial, 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.

Palavras Chave: Temperatura; Conforto térmico; Índices de temperatura-umidade; Variações termo-higrométricas; Clima urbano; Belém-PA

ABSTRACT

Measures of air temperature in urban areas, on paved and wooded areas were conducted during three days of the less rainy season (November, 2008) and rainy season (April, 2009) on 8 points for data collection across the metropolitan city of Belém-PA, located in northern Brazil. The profiles of average temperature in less rainy and wet periods, and the temperature-humidity index, showed significantly different and often opposite in both areas. The sensations of thermal discomfort are more expressive in paved areas, mainly in the urban environment which is predominantly characterized by surfaces with roofing tar, and represent the main avenues of this city. In general, there is good consistency between thermal sensations and the sensations experienced by the estimated thermal model THOM. As to elements of urban structure that are potentially capable of providing significant weather changes, the vegetation presents a fundamental role in order to minimize the maximum temperatures of air, thus reducing the uncomfortable heat of the points in question. Because the city of Bethlehem is located in the equatorial region, where prevailing air temperatures and high humidity throughout the year, a small increase in air temperature can provide a large thermal discomfort.

Keywords: Temperature, Thermal Comfort, Temperature-humidity Index, Humidity-term Variations; Urban Climate, Belém-PA

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem aérea da cidade metropolitana de Belém-PA.....	19
Figura 2 - Mapa dos pontos estudados na cidade de Belém-PA.....	20
Figura 3 - Vista aérea do Ponto 1 (UFPA) / Belém-PA.....	21
Figura 4 - Vista aérea do Ponto 2 (TAMANDARÉ) / Belém-PA.....	22
Figura 5 - Vista aérea do Ponto 3 (LIBERAL) / Belém-Pa.....	23
Figura 6 - Imagem do Museu Paraense Emilio Goeldi.....	24
Figura 7 - Vista aérea do Ponto 4 (MUSEU) / Belém-PA.....	24
Figura 8 - Vista aérea do Ponto 5 (SÃO BRAZ) / Belém-PA.....	25
Figura 9 - Vista aérea do Ponto 6 (HUMAITÁ) / Belém-PA.....	26
Figura 10 - Imagem aérea do Bosque Rodrigues Alves / Belém-PA.....	27
Figura 11 - Vista aera do Ponto 7 (BOSQUE) / Belém-PA.....	27
Figura 12 - Vista aérea do Ponto 8 (ENTRONCAMENTO) / Belém-PA.....	28
Figura 13 - Perfil médio horário da temperatura do ar, nos Pontos 1, 4 e 7. Estação menos chuvosa/Novembro(2008)/Belém-PA.....	35
Figura 14 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 1,4 e 7. Estação menos chuvosa /Novembro (2008)/Belém-PA.....	35
Figura 15 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação menos chuvosa/Novembro (2008)/Belém-PA.....	36
Figura 16 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação menos chuvosa/Novembro (2008)/Belém-PA.....	36
Figura 17 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 3, 4 e 7. Estação menos chuvosa/Novembro (2008)/Belém-PA.....	37
Figura 18 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 3, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA	37
Figura 19 - Perfil de médio horário da temperatura do ar dos Pontos 5, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.....	38
Figura 20 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos	

5, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.....	38
Figura 21 - Perfil de médio horário da temperatura do ar dos Pontos 6, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.....	39
Figura 22 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 6, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.....	39
Figura 23 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 8, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.....	40
Figura 24 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 8, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.....	40
Figura 25 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 1, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	42
Figura 26 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 1, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	43
Figura 27 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	43
Figura 28 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	44
Figura 29 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 3, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	44
Figura 30 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar nos Pontos 3, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	45
Figura 31 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 5, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	45
Figura 32 - Perfil médio horário da umidade relativa do ar nos Pontos 5, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	46
Figura 33 - Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 8, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	46
Figura 34 - Perfil médio horário da umidade Relativa do ar nos Pontos 8, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.....	47
Figuras 35 -Variação média horária dos índices de temperatura-umidade(I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto1.....	50
Figura 36 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto1/Belém-PA.....	50

Figura 37 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto2.....	51
Figura 38 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto2/Belém-PA.....	51
Figura 39 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto3.....	52
Figura 40 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto3/Belém-PA.....	52
Figura 41 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto5.....	53
Figura 42 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa /Ponto5/Belém-PA.....	53
Figura 43 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto6.....	54
Figura 44 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto 6/Belém-PA.....	54
Figura 45 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto8.....	55
Figura 46 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto 8/Belém-PA.....	55
Figura 47 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto1.....	57
Figura 48 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 1/Belém-PA.....	57
Figura 49 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores:	

vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto2.....	58
Figura 50 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 2/Belém-PA.....	58
Figura 51 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto3.....	59
Figura 52 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 3/Belém-PA.....	59
Figura 53 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto5.....	60
Figura 54 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 5/Belém-PA.....	60
Figura 55 - Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959)-Ponto.....	61
Figura 56 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 8/Belém-PA.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos estudados, localizados na região metropolitana de Belém-PA, com suas respectivas numerações.....	20
Tabela 2 – Faixa de desconforto térmico baseado no modelo THOM.....	33
Tabela 3 – Valores médios diários da temperatura do ar. Estação menos chuvosa, Novembro (2008)/Belém-PA.....	41
Tabela 4 – Valores médios diários da umidade relativa do ar. Estação menos chuvosa, Novembro (2008) /Belém-PA.....	41
Tabela 5 – Valores médios diários da temperatura do ar. Estação chuvosa, Abril (2009) /Belém-PA.....	48
Tabela 6 – Valores médios diários da umidade relativa do ar. Estação chuvosa, Abril (2009) /Belém-PA.....	48
Tabela 7 – Valores médios diários dos índices de temperatura-umidade. Estação menos chuvosa, Novembro (2008)/Belém-PA.....	49
Tabela 8 – Valores médios diários dos índices de temperatura-umidade. Estação chuvosa, Abril (2009)/Belém-PA.....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTO CIENTÍFICO DO ESTUDO	16
1.2	OBJETIVO GERAL.....	18
2	MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.1	CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
2.1.1	Descrição fisiográfica	19
2.1.1.1	Ponto 1	21
2.1.1.2	Ponto 2.....	22
2.1.1.3	Ponto 3.....	22
2.1.1.4	Ponto 4.....	23
2.1.1.5	Ponto 5.....	25
2.1.1.6	Ponto 6.....	25
2.1.1.7	Ponto 7.....	26
2.1.1.8	Ponto 8.....	28
2.1.2	Aspectos climáticos	28
2.1.2.1	Temperatura do ar.....	29
2.1.2.2	Precipitação pluviométrica	30
2.1.2.3	Umidade relativa do ar	30
2.1.2.4	Evaporação	30
2.1.2.5	Brilho Solar	31
2.1.2.6	Nebulosidade	31
2.1.2.7	Vento	31
2.2	INSTRUMENTAÇÃO E DADOS	31
2.3	MÉTODO UTILIZADO	32
2.3.1	Determinação do índice de temperatura e umidade	33
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1	ANÁLISE COMPARATIVA DOS CAMPOS DE TEMPERATURA E UMIDADE .	34
3.1.1	Estação menos chuvosa	34
3.1.1.1	Pontos 1, 4 e 7	34
3.1.1.2	Pontos 2, 4 e 7	35
3.1.1.3	Pontos 3,4 e 7	36

3.1.1.4 Pontos 5, 4 e 7	37
3.1.1.5 Pontos 6, 4 e 7	38
3.1.1.6 Pontos 8, 4 e 7	39
3.2 ANÁLISE COMPARATIVA DOS CAMPOS DE TEMPERATURA E UMIDADE	42
3.2.1 Estação chuvosa	42
3.2.1.1 Pontos 1, 4 e 7	42
3.2.1.2 Pontos 2, 4 e 7	43
3.2.1.3 Pontos 3, 4 e 7	44
3.2.1.4 Pontos 5, 4 e 7	45
3.2.1.5 Pontos 8, 4 e 7	46
3.3 CONFORTO TÉRMICO.....	49
3.3.1 Estação menos chuvosa	49
3.3.1.1 Pontos 1, 4 e 7	49
3.3.1.2 Pontos 2, 4 e 7	50
3.3.1.3 Pontos 3 4 e 7	51
3.3.1.4 Pontos 5, 4 e 77	52
3.3.1.5 Pontos 6, 4 e 77	53
3.3.1.6 Pontos 8, 4 e 77	54
3.3.2 Estação chuvosa	56
3.3.2.1 Pontos 1, 4 e 77	57
3.3.2.2 Pontos 2, 4 e 77	58
3.3.2.3 Pontos 3, 4 e 77	59
3.3.2.4 Pontos 5, 4 e 77	60
3.3.2.5 Pontos 8, 4 e 77	61
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
4 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS	67
ANEXO A	68
ANEXO B	79
ANEXO C	70
ANEXO D	71
ANEXO E	72
ANEXO F	73

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO CIENTÍFICO DO ESTUDO

O organismo humano, por meio de um processo evolutivo milenar, desenvolveu uma série de mecanismos que permitem a sua adaptação ao meio com o objetivo de obter o bem-estar. O bem-estar do homem é um conceito amplo que engloba desde os fatores necessários à manutenção da sua saúde física, até aqueles responsáveis pelo seu sentimento de satisfação. Quando se trata de satisfação com as condições térmicas de um ambiente, então se está tratando do conforto térmico.

A preocupação científica do homem com o seu conforto térmico é muito antiga, um exemplo disso é a obra "History and Art of Warming and Ventilation Rooms and Buildings", escrita por Walter Bernan e publicada em 1845. Nela o autor prevê que a criação e o controle de ambientes climáticos artificiais assumirão a dimensão de uma ciência que contribuirá para o desenvolvimento da humanidade, para a preservação da saúde e para a longevidade do ser humano.

Os primeiros esforços organizados para o estabelecimento de critérios de conforto térmico foram realizados no período de 1913 a 1923. Desde então esse tema tem sido estudado em diferentes partes do mundo, sendo que o grande desafio era encontrar os fatores que influenciam na sensação térmica e como eles se relacionam.

As pesquisas mais recentes, desenvolvidas no período de 1970 a 1986, comprovaram que o conforto térmico está estritamente relacionado com o equilíbrio térmico do corpo humano e que esse equilíbrio é influenciado por fatores ambientais e pessoais. Assim, há ambientes em que as condições são favoráveis ao equilíbrio térmico do corpo humano e o homem sente-se bem disposto e há outros em que as condições são desfavoráveis, provocam indisposição, diminuem a sua eficiência no trabalho e aumentam a possibilidade da ocorrência de acidentes.

Nesse contexto, o rápido e desordenado crescimento das cidades, em especial dos países não desenvolvidos, tem tornado difícil proporcionar condições ideais de vida a seus habitantes. Dentre as diversas atividades humanas potencialmente capazes de provocar alterações meteorológicas de pequena e de meso - escala, a urbanização apresenta-se como uma das que mais contribuem para tais alterações (MAITELLI, 1991; GOLDREICH, 1992; JÁUREGUI, 1992, apud COSTA, 1998).

O aumento da temperatura do ar nas cidades em relação ao seu ambiente vizinho, gerado por alterações das características térmicas das superfícies, decorrentes da substituição,

pelo homem, de áreas verdes por edificações e pavimentação, além de alterações hidrológicas e aerodinâmicas, é conhecido na literatura como o efeito da “ilha de calor urbana”. Deste modo a ilha de calor urbana é uma das mais acentuadas modificações atmosféricas atribuídas ao processo de urbanização (LOWRY, 1967).

A preocupação do homem com relação a seu bem estar e conforto é diretamente proporcional à evolução da humanidade, ou seja, quanto mais evoluídas se tornam as pessoas, mais exigentes ficam com relação a seu conforto e bem estar. O conforto térmico encontra-se inserido no conforto ambiental, donde também fazem parte o conforto visual (incluindo a psicodinâmica das cores), conforto acústico e qualidade do ar. Seus estudos têm ligação estreita com as áreas de Engenharia e Arquitetura, por serem elas as responsáveis pela concepção e criação dos ambientes nos quais o homem passa grande parte de sua vida.

O conforto térmico pode ser visto e analisado, sob dois aspectos: 1- do ponto de vista pessoal; 2- do ponto de vista ambiental. O ponto de vista Pessoal refere-se àquele, onde a pessoa que se encontre em determinado ambiente esteja num estado confortável com relação à sua sensação térmica. Por outro lado, o ponto de vista Ambiental, leva em consideração as características dos parâmetros de conforto térmico de determinado ambiente, influenciados por elementos Meteorológicos e pelas formas Arquitetônicas do local, tais como Arborização, Ventilação, Insolação, Radiação, entre outros elementos.

Como o homem é um animal homeotérmico, isto é, deve manter sua temperatura corporal praticamente constante, esses desequilíbrios ocasionados entre a geração e a dissipação do calor pelo organismo podem ocasionar sensações desconfortáveis, ou mesmo patologias em casos mais extremos (estresse térmico). O embasamento dos estudos de conforto térmico encontra-se no balanço energético verificado entre o homem e o ambiente a seu redor, ou seja, quando a quantidade de energia absorvida pelo corpo através do Metabolismo, Radiação, Convecção e Condução se iguala à quantidade de energia liberada ou perdida do corpo para o meio através dessas variáveis e da Evaporação, se estabelecerá a primeira condição para o conforto térmico. Tal princípio, da Conservação de Energia, representado neste caso, pela equação de balanço térmico no corpo, propiciou grande impulso para estudos realizados em câmaras climatizadas, principalmente os de Fanger (1970) na Dinamarca, cujos modelos propostos são utilizados até hoje e encontram-se normalizados através da ISO 7730 (1997), (Internacional Organization for Standardization). Com o avanço das pesquisas, muitos estudos foram realizados não mais em câmaras climatizadas, mas sim em situações reais do cotidiano, mais notadamente os realizados por Humphreys (1976),

Nicol (1993), entre outros. Embora oriundas de metodologias distintas, as duas correntes de pesquisa possuem o mesmo objetivo final: A busca das condições que mais satisfaçam o homem com relação às suas sensações térmicas.

É certo que as condições ambientais que podem proporcionar sensação de conforto térmico em habitantes de clima quente e úmido não são as mesmas que proporcionam sensações de conforto em habitantes de clima quente e seco e, muito menos, em habitantes de regiões de clima temperado ou frio. A sensação de temperatura que o corpo humano sente é freqüentemente afetada por vários fatores. O corpo humano é uma máquina térmica que constantemente libera energia, e qualquer fator que interfira na taxa de perda de calor do corpo afeta sua sensação de temperatura. Além da temperatura do ar, outros fatores significativos que controlam o conforto térmico do corpo humano são: umidade relativa do ar, vento e radiação solar.

As condições de conforto térmico variam com as condições ambientais. Nas grandes cidades, esse bem estar, está relacionado também às condições de conforto sonoro e visual. As poluições sonoras e visuais encontradas nas grandes metrópoles têm afetado freqüentemente a qualidade de vida das populações. No caso de Belém, o município se destaca como um excelente centro para estudos de mudanças climáticas, partindo da idéia de que a urbanização é uma das mais importantes influências antropogênicas sobre o meio local e regional junto com a emissão de gases do efeito estufa e agricultura.

1.2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar e avaliar as variações termo-higrométricas em áreas de diferentes coberturas vegetadas da cidade Belém-PA, avaliando qualitativamente, a influência dos fatores físico-ambientais nas condições de conforto térmico dos habitantes.

Mais especificamente, pretende-se monitorar também: o comportamento médio horário da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, elementos críticos para a determinação do índice de conforto térmico; analisar o contraste do índice de conforto térmico em períodos distintos, tais como: chuvoso e menos chuvoso.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1.1. Descrição fisiográfica

O município de Belém é composto por uma área terrestre, que corresponde à região continental de Belém e Icoaraci, e compreende uma área de 173,2 km², e uma área insular, composta por 39 ilhas, as quais totalizam uma área de 343,2 km². Deste modo, a área urbana da cidade de Belém é formada pelo agrupamento de 20 bairros, os quais cobrem uma área de, aproximadamente, 150 km², e abriga uma população residente de 828.529 habitantes (SEGEP, 1995 apud, COSTA, 1998). A presente pesquisa foi desenvolvida na área urbana da cidade de Belém - Pa, cujas coordenadas geográficas são 01° 23'S e 48° 29'W, estando situada às margens do Rio Guamá e Baía do Guajará (FIGURA 01).



Figura 01 – Imagem aérea da cidade metropolitana de Belém-PA.

Quanto às características de relevo, Belém apresenta uma topografia praticamente plana, sendo que aproximadamente 60% de suas terras encontram-se abaixo da cota de 4,0 metros acima do nível do mar. Na parte de terra firme, predomina o latossolo amarelo, com algumas manchas de podzois hidromórficos, areias e concrecionário laterítico. Certamente, na área urbana tais características originais encontram-se, atualmente, bastante modificadas pelo

2.1.1.1. Ponto 1

Este ponto localiza-se dentro da Universidade Federal do Pará, situado as margens do Rio Guamá; sua estrutura física vem sofrendo transformações desde a década de 90 passando por várias reformas e também a construções de novos prédios. Hoje, o que antes era constituído por madeira está deixando de fazer parte dessas novas obras. Os prédios e as salas de aula em sua maioria eram constituídos por vigas, janelas e portas de madeira hoje não mais constitui esse conjunto e sendo substituída por concretos, ferros e alumínios. A cidade universitária cresceu e com ela toda sua estrutura, hoje as ruas que a constitui são todas feitas à base de concreto e asfalto assim como as passarelas que antes era sustentada por madeira, hoje está sendo substituído por concreto. As áreas verdes dentro e fora do campus cada vez mais diminuem em função desse crescimento urbano. A imagem a seguir mostra o ponto em questão e também as aéreas de superfície de diferentes coberturas vegetadas (FIGURA 3).



Figura 3 – Vista aérea do ponto 1(UFPA) / Belém-PA. A seta indica o ponto de coleta de dados, estação meteorológica de superfície da UFPA.

2.1.1.2. Ponto 2

Situado na Av. Almirante Tamandaré no bairro do Centro, o ponto para coleta dos dados meteorológicos ficou alojado quase de esquina com a Av. Padre Eutíquio. Ao longo da Avenida Tamandaré nota-se a presença marcante do Canal que hoje serve como receptora de

desejos e esgoto. Essas vias públicas possuem grande fluxo de veículos e de pessoas devido a grande concentração de lojas, escolas, órgãos públicos... etc.; grande número de edifícios; acentuado número de material que retêm calor; nas áreas adjacentes pouca cobertura vegetada e/ou outro tipo de proteção a radiação direta do sol. Nesta área existe o acentuado crescimento vertical de edificações (FIGURA 4).



Figura 4 – Vista aérea do Ponto 2 (TAMANDARÉ) / Belém-PA. A seta marca o ponto de coleta de dados meteorológicos

2.1.1.3. Ponto 3

Este ponto localiza-se na Av. Nazaré, no bairro Nazaré, onde sua avenida é constituída de árvores centenárias, as famosas Mangueiras em toda sua extensão; possui intenso fluxo de pessoas devido a grande concentração de colégios, empresas, órgãos públicos..etc.; acentuada urbanização com grandes edifícios nas áreas vizinhas e na extensão dessa avenida (FIGURA 5).



Figura 5 – Vista aérea do Ponto 3 (LIBERAL) – Belém-PA. A seta indica o ponto de coleta e de dados meteorológicos.

2.1.1.4. Ponto 4

Parque Zoobotânico do Museu Paraense Emílio Goeldi está situado no centro urbano de Belém, com uma área de 5,2 hectares. Foi fundado em 1895, sendo o mais antigo do Brasil no seu gênero. Além de abrigar uma significativa mostra da fauna e flora amazônicas, o Parque concentra as atividades educativas do Museu Goeldi, tal como um laboratório para aulas práticas. Recebe anualmente cerca de 200 mil visitantes.

O Museu Goeldi possui três bases físicas. A mais antiga foi instalada em 1895 numa área de 5,2 ha, atualmente conhecida como Parque Zoobotânico, localizado no centro urbano de Belém. Em 1980, inaugurou-se, nas imediações da cidade, um Campus de Pesquisa com 12 ha, para onde foram transferidas as Coordenações de Botânica, Zoologia, Ciências Humanas, Ciências da Terra e Ecologia, Informação e Documentação, Planejamento, além dos laboratórios institucionais (FIGURA 6 e 7).



Figura 6 – Imagem do Museu Paraense Emilio Goeldi, situado na Av. Magalhães Barata

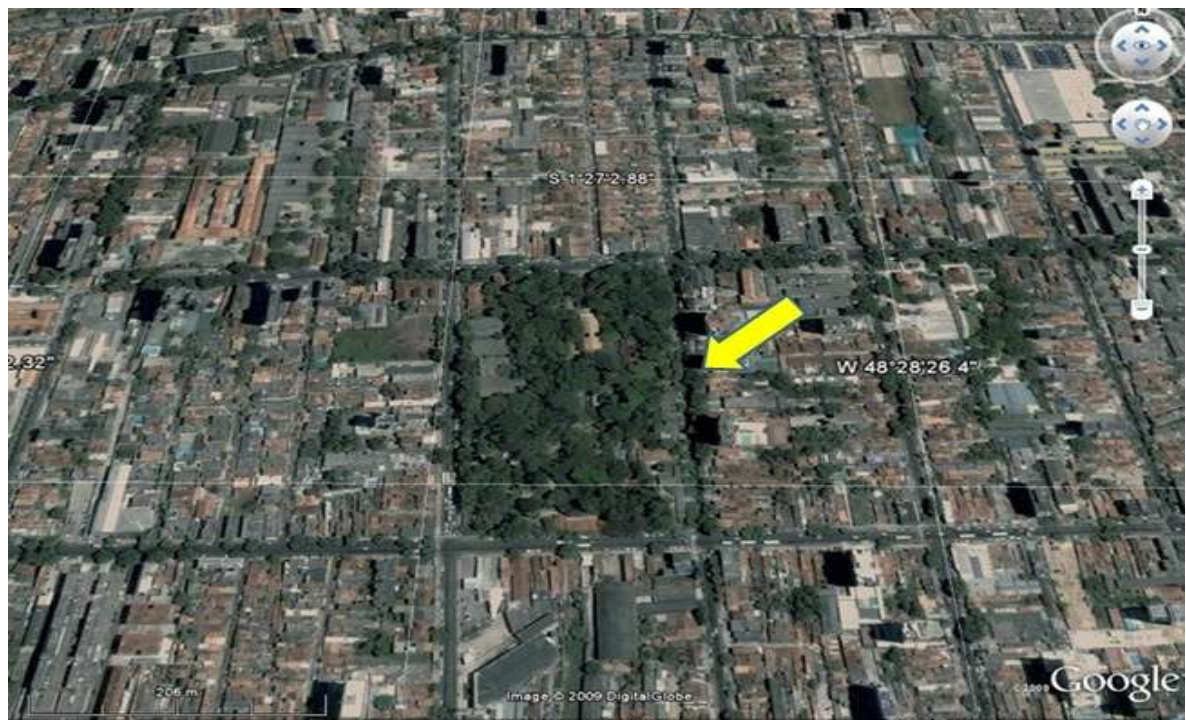


Figura 7 – Vista aérea do Ponto 4 (MUSEU) / Belém-PA. A seta indica o ponto de coleta de dados meteorológicos.

2.1.1.5. Ponto 5

Este ponto está localizado em uma área de grande fluxo de pessoas e veículos, situado em frente ao Terminal Rodoviário de Belém-PA, no bairro de São Braz, na Av. Almirante Barroso. O mesmo possui em sua redondeza grande ocupação urbana e pouca área de cobertura vegetada e outro qualquer tipo de proteção as radiações direta do sol; também possui um grande reservatório de água da COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará) que é feito de ferro fundido (FIGURA 8).



Figura 8 – Vista aérea do Ponto 5 (SÃO BRAZ) / Belém-PA. A seta indica o ponto de coleta de dados meteorológicos

2.1.1.6. Ponto 6

O ponto 6 está localizado na esquina da Av. Almirante Barroso com a Trav. Humaitá. Essa Avenida é uma das principais que dão acesso ao centro da cidade, possui grande fluxo de veículos durante grande parte do dia, apresentando pico nos horários das 12:00 e 18:00 h. Não há nenhum tipo de arborização nas proximidades; é uma área de acentuado aglomerado urbano (FIGURA 9).



Figura 9 – Vista aérea do Ponto 6 (HUMAITÁ) / Belém-PA. A seta indica o ponto de coleta de dados meteorológicos.

2.1.1.7. Ponto 7

O Bosque Rodrigues Alves ganhou status de Jardim Botânico em julho de 2002, com base na resolução 266 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). Com a certificação, o Bosque entra na lista dos jardins brasileiros que integram a Botanic Gardens Conservation International (BGCI), rede mundial com 1.846 jardins em 148 países e mais de 4 milhões de coleções de plantas vivas. A conquista do título também facilita a captação de recursos nacionais e internacionais para o desenvolvimento de projetos científicos e de educação ambiental.

Bosque Rodrigues Alves - Jardim Botânico da Amazônia (BRAJBA) está localizado na Avenida Almirante Barroso nº 2453, bairro do Marco. Sua área total é de 150.000 m², sendo composto por 4 quadrantes, 112 canteiros irregulares, 80% da área com cobertura vegetal e 60.000 m² de área restrita ao uso de visitação. Possui uma dimensão de 15 ha, com 478m de frente por 318m de fundo. No total, constitui-se de cerca de 80% de área verde e o restante de edificações e vias de passeio. É formado por uma floresta primária de terra firme preservada desde o final do século XIX, representativa da flora regional. A grande maioria da vegetação é oriunda de mata virgem antiga e algumas plantas exóticas, introduzidas posteriormente.

Apresenta uma grande diversidade de espécies animais e vegetais característicos deste ecossistema (FIGURA 10 e 11).



Figura 10 - Imagem aérea do Bosque Rodrigues Alves / Belém-PA



Figura 11 – Vista aérea do Ponto 7 (BOSQUE) / Belém-PA. A seta indica o ponto de coleta de dados meteorológicos.

2.1.1.8. Ponto 8

Localizado na Av. Almirante Barroso é o ponto com intenso fluxo veículos, na extensão dessa avenida até o entroncamento não há nenhum tipo de cobertura vegetal e/ou outro tipo de proteção contra as radiações direta do sol . Nas suas proximidades intensa

urbanização e grande presença de material tipo concreto, asfalto e ferro de que é constituído a proteção via pública dos ciclistas na via central da avenida (FIGURA 12).

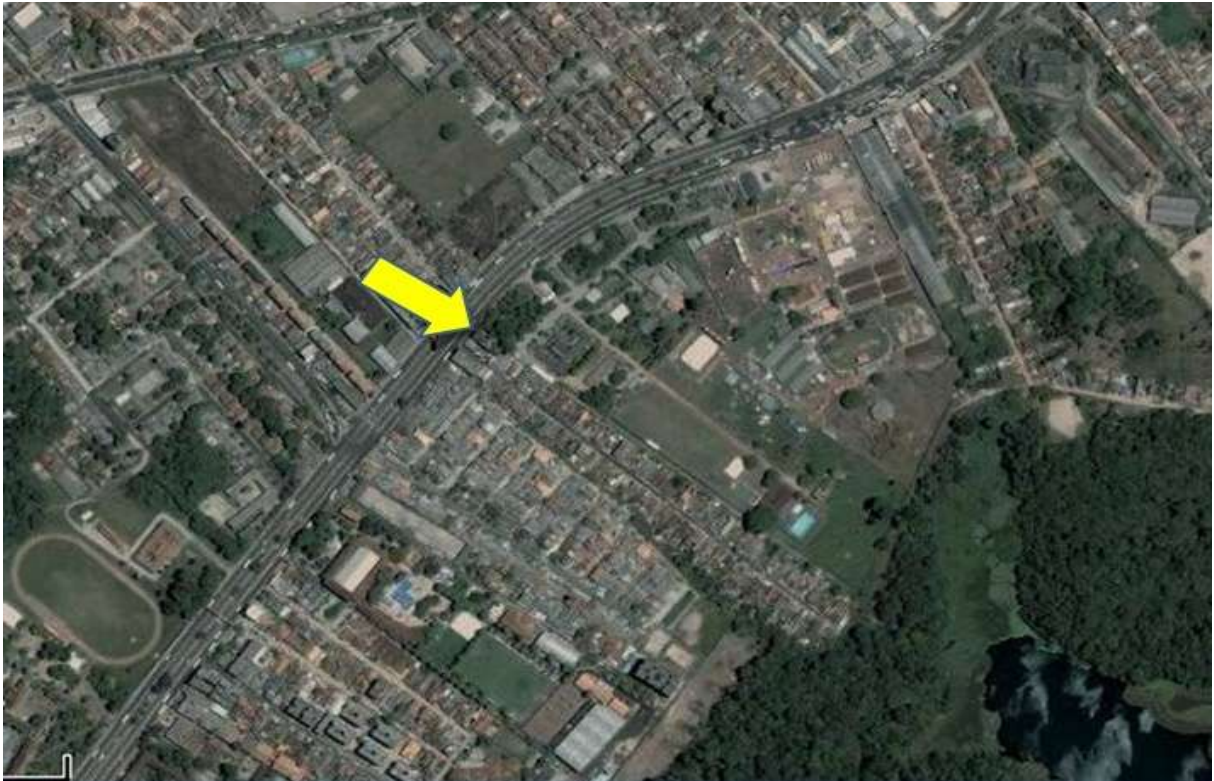


Figura 12 – Vista aérea do Ponto 8 (ENTRONCAMENTO) / Belém-PA. A seta indica o ponto de coleta de dados meteorológicos.

2.1.2. Aspectos climáticos da região

A Região Norte é caracterizada por apresentar valores médios anuais elevados de temperatura e umidade relativa do ar, além de elevado índice pluviométrico anual, embora com grandes variações nos totais mensais. Os principais mecanismos que explicam estas características são a combinação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), das brisas marítimas, da penetração de sistemas frontais oriundos do Sul do continente Sul-Americano, da grande fonte de vapor d'água atmosférico, representada pela Bacia Amazônica e das linhas de instabilidade (NIMER, 1979 apud COSTA, 1998).

Com base neste fato, é de fundamental importância a análise dos principais sistemas de circulação atmosférica que pela sua atuação direta, exerce um papel fundamental no comportamento climatológico da Região Amazônica. Informações adicionais sobre a descrição meteorológica dos sistemas de escala global e/ou sinótica, e de meso-escala acima citados, podem ser encontradas por COSTA (1998).

As inúmeras variações no clima de um local para outro, proporcionadas por diferentes combinações dos processos atmosféricos, produzem, conseqüentemente, uma grande variedade de tipos climáticos. Dentre as diferentes classificações climáticas atualmente aceitas, podemos destacar, dentre outras, a de KOEPPEN (1846 - 1940), que incorpora, além da vegetação, valores da temperatura do ar, precipitação pluviométrica e características sazonais; a de THORNTHWAITE (1948), que introduziu o balanço hídrico em sua classificação, e THORNTHWAITE & MATHER (1955) aperfeiçoaram o método anterior. Em tais modificações, a capacidade de campo e a taxa de utilização da umidade do solo para a evapotranspiração passaram a depender da profundidade, do tipo e da estrutura do solo.

Desse modo, o balanço hídrico é um importante indicador das trocas ocorridas no sistema solo-planta-atmosfera, e proporciona subsídios fundamentais no que se refere à utilização racional dos recursos hídricos de uma região nos diversos ramos das atividades humanas.

Segundo Koeppen, a cidade de Belém pode ser classificada como de clima tropical chuvoso, com pequena amplitude térmica anual e precipitação média mensal superior a 60 mm, ou seja, do tipo Af. Quando considerada a classificação de Thornthwaite, ela é classificada como clima muito úmido, com pequena deficiência de água, ou seja, do tipo B4A'r (MARTORANO et al. 1993, apud COSTA, 1998). Porém, se faz necessário uma breve descrição climatológica das principais variáveis meteorológicas utilizadas direta ou indiretamente neste estudo.

2.1.2.1. Temperatura do ar:

A variação diária da temperatura do ar está diretamente relacionada com a absorção da radiação solar pela superfície. Dentre os fatores responsáveis pelas variações térmicas de um local, merecem destaque, dentre outros: o tipo de superfície, a cor, o conteúdo de umidade, a inclinação, a latitude, o dia do ano e a hora do dia.

Por estar localizado na Região Equatorial, a área de estudo apresenta uma pequena variabilidade anual na sua temperatura média, sendo que o máximo valor ocorre no mês de outubro e o mínimo no mês de março, com 27,9°C e 25,7°C, respectivamente. Como se observa, a amplitude térmica média anual é de apenas 2,2°C. Em termo de valor médio anual, o seu valor é de 26,5°C (INMET, 1992).

As menores temperaturas médias são verificadas nos meses de fevereiro, março e abril, que correspondem aos meses de maior nebulosidade e precipitação pluviométrica, o que contribui para o menor aquecimento da superfície.

2.1.2.2. Precipitação pluviométrica:

Pela sua localização Equatorial, onde existe grande disponibilidade de umidade e energia durante todo o ano, o total de precipitação pluviométrica anual é bastante elevado, com um valor médio da ordem de 2.893 mm. Devido à pequena variabilidade anual da temperatura média do ar, as variações sazonais nessa Região são classificadas em função da variabilidade anual das precipitações pluviométricas. Sendo assim, costuma-se dividir o ano em duas estações distintas: uma chuvosa, que se estende de dezembro até maio, e outra estação menos chuvosa, que vai de junho a novembro. Os meses mais chuvosos e menos chuvosos são março e novembro, com uma precipitação pluviométrica média de 436 mm e 112 mm, respectivamente.

Quanto à distribuição diária das precipitações pluviométricas, esta não apresenta um padrão bem definido, embora exista certa tendência de, na época menos chuvosa, estas ocorrerem no período das 16:00 horas às 06:00 horas (NECHET, 1984).

2.1.2.3. Umidade relativa do ar:

Por se encontrar em uma faixa de baixas pressões atmosféricas, onde predominam os movimentos ascendentes das massas de ar atmosféricas, esta região apresenta um valor médio anual elevado de umidade relativa do ar, estando esta distribuição diretamente relacionada com a oscilação latitudinal da ZCIT, onde os maiores valores coincidem com a passagem deste sistema sobre a Região. Os maiores valores ocorrem nos meses de fevereiro, março e abril, com uma média de 91%, diminuindo em seguida até atingir os valores mínimos, da ordem de 83%, nos meses de outubro e novembro. A oscilação média anual é relativamente pequena, estando em torno de 8 %, enquanto que o valor médio anual é de aproximadamente 84% (COSTA, 1998).

2.1.2.4. Evaporação:

Devido a grande disponibilidade de energia, proporcionado pela pequena variação anual da inclinação dos raios solares na Região, a evaporação média anual é elevada e da ordem de 771 mm. Entretanto, a oscilação média mensal é bem acentuada, com os menores valores

ocorrendo no mês de fevereiro, com média de 38,5mm, quando predomina grande nebulosidade, inibindo o aquecimento da superfície, até um máximo de 83 mm, no mês de novembro, onde a pequena porcentagem de cobertura do céu proporciona a ocorrência de elevadas temperaturas (COSTA, 1998).

2.1.2.5. Brilho solar:

A exemplo da evaporação total, o brilho solar também sofre grandes variações médias mensais nessa Região, oscilando entre um mínimo de 99 horas para o mês de fevereiro, quando predomina grande nebulosidade, até um valor máximo de 256 horas, para o mês de agosto. Os meses de fevereiro, março e abril contribuem com apenas 14 % do total de brilho solar anual. Essa grande variação anual está associada diretamente com a variação média anual da nebulosidade, provocada, principalmente, pelo deslocamento anual da ZCIT (COSTA, 1998).

2.1.2.6. Nebulosidade:

Devido às características de elevada umidade do ar associada com a grande disponibilidade de energia solar anual, a nebulosidade média mensal é elevada durante grande parte do ano, sendo que em nenhum dos meses o seu valor médio é inferior a 5/10 da abobada celeste. Nos meses mais chuvosos a nebulosidade média chega a alcançar valores da ordem de 8/10. Em termos anuais, o seu valor médio é de 6/10, valor este considerado bastante elevado (COSTA, 1998).

2.1.2.7. Vento:

Localizada na região de confluência dos ventos Alísios, a cidade de Belém apresenta direção predominante dos ventos de Norte e Nordeste, com baixas velocidades médias anuais, oscilando entre 1.0 m/s e 2,0 m/s, sendo que os menores valores ocorrem, geralmente, na estação chuvosa (COSTA, 1998).

2.2. INSTRUMENTAÇÃO E DADOS

Para a seleção dos locais de coleta de dados meteorológicos, os critérios adotados foram: a representatividade da área de estudo, a facilidade de operação, além da segurança dos equipamentos e dos observadores meteorológicos. Para tanto, oito (8) pontos de coleta de dados com diferentes porcentagens de cobertura vegetal foram estabelecidos. Seis (6) pontos

urbanos, representativos de áreas de menor cobertura vegetal, e dois (2) pontos arborizados, representativos de áreas vegetadas. Os pontos escolhidos foram: Ponto 1-UFPA (estação meteorológica da Universidade Federal do Pará), Ponto 2-TAMANDARÉ (Av. Tamandaré com Trav. Padre Eutíquio), Ponto 3-LIBERAL (Av. Nazaré em frente a TV Liberal), Ponto 4-MUSEU (Av. Magalhães Barata), Ponto 5-SÃO BRAZ (Av. Almirante Barroso em frente ao Terminal Rodoviário de Belém-PA), Ponto 6-HUMAITÁ (Av. Almirante Barroso com Trav. Humaitá), Ponto 7-BOSQUE (Av. Almirante Barroso com Trav. Perebebuí) e Ponto 8-ENTRONCAMENTO (Av. Almirante Barroso em frente ao Ministério de Agricultura/INMET).

Para confecção dos psicrômetros foram utilizados termômetros da marca INCOTERM, com precisão de 0,2°C. Tais instrumentos foram instalados à sombra, em locais cuja ventilação permitia a circulação mínima do ar, simulando abrigos meteorológicos padronizados pela OMM para a obtenção dos dados de temperatura do ar e de temperatura do bulbo úmido, com os quais foram calculados indiretamente os valores da umidade relativa, pressão de saturação do vapor, pressão parcial do vapor e os índices de temperatura-umidade (ITU) do ar, nos diversos ambientes estudados.

O período de coleta de dados para este estudo se dividiu em duas etapas. A primeira fase experimental ocorreu no período de 13 a 16 de novembro de 2008, na estação menos chuvosa da Região, e a segunda fase experimental ocorreu no período de 22 a 24 de abril de 2009, com a utilização dos 8 (oito) pontos de coleta de dados meteorológicos citados anteriormente, onde realizaram-se observações horárias consecutivas, durante 12 horas diárias e ao longo de todo o período estudado.

Devido, principalmente, às limitações do número de equipamentos, e de pessoas para o levantamento dos dados, nos locais de coleta de dados estabelecidos, o Ponto 6-Humaitá foi excluído da fase experimental 2 devido à baixa qualidade dos dados coletados.

2.3. MÉTODO UTILIZADO

Existe, cerca de três dezenas de índices de conforto térmico, porém, para fins de aplicação as condições ambientais correntes nos edifícios como habitações, escolas, escritórios etc., e para as condições climáticas brasileiras, os dois mais utilizados são os apresentados abaixo:

- ✓ Temperatura Efetiva, de Yaglou e Houghthen;
- ✓ Índice de Temperatura e Umidade, de THOM;

2.3.1. Determinação do índice de temperatura-umidade

Vários são os métodos para se estimar índices de conforto térmico. Neste estudo, por questões práticas, utilizou-se o método do índice de temperatura-umidade (THOM, 1959), cujas faixas de conforto são mostradas (TABELA 1).

Inicialmente chamado de **índice de desconforto**, o qual pretende expressar o grau de desconforto sentido por um ser humano em atividade, sem considerar as condições de radiação e ventilação. Sob tais condições, THOM sugere que este índice seja dado por:

$$I.T.U = 0,4 \cdot (T_{ar} + T_w) + 4,8 \quad (1)$$

Onde:

T_{ar} é a temperatura do ar (°C);

T_w é a temperatura do bulbo úmido (°C);

Os níveis de conforto térmico, segundo o I.T.U, podem ser apresentados através da tabela a seguir.

Tabela 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

Do exposto, os índices de temperatura-umidade (ITU) puderam ser calculados e comparados com as sensações térmicas obtidas por meio de entrevistas, feitas durante todo o estudo, nas duas etapas (estação menos chuvosa e chuvosa). Os valores de (ITU) também foram comparado para diferentes coberturas superficiais vegetadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ANÁLISE COMPARATIVA DOS CAMPOS DE TEMPERATURA E UMIDADE

3.1.1. ESTAÇÃO MENOS CHUVOSA

Essa primeira fase experimental foi realizada no período de 13 a 16 de Novembro de 2008, no período menos chuvoso da região. Nessa fase experimental, foram realizadas observações meteorológicas em todos os 8 (oito) ambientes distintos. A temperatura média horária do ar, apresentou em todos os locais, um aumento gradativo até atingir os máximos valores em torno das 13 e 14:00 horas locais, sofrendo a partir daí um declínio progressivo até culminar com mínimos valores por volta das 19:00 horas locais (FIGURA 14 a 25). O padrão de variação da temperatura e de umidade relativa, verificada ao longo do dia, foi compatível com o perfil médio horário, que ocorre nas grandes cidades equatoriais.

Para cada ponto abaixo se faz uma breve discussão dos principais resultados obtidos, especialmente, discute-se: valores médios, máximos, mínimos, desvios padrões e amplitudes térmicas. Essas análises são feitas levando-se sempre em conta, um ponto urbano e dois pontos arborizados (MUSEU / BOSQUE), para que as análises tornem-se didaticamente mais viáveis ou fáceis de serem discutidas.

3.1.1.1. Pontos 1, 4 e 7

Na comparação entre o ambiente urbano (UFPA) e o ambiente arborizado (Museu e Bosque) a área urbana (UFPA), supera em todas as horas, os valores de temperatura verificados nos ambientes arborizados. A umidade relativa do ar, porém, é menor na área urbana, durante todo esse período com perfil médio horário de oscilação inversa à temperatura. Os resultados a seguir (FIGURAS 13 e 14) mostram claramente que o Ponto 1, sofreu influência nítida das superfícies adjacentes com baixa capacidade térmica e alta condutibilidade, bem como variações de temperatura e umidade cujas amplitudes, foram significativamente maiores que aquelas observadas nas áreas arborizadas (Museu / Bosque) da cidade de Belém-PA. Informações adicionais, constam na Tabela 03 e 04.

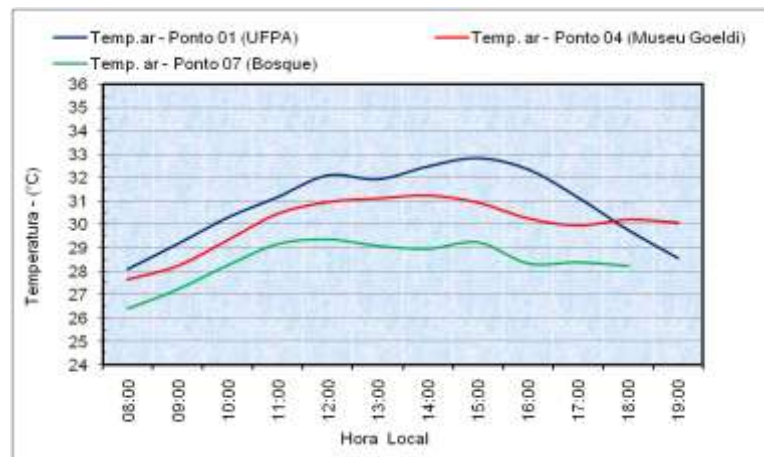


Figura 13 – Perfil médio horário da temperatura do ar nos Pontos 1, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

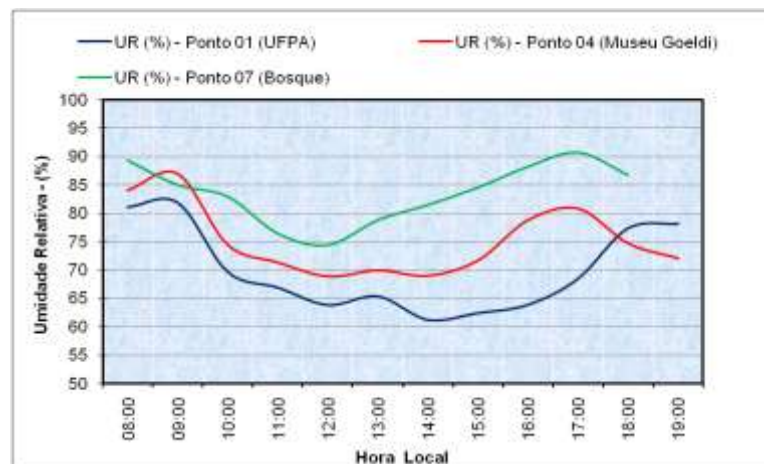


Figura 14 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 1, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA

3.1.1.2. Pontos 2, 4 e 7

Nota-se que nas primeiras horas da manhã que não há elevado valores de amplitude, entre os Pontos 4 e 2; mas existe entre os Pontos 7 e 2 nesse mesmo intervalo. Observa-se uma amplitude de 4°C no horário das 14:00 horas entre os Pontos 7 e 2. No decorrer do dia, a temperatura do Ponto 2 se mantém elevada durante quase todo o período de observação do dia, exceto no final da tarde, as 18:00 h, onde há uma inversão. O perfil de umidade relativa dos pontos abaixo acompanha inversamente os de temperatura do ar (FIGURAS 15 E 16).

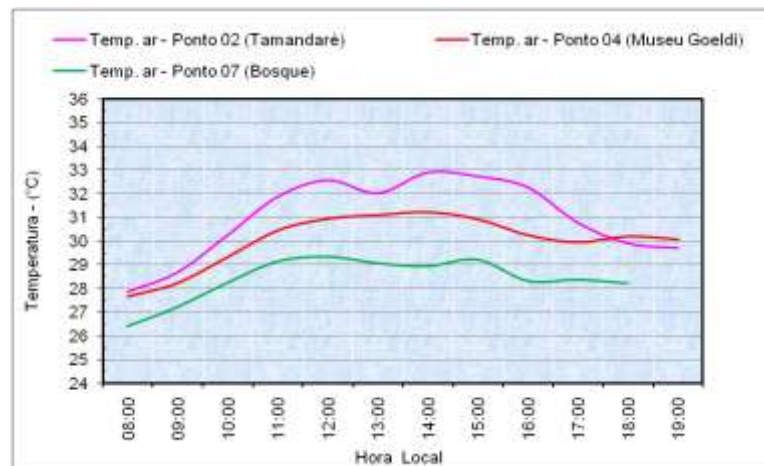


Figura 15 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

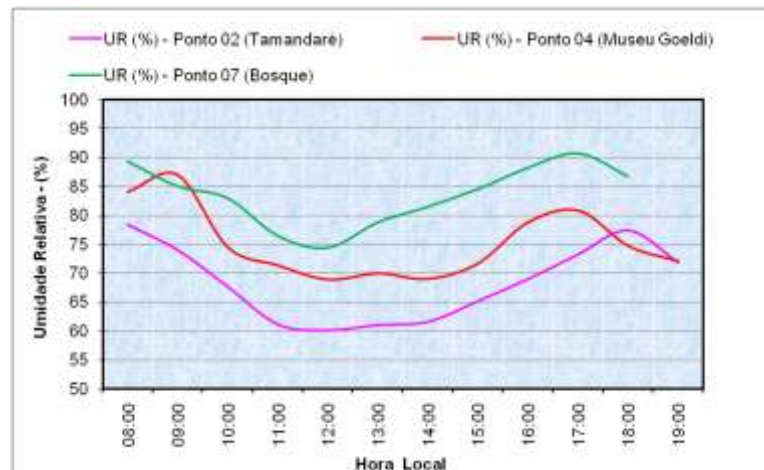


Figura 16 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA

3.1.1.3. Pontos 3, 4 e 7

Observa-se durante quase todas as horas do dia, valores superiores de temperatura do Ponto 3 em relação aos Pontos 4 e 7, notando-se uma amplitude bem menor entre os Pontos 3 e 4 quando comparado com os Pontos 3 e 7, isso devido o Ponto 3 ser uma área com presença de arborização na sua extensão. Já no gráfico da umidade relativa os pontos com maiores valores de umidade relativa encontram-se nos pontos 4 e 7 devido a sua porcentagem de cobertura arborizada ser maior (FIGURAS 17 E 18).

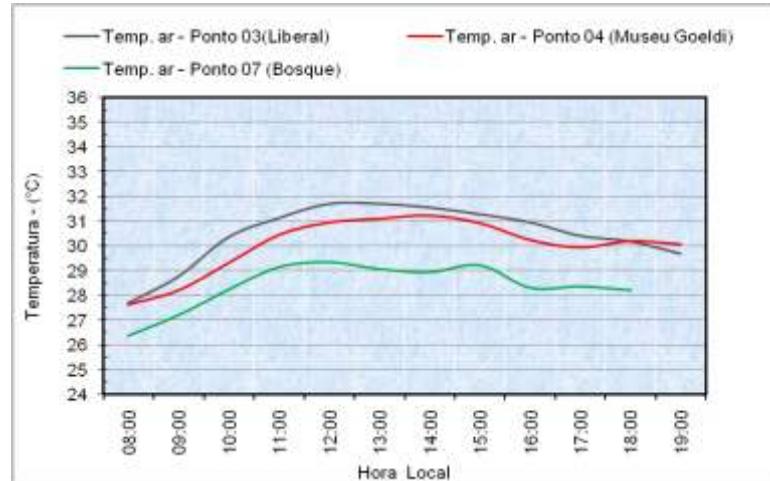


Figura 17 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 3, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

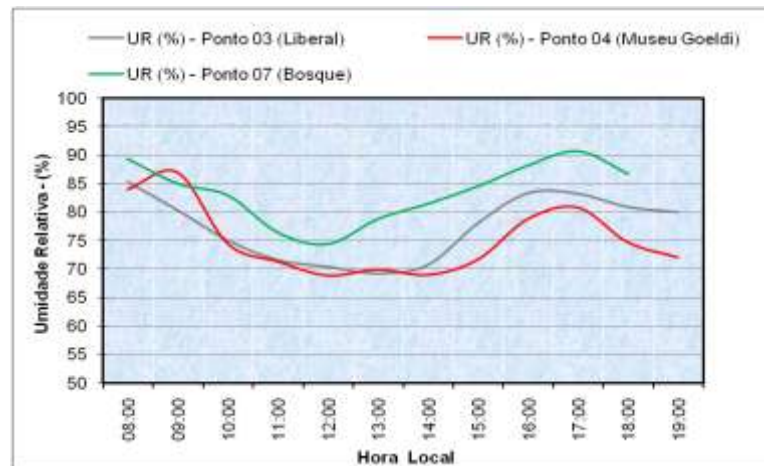


Figura 18 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 3, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA

3.1.1.4. Pontos 5, 4 e 7

Observa-se a durante todo o dia maiores valores de temperatura no Ponto 5 quando comparado com os Pontos 4 e 7. Nas primeiras horas da manhã a amplitude já é 2° de diferença entre os pontos 5 e 7. A amplitude máxima ocorrida foi de 4°C ocorrido as 12:00 horas entre os pontos 5 e 7. Já o perfil de umidade relativa acompanha inversamente os valores de temperatura (FIGURAS 19 e 20).

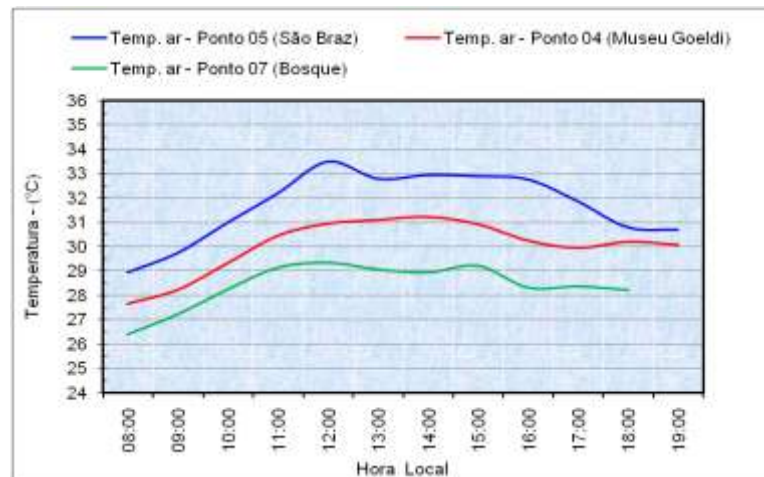


Figura 19 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 5, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

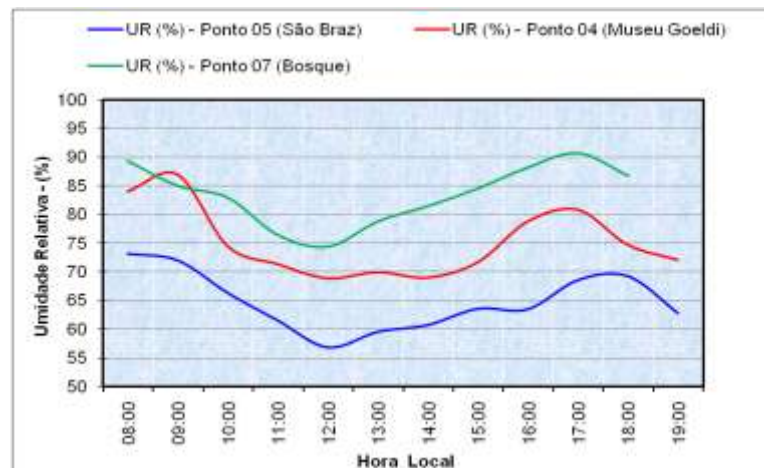


Figura 20 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 5, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

3.1.1.5 Pontos 6, 4 e 7

Os valores de temperatura mostram-se elevados durante todo o dia no Ponto 6 quando comparado com os Pontos 4 e 7. Há uma amplitude de 5°C entre os Pontos 6 e 7 às 13:00. O valor máximo ocorrido foi de 34°C no ponto 6 nesse mesmo horário. Nesse Ponto não há quase nenhum tipo de cobertura vegetada e/ou outro tipo de proteção às radiações direta do sol em quase toda sua extensão naquela área. Os perfis de umidade relativa do ar acompanham os valores inversamente os de temperatura (FIGURAS 21 e 22).

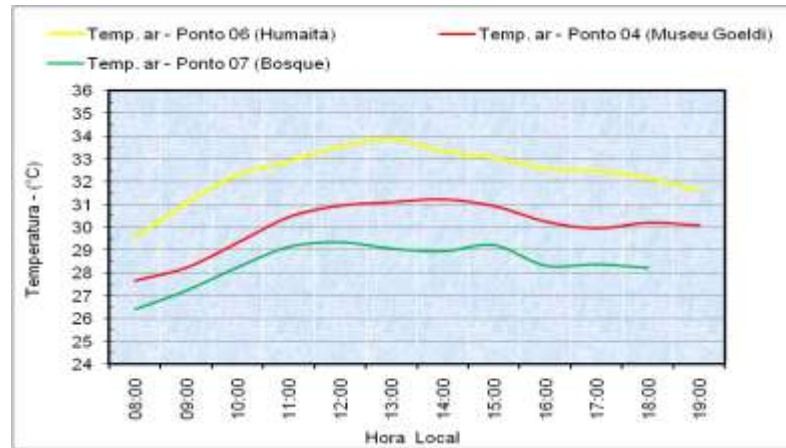


Figura 21 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 6, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

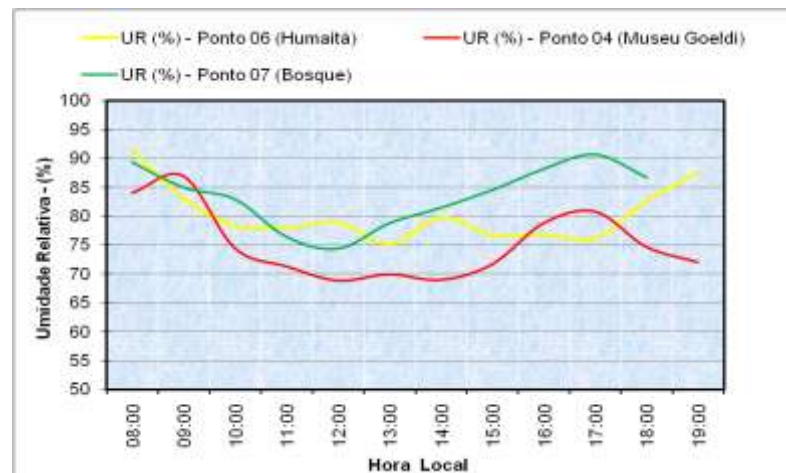


Figura 22 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 6, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

3.1.1.6. Pontos 8, 4 e 7

Evidencia-se durante quase todo o dia valores elevados de temperatura do Ponto 8 quando comparado com os Pontos 4 e 7, exceto no horário por volta das 18:00 horas, onde há uma pequena inversão nos Pontos 4 e 8. Entre os pontos 7 e 8, amplitude de 4,5°C. No Ponto 8 há intenso fluxo de veículos, grande quantidade de material tipo concreto, asfalto e ferro que constitui a proteção da ciclovia ao longo da avenida e quase não há nenhum tipo de cobertura nas áreas próximas. Nos perfis de umidade relativa nota-se maiores valores nos pontos mais arborizados (FIGURAS 23 E 24).

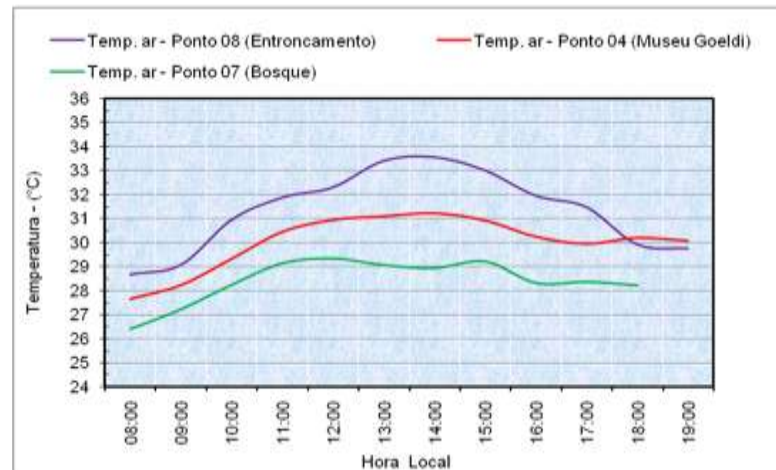


Figura 23 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 8, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

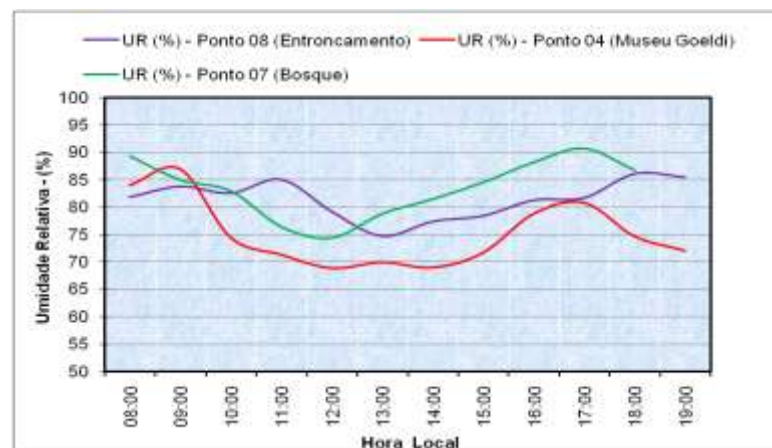


Figura 24 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 8, 4 e 7. Estação menos chuvosa / Novembro (2008) / Belém-PA.

Os perfis médios horários da temperatura do ar nas áreas de menor cobertura vegetal, em comparação com as áreas mais arborizadas, mostraram para todos os casos, valores superiores de temperatura, que se verificam a qualquer hora do dia. Em alguns pontos, porém, verifica-se que nas primeiras horas da noite, entre 18:00 e 19:00 horas locais, os valores médios horários de temperatura apresentam-se sutilmente mais elevados do que nos Pontos 4(MUSEU) e Ponto 7(BOSQUE). Essa inversão de temperatura pode ter ocorrido em virtude do dossel das árvores funcionarem, não somente como uma cobertura conversora de radiação incidente em calor durante as horas de dia claro, mas também, como uma superfície inibidora de trocas de calor advectado pelo vento (SILVA, 2008).

Em relação à umidade relativa do ar, o padrão do comportamento médio horário desta variável apresentou-se bem definido, com os menores valores ocorrendo entre 13:00 e 15:00 horas, sofrendo a partir daí um aumento gradativo, atingindo os máximos valores por volta

das 19:00 horas locais. Os valores médios diários apresentaram-se bastante elevados na área urbana de Belém, oscilando entre um mínimo de 51,4 % no Ponto 5 (SÃO BRAZ), até um máximo de 98,5 % nos Pontos 3(LIBERAL) e 6(HUMAITÁ). Durante esta fase da pesquisa foram observadas grandes amplitudes no comportamento médio horário da umidade relativa do ar (TABELA 4), sendo alcançado o valor absoluto de 40,7% no Ponto 1(UFPA), durante as horas mais quentes do dia.

Tabela 3 - Valores médios diários da temperatura do ar. Estação menos chuvosa / Novembro (2008). Belém-PA

Pontos	Temperatura média do ar (°C)	Desvio Padrão (%)	Temperatura máxima do ar (°C)	Temperatura mínima do ar (°C)	Amplitude Térmica (°C)
01	30,9	1,7	33,9	27,8	6,1
02	30,9	1,8	34,6	27,1	7,5
03	30,5	1,3	32,8	27,2	5,6
04	30,0	1,1	31,7	27,5	4,2
05	31,7	1,7	34,8	28,0	6,8
06	32,4	1,3	34,9	29,0	5,9
07	28,4	1,0	29,6	26,0	3,6
08	31,4	1,9	34,8	28,0	6,8

Tabela 4 - Valores médios diários da umidade relativa do ar. Estação menos chuvosa / Novembro (2008). Belém-PA

Pontos	UR média do ar (%)	Desvio Padrão (%)	UR máxima (%)	UR mínima (%)	Amplitude UR (%)
01	69,6	8,9	94,2	53,5	40,7
02	68,1	7,5	80,8	53,5	27,3
03	77,4	7,7	98,5	60,0	38,6
04	75,2	7,3	94,8	63,5	31,3
05	64,7	7,5	81,2	51,4	29,8
06	80,4	11,2	98,5	56,6	41,9
07	83,5	6,3	97,7	70,8	27,0
08	81,2	7,1	94,1	63,9	30,2

3.2. ANÁLISE COMPARATIVA DOS CAMPOS DE TEMPERATURA E UMIDADE

3.2.1. Estação chuvosa

Essa segunda fase experimental foi realizada no período de 22 a 24 de Abril de 2009, no período chuvoso da Região. Foram realizadas observações meteorológicas em 7 ambientes distintos, já que o Ponto 06 (Humaitá) foi excluído pela pouca representatividade estatística dos dados coletados. Os perfis médios horários da temperatura do ar nas áreas de menor cobertura vegetal, em comparação com as áreas mais arborizadas, mostraram para todos os casos, valores superiores de temperatura, que se verificam a qualquer hora do dia. Em alguns pontos, porém, verifica-se que nas primeiras horas da noite, entre 18:00 e 19:00 horas locais, os valores médios horários de temperatura apresentam-se sutilmente mais elevados do que nos Pontos 4(MUSEU) e Ponto 7(BOSQUE).

3.2.1.1. Pontos 1, 4 e 7

O Ponto 1 encontra-se na maior parte do dia com temperaturas superiores aos dos Pontos 4 e 7, havendo uma pequena inversão no final da tarde e início da manhã. A temperatura média horária do ar apresentou em todos os locais um aumento gradativo até atingir os máximos valores em torno das 13 e 16:00 horas, sofrendo a partir daí um declínio progressivo até culminar com mínimos valores por volta das 19:00 horas locais (FIGURAS 25 E 26). Os perfis médios horários da temperatura do ar nas áreas de menor cobertura vegetal, em comparação com as áreas mais arborizadas, mostraram para todos os casos, valores superiores de temperatura, que se verificam a qualquer hora do dia. Nos Pontos 04 e 07 (Museu / Bosque), verifica-se que nas primeiras horas da noite, entre 18:00 e 19:00 horas locais, os valores médios horários de temperatura apresentam-se sutilmente mais elevados do que no Ponto 01 (UFPA).

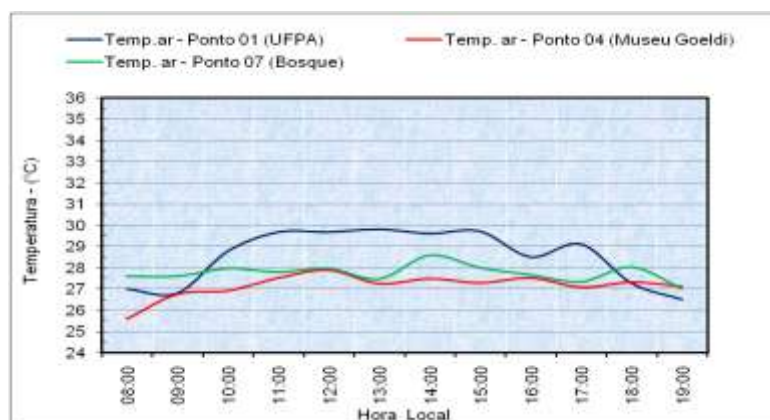


Figura 25 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 1, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

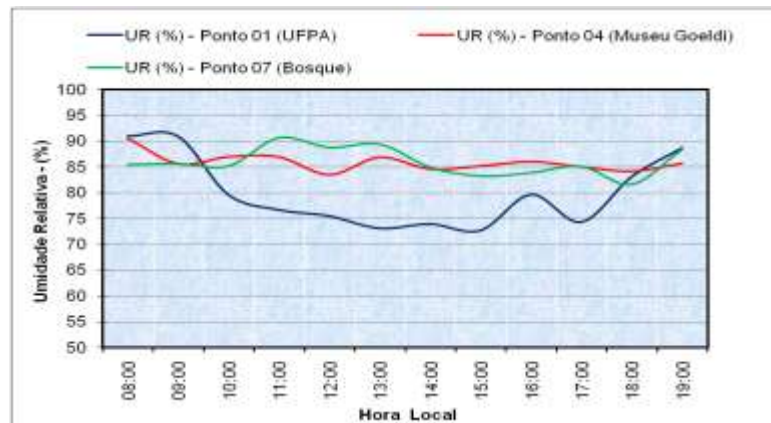


Figura 26 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 1, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

3.2.1.2. Pontos 2, 4 e 7

Nota-se que nas primeiras horas da manhã não há elevado valores na amplitude entre os Pontos 4 e 2; mas existe entre os Pontos 7 e 2 nesse mesmo intervalo. Observa-se uma amplitude de 4°C no horário das 14:00 horas entre os Pontos 7 e 2. No decorrer do dia a temperatura do Ponto 2 se mantém elevada durante quase todo dia, exceto nos final da tarde as 18:00 h onde há uma inversão. O perfil de umidade relativa dos pontos abaixo acompanha inversamente os de temperatura do ar (FIGURAS 27 E 28).

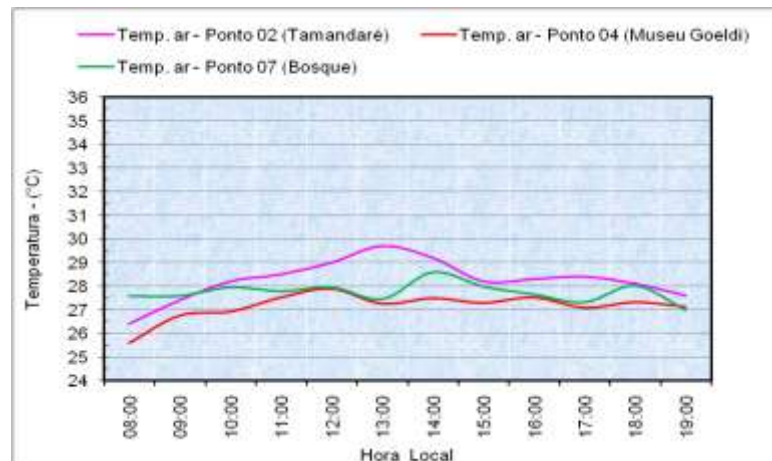


Figura 27 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

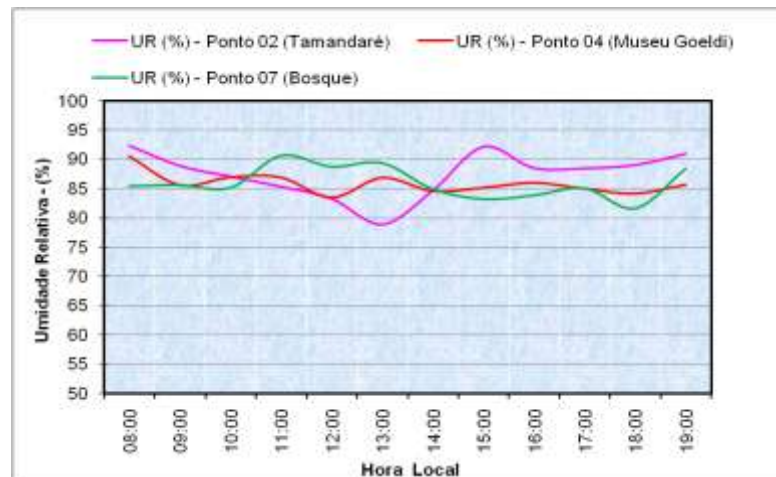


Figura 28 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar dos Pontos 2, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

3.2.1.3. Pontos 3, 4 e 7

O perfil de temperatura médio horário no Ponto 3 (Liberal), apresenta-se com amplitude térmica pouco menor, quando comparada aquelas verificadas nos pontos comentados acima. Isso pode ter ocorrido devido este ponto de coleta de dados ter sido realizado sobre uma avenida bem arborizada. Os máximos valores de temperatura (28,4 °C) e umidade (93%) ocorreram por volta das 12:00 e 13:00 horas respectivamente (FIGURAS 29 E 30). A mínima temperatura, as 13:00 horas, pode ter sofrido influencia das condições meteorológicas.

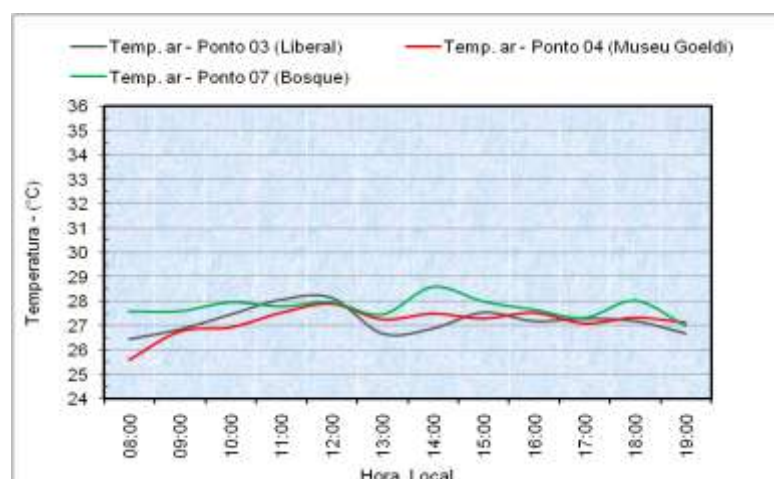


Figura 29 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 3, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

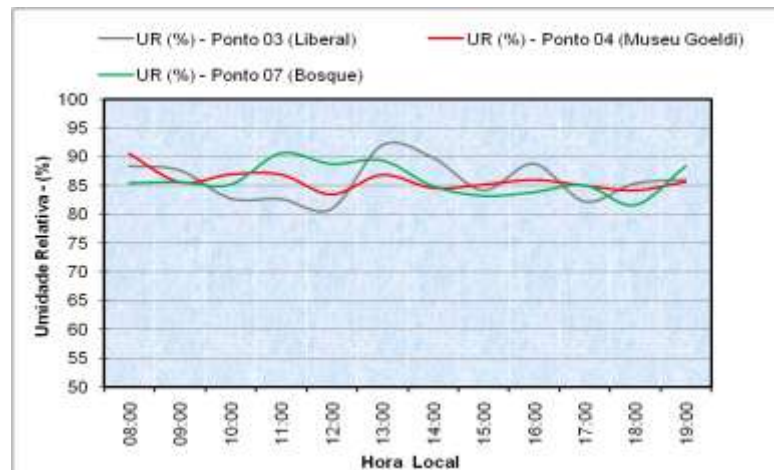


Figura 30 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar nos Pontos 3, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

3.2.1.4. Pontos 5, 4 e 7

A temperatura média horária do ar tem apresentado, em todos os locais, o comportamento padrão para a Região Equatorial, isto é, sofreu um aumento gradativo desde as primeiras horas da manhã até atingir um máximo, que oscilou entre 12:00 e 14:00 horas dependendo das condições meteorológicas predominantes. A partir desse momento teve início um declínio gradativo, culminando com valores mínimos por volta das 06:00 horas, basicamente em todos os pontos (FIGURAS 31 E 32).

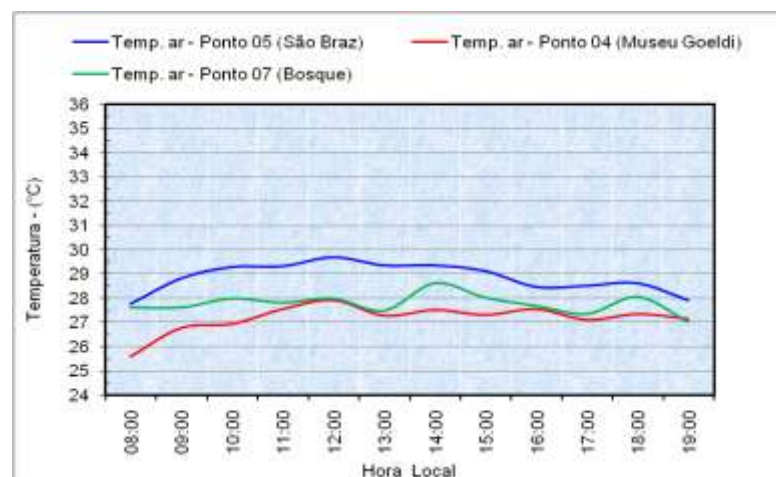


Figura 31 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 5, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

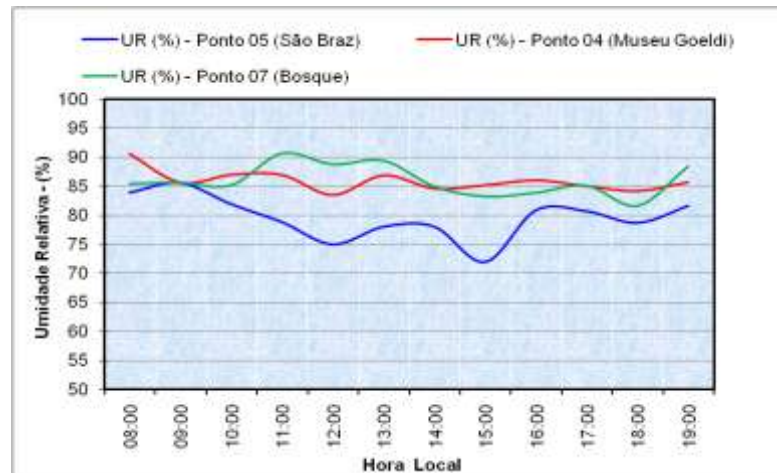


Figura 32 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar nos Pontos 5, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

3.2.1.5. Pontos 8, 4 e 7

O Ponto 8 apresenta altos valores de temperatura quando comparados aos resultados acima discutidos. Os valores máximos registrados chegaram a 31,4°C as 14:00 horas locais, o que tornou esse ponto um dos mais quentes para as localidades estudadas. A partir desse momento teve início um declínio intenso, culminando com valores mínimos por volta das 16:00 horas (FIGURA 33 E 34). Isso pode está relacionado com as condições de tempo atuantes nesse horário.

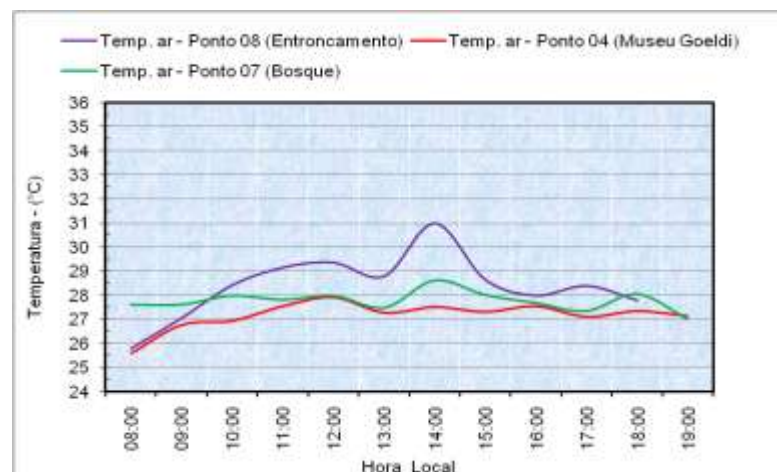


Figura 33 – Perfil médio horário da temperatura do ar dos Pontos 8, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

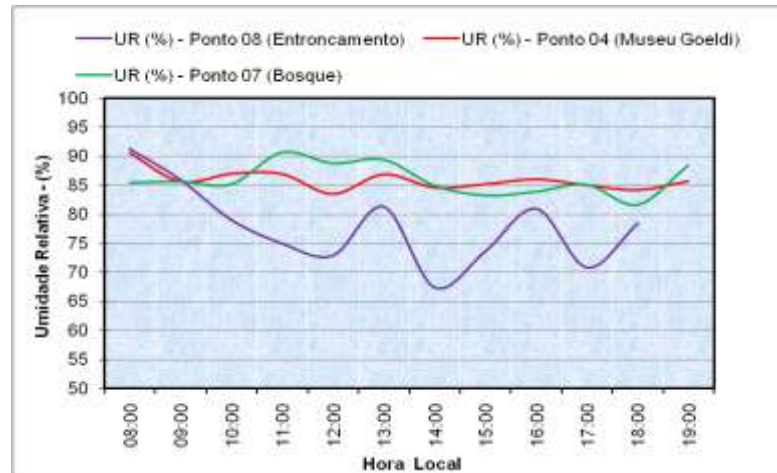


Figura 34 – Perfil médio horário da umidade relativa do ar nos Pontos 8, 4 e 7. Estação chuvosa / Abril (2009) / Belém-PA.

A temperatura média horária do ar no período chuvoso apresentou, em todos os locais, o comportamento padrão para a Região Equatorial, isto é, sofreu um aumento gradativo desde as primeiras horas da manhã até atingir um máximo, que oscilou entre 12:00 e 16:00 horas dependendo das condições meteorológicas predominantes e do ponto analisado. A partir desse momento teve início um declínio gradativo, culminando com valores mínimos por volta das 06:00 horas, basicamente em todos os pontos.

Durante a estação chuvosa os valores médios diários da temperatura do ar (TABELA 5) não excederam 29°C. O Ponto 05 registra o maior valor médio diário 28,9°C, seguido dos Pontos 01 (UFPA) com 28,7°C e 02 (Tamandaré) com 28,3°C. Nas pontos mais arborizados, mesmo estando estes, no centro de áreas urbanas de Belém e dos bairros mais movimentados, os maiores valores médios de temperatura do ar registrados foram de 27,2°C (Museu) e 27,8°C (Bosque), muito abaixo dos valores encontrados nas áreas desprovidas de arborização. Os máximos e mínimos, bem como as amplitudes térmicas de todas as localidades (pontos), estão listados na tabela 5.

Em relação a umidade relativa do ar, esta apresentou um padrão bem característico, atingindo os menores valores por volta das 13:00 às 15:00 horas (onde se verifica os maiores valores de temperatura), onde a partir daí sofre um aumento gradativo, atingindo os valores mais elevados por volta das 19:00 horas locais (mínimos valores de temperatura registrados).

Devido às características de grande disponibilidade energética e de umidade atmosférica, os valores médios diários de umidade relativa do ar são bastante elevados na área urbana de Belém, oscilando entre um mínimo de 65,7 % no Ponto 02 até um máximo de 100% nos Pontos 02, 03 e 08. Apesar desta ser uma característica geral, durante toda esta fase da pesquisa, assim como na estação menos chuvosa, foram observadas grandes amplitudes no

comportamento médio horário da umidade relativa do ar, sendo alcançado em alguns locais valores absolutos de 34,3% e 32,8%, durante as horas mais quentes do dia e em bairros desprovidos de arborização e/ou com intensa atividade urbana (TABELA 6). Os valores médios horários de umidade relativa e de temperatura do ar estão de acordo com aqueles obtidos por COSTA (1998), cujos valores médios, máximos e mínimos obtidos em Fevereiro de 1996, foram respectivamente: 91 % (Curió-Utinga) a 85% (Condor) e 27,3°C (Souza) a 26,2°C (Umarizal).

Tabela 5 - Valores médios diários da temperatura do ar. Estação chuvosa / Abril (2009). Belém-PA

Pontos	Temperatura média do ar (°C)	Desvio Padrão (%)	Temperatura máxima do ar (°C)	Temperatura mínima do ar (°C)	Amplitude Térmica (°C)
01	28,7	1,6	31,2	25,8	5,4
02	28,3	1,0	30,6	26,4	4,2
03	28,2	1,6	31,0	24,8	6,2
04	27,2	1,3	29,2	24,4	4,8
05	28,9	0,8	30,5	27,5	3,0
06	-	-	-	-	-
07	27,8	1,1	30,0	25,7	4,3
08	28,4	1,3	31,0	25,8	5,2

Tabela 6 - Valores médios diários da umidade relativa do ar. Estação chuvosa / Abril (2009). Belém-PA

Pontos	UR média do ar (%)	Desvio Padrão (%)	UR máxima (%)	UR mínima (%)	Amplitude UR (%)
01	78,9	9,0	97,6	66,2	31,4
02	80,9	9,7	100	65,7	34,3
03	84,8	12,3	100	67,2	32,8
04	85,9	7,0	99,2	76,3	22,9
05	79,3	6,9	92,5	67,1	25,4
06	-	-	-	-	-
07	85,9	7,1	96,9	72,8	24,1
08	84,8	12,3	100	67,2	32,8

3.3 CONFORTO TÉRMICO

3.3.1 Estação menos chuvosa

Os resultados a seguir mostram índices de desconforto térmico obtidos pelo modelo de THOM. As faixas de desconforto térmico previamente estabelecidas por esse modelo, foram comparadas com as sensações térmicas obtidas por meio de entrevistas simples, realizadas com pessoas de diferentes idades, pesos, cor de pele, sexo e vestimenta durante as fases experimentais 1 e 2, por qual passou este estudo.

Tabela 7 - Valores médios diários dos índices de temperatura-umidade. Estação menos chuvosa / Novembro (2008). Belém-PA.

Pontos	I.T.U. média (°C)	Desvio Padrão (%)	I.T.U. máximo (°C)	I.T.U. mínimo (°C)	Amplitude I.T.U. (°C)
01	27,6	0,8	28,8	25,9	3,0
02	27,0	3,7	29,3	24,5	4,8
03	27,8	0,8	28,9	25,9	3,0
04	27,4	0,6	28,3	25,9	2,4
05	27,9	0,9	29,4	26,2	3,3
06	29,5	0,8	31,4	26,9	4,4
07	26,6	0,6	27,4	25,2	2,3
08	28,8	1,3	31,	25,9	5,1

3.3.1.1 Pontos 1, 4 e 7

A variação média horária do índice, calculado pelo modelo de THOM mostra que durante o horário compreendido entre as 10:00 e 18:00 horas, os dois pontos 1 e 4, encontram-se na faixa amarela (muito desconfortável) com valores bem próximos e no início da manhã até as 09:00 horas os tres pontos encontram-se na faixa azul (desconfortável). O Ponto 7 é o mais ameno e encontra-se no limite superior da faixa azul. Comparando o índice subjetivo do Ponto1 com o I.T.U., nota-se boa correlação, pois a maioria, 34,01 % dos entrevistados acharam a sensação térmica muito desconfortável.

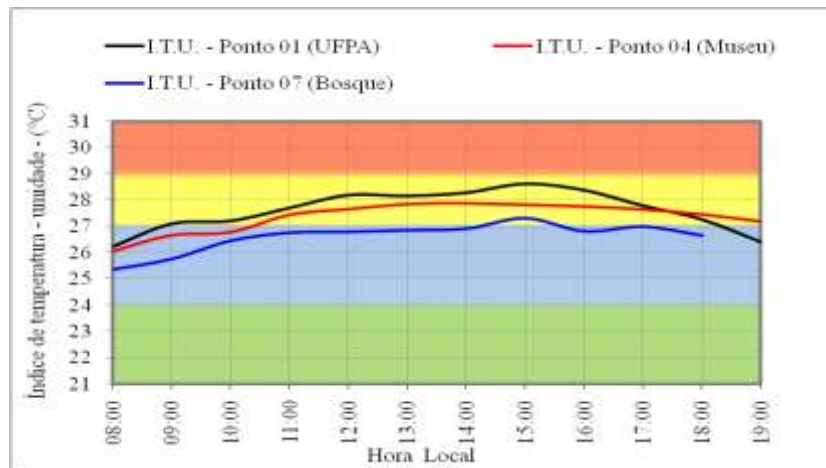


Figura 35-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação menos chuvosa / Novembro / 2008.



Figura 36-Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto1/Belém-PA.

3.3.1.2 Pontos 2, 4 e 7

A variação média horária do índice, calculado pelo modelo de THOM mostra que durante o horário compreendido entre as 10:00 e 18:00 horas, os dois pontos 2 e 4 encontram-se na faixa amarela (muito desconfortável) chegando o Ponto2 a aproximar o limite inferior da faixa vermelha (estresse) nos horários entre 14:00 e 16:00 horas. No início da manhã até as 10:00 horas os tres pontos encontram-se na faixa azul (desconfortável). O Ponto 7 é o mais ameno e encontra-se no limite superior da faixa azul. Comparando o índice subjetivo do Ponto2 com o I.T.U., nota-se boa correlação, pois a maioria, 66,67 % dos entrevistados acharam a sensação térmica muito desconfortável.

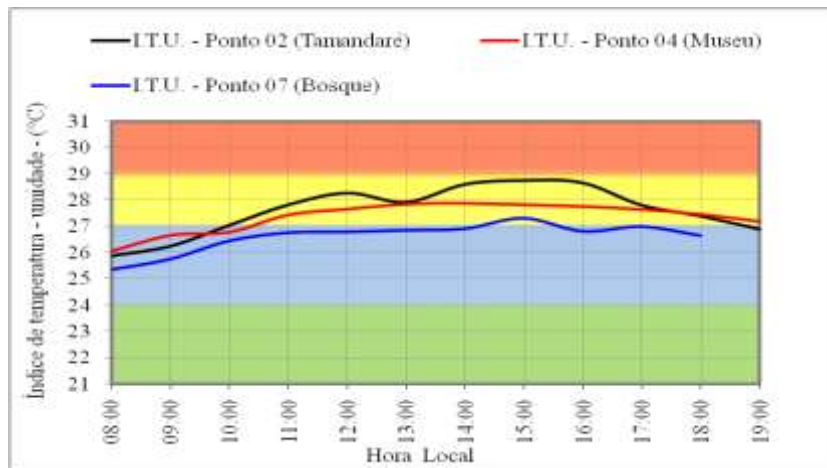


Figura 37-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação menos chuvosa / Novembro / 2008.

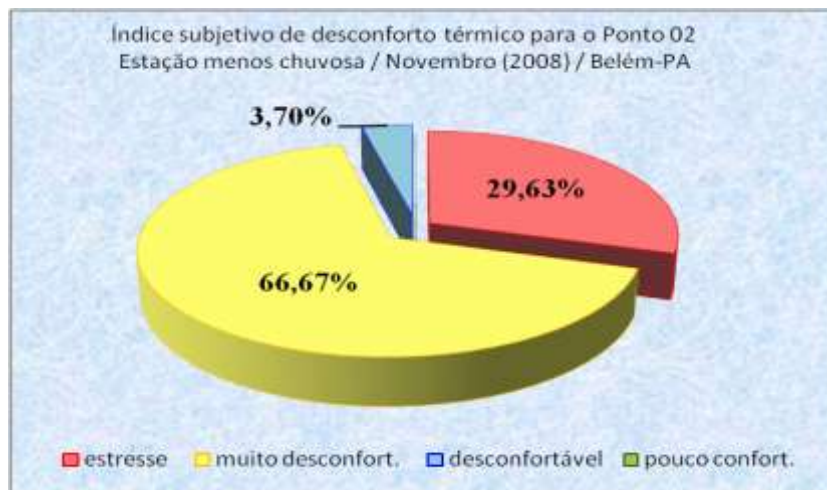


Figura 38-Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto2/Belém-PA.

3.3.1.3 Pontos 3, 4 e 7

A variação média horária do índice, calculado pelo modelo de THOM mostra que durante o horário compreendido entre as 10:00 e 19:00 horas, os dois pontos 3 e 4 encontram-se na faixa amarela (muito desconfortável). No início da manhã até as 09:00 horas os três pontos encontram-se na faixa azul (desconfortável). O Ponto 7 é o mais ameno e encontra-se no limite superior da faixa azul. Comparando o índice subjetivo do Ponto3 com I.T.U., nota-se boa correlação, pois a maioria, 34,97 % dos entrevistados acharam a sensação térmica muito desconfortável.

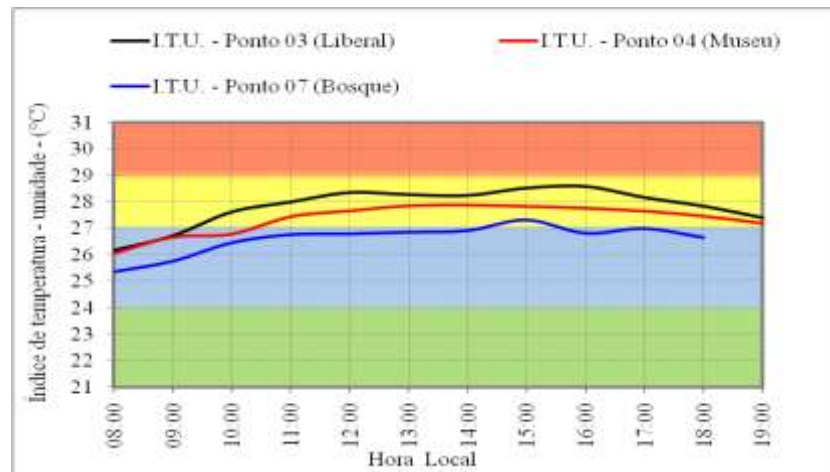


Figura 39-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação menos chuvosa / Novembro / 2008.



Figura 40-Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto3/Belém-PA.

3.3.1.4 Pontos 5, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra que durante o horário compreendido entre as 10:00 e 19:00 horas, os dois pontos 5 e 4 encontram-se na faixa amarela (muito desconfortável). No início da manhã até as 09:00 horas os três pontos encontram-se na faixa azul (desconfortável). O Ponto 7 é o mais ameno e encontra-se no limite superior da faixa azul. Nota-se por volta das 12:00h e entre 15:00 e 16:00 horas, uma aproximação para a faixa vermelha (estresse). Observando o índice subjetivo evidencia-se valores de 34,88 % para situação de desconforto e 25,58% para a situação muito desconfortável e que portando o modelo representa bem essas situações estudadas.

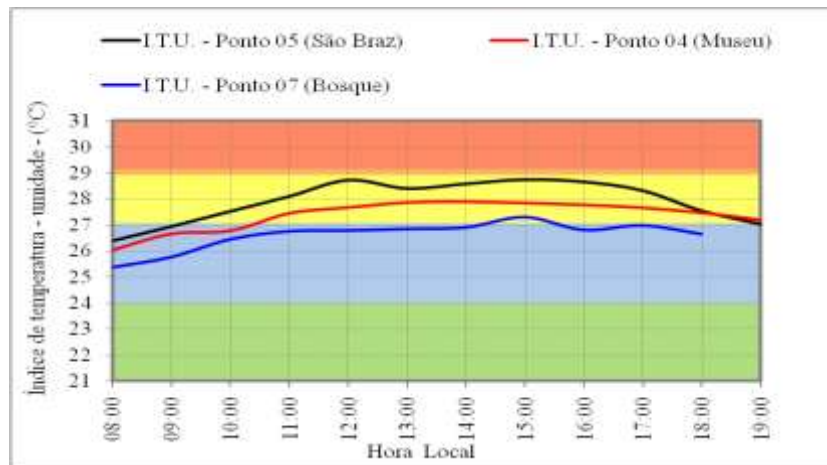


Figura 41-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação menos chuvosa / Novembro / 2008.

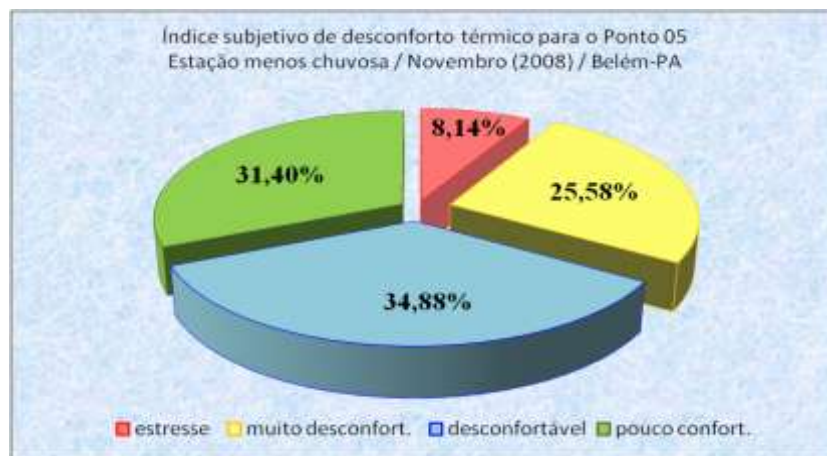


Figura 42-Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa /Ponto5/Belém-PA.

3.3.1.5 Pontos 6, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra que durante quase todo o dia, no horário compreendido entre as 09:00 e 19:00 horas, o Ponto 6 encontram-se na faixa vermelha (estresse). No horário entre 11:00 e 19:00 horas o Pontos 4 encontram-se na faixa amarela (muito desconfortável). O Ponto 7 é o mais ameno e encontra-se no limite superior da faixa azul (desconfortável). Observando o índice subjetivo evidencia-se valores de 42,96 % para situação de desconforto e 31,11% para a situação muito desconfortável e que portando o modelo representa bem essas situações estudadas.

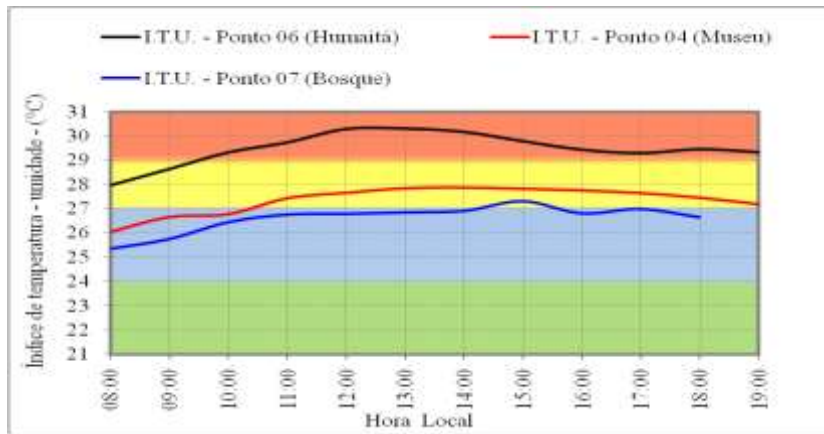


Figura 43-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação menos chuvosa / Novembro / 2008.



Figura 44-Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto 6/Belém-PA.

3.3.1.6 Pontos 8, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra que no horário compreendido entre as 11:00 e 17:00 horas, o Ponto8 encontram-se na faixa vermelha (estresse) mas entre 08:00 e 10:00 horas e 17:00 e 19:00h encontra-se na faixa amarela (muito desconfortável). No horário entre 11:00 e 19:00 horas o Pontos4 encontram-se na faixa amarela (muito desconfortável). O Ponto 7 é o mais ameno e encontra-se no limite superior da faixa azul (desconfortável). Observando o índice subjetivo evidencia-se valores de 41,99 % para situação de desconforto e 22,51% para a situação muito desconfortável e que portando o modelo responde bem essas situações estudadas.

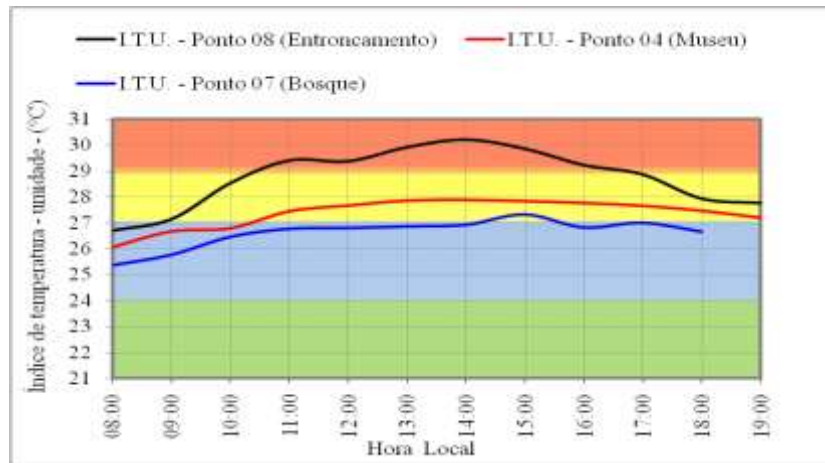


Figura 45-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação menos chuvosa / Novembro / 2008.

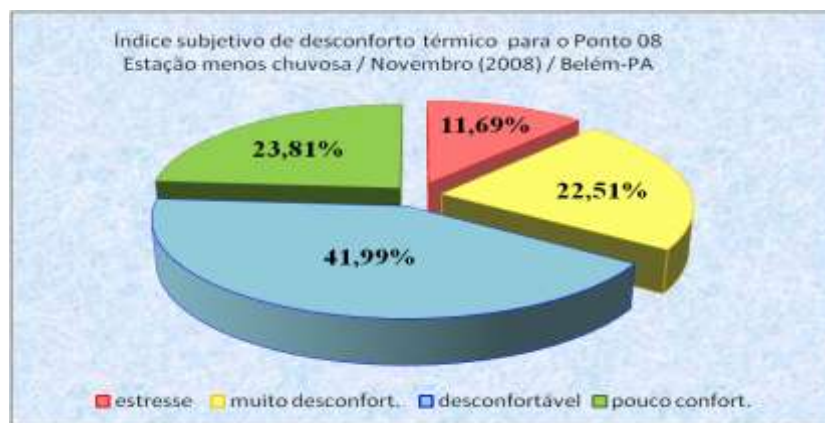


Figura 46 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação menos chuvosa/Ponto 8/Belém-PA.

Os resultados mostram que os índices de desconforto térmico estimados pelo modelo de THOM encontram-se, na maior parte do dia, entre 09:00 e 18:00 horas locais, na faixa amarela (muito desconfortável). Isso ocorre basicamente em todos os pontos urbanos estudados.

Próximo ao horário das mínimas temperaturas, registradas comumente nas estações meteorológicas de superfície das regiões equatoriais às 06:00 horas da manhã, nota-se que parte do perfil médio horário do I.T.U encontra-se na faixa azul (desconfortável).

Para todos os casos os maiores índices de temperatura-umidade obtidos estão nas áreas com menor cobertura vegetada. Vale notar também, que o índice de temperatura-umidade, registrado nas áreas arborizadas (Bosque e Museu), foi menor em todas as horas do dia, quando comparados com os índices I.T.U das áreas urbanas.

A variação intra-diurna do índice de temperatura-umidade apresenta padrões semelhantes às variações de temperatura do ar, isto é, sofre um aumento nas primeiras horas do dia, atingindo máximos valores entre 13:00 e 16:00 horas, horário de máximo desconforto térmico sentido pelos habitantes da cidade de Belém-PA. Já o declínio dos I.T.U(s) ocorrem a partir das 18:00 horas locais. Em alguns pontos, porém, a sensação térmica (muito desconfortável) ainda permanece ao longo das primeiras horas da noite.

Os gráficos colocados abaixo das figuras dos índices de desconforto térmico, sugerem para quase todos os casos, razoável coerência entre a sensação de desconforto térmico sentida (pessoas) e a sensação de desconforto térmico estimada ou calculada pelo modelo de THOM, cujo as faixas de desconforto, estão dispostas em cores.

3.3.2 Estação chuvosa

Os resultados a seguir mostram índices de desconforto térmico obtidos pelo modelo de THOM. As faixas de desconforto térmico previamente estabelecidas por esse modelo, foram comparadas com as sensações térmicas obtidas por meio de entrevistas simples, realizadas com pessoas de diferentes idades, pesos, cor de pele, sexo e vestimenta durante as fases experimentais 1 e 2, por qual passou este estudo.

Tabela 8 - Valores médios diários dos índices de temperatura-umidade. Estação chuvosa / Abril (2009). Belém-PA.

Pontos	I.T.U. média (°C)	Desvio Padrão (%)	I.T.U. máximo (°C)	I.T.U. mínimo (°C)	Amplitude I.T.U. (°C)
01	26,6	0,8	27,9	25,2	2,7
02	26,2	0,8	27,6	24,4	3,2
03	26,2	0,8	27,6	24,4	3,2
04	25,9	0,7	27,0	24,2	2,8
05	26,7	0,4	27,4	25,8	1,6
06	-	-	-	-	-
07	26,2	0,6	27,2	25,1	2,1
08	26,4	0,5	27,4	25,4	2,0

3.3.2.1 Pontos 1, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra os três pontos na faixa azul (desconfortável) notando-se uma pequena aproximação do ponto1 na faixa amarela (muito desconfortável) no horário entre as 11:00 e 15:00 horas. Evidencia-se no índice subjetivo valores de 58,82% para situação pouco confortável e 25,74% para a situação

desconfortável e que portando o modelo responde bem essas situações estudadas levando-se em consideração valores amenos quando comparados com valores padrões de temperatura.

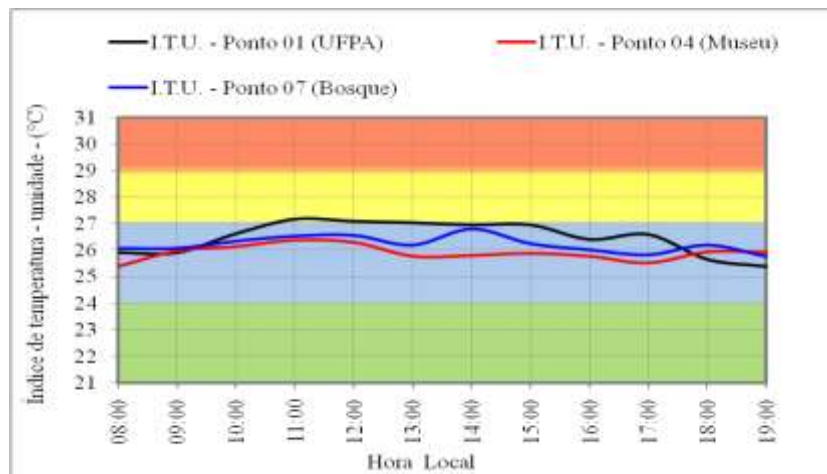


Figura 47-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação chuvosa / Abril / 2009.



Figura 48 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 1/Belém-PA.

3.3.2.2 Pontos 2, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra os três pontos na faixa azul (desconfortável) notando-se uma pequena aproximação do ponto2 na faixa amarela (muito desconfortável) no horário das 14:00 horas. Evidencia-se boa aproximação desses valores médios horário. No índice subjetivo valores de 61,74% para situação pouco confortável e 30,43% para a situação desconfortável e que portando o modelo responde razoavelmente bem essas situações estudadas levando-se em consideração valores amenos do I.T.U. quando comparados com valores padrões de temperatura.

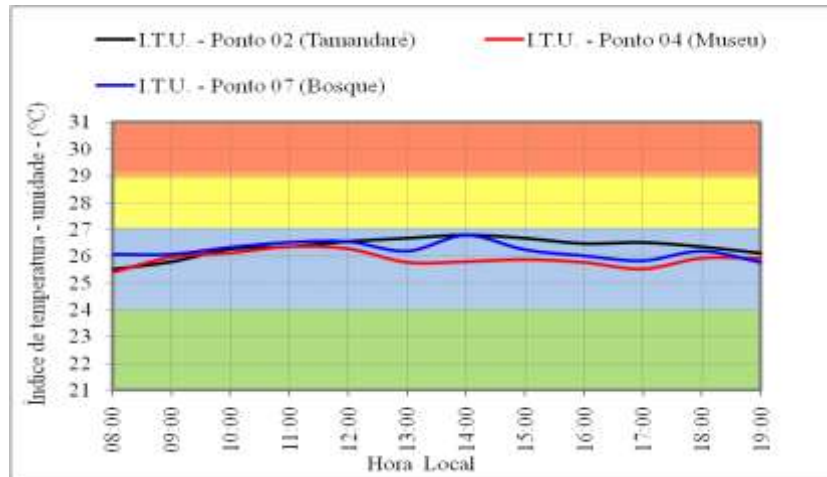


Figura 49-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação chuvosa / Abril / 2009.

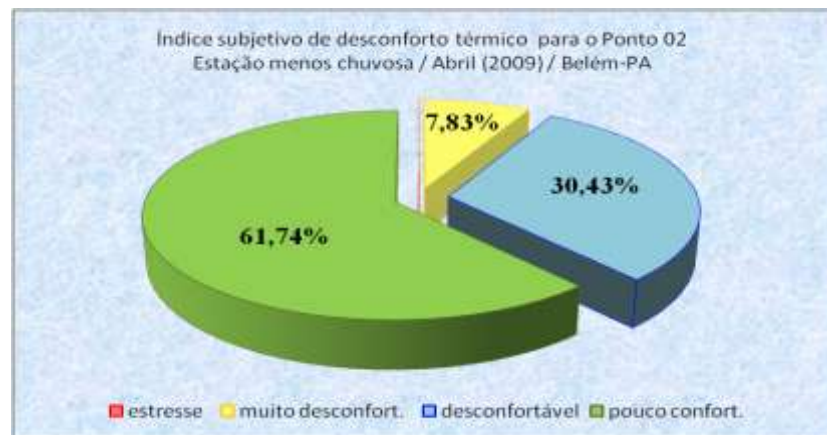


Figura 50-Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 2/Belém-PA.

3.3.2.3 Pontos 3, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra os três pontos na faixa azul (desconfortável) notando-se o ponto 3 com valores bem próximos aos do ponto 4, isto porque este ponto possui uma cobertura vegetada bem significativa amenizando os valores de temperatura naquele local. Evidencia-se boa aproximação desses valores médios horário. No índice subjetivo valores de 54,62% para situação pouco confortável e 36,15% para a situação desconfortável e que portando o modelo responde razoavelmente bem essas situações estudadas levando-se em consideração valores amenos do I.T.U quando comparados com valores padrões de temperatura.

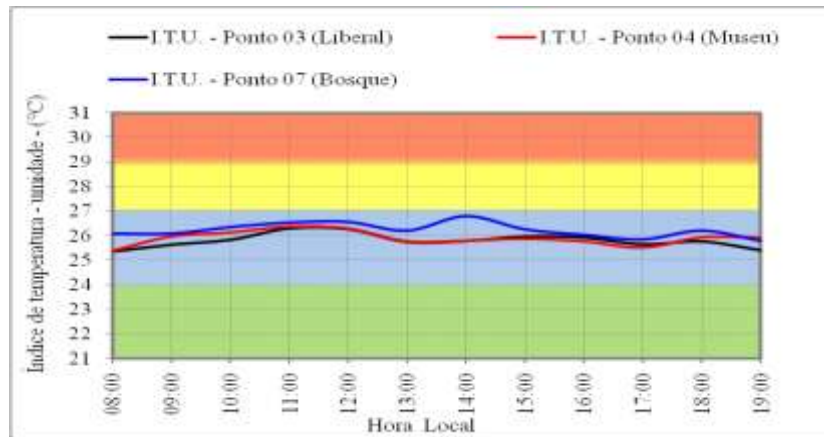


Figura 51-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação chuvosa / Abril / 2009.



Figura 52 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 3/Belém-PA.

3.3.2.4 Pontos 5, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra os três pontos na faixa azul (desconfortável) notando-se o ponto 5 com valores no limite superior da faixa azul (desconfortável) no horário das 10:00 horas. Evidencia-se boa aproximação desses valores médios horário entre os pontos 4 e 7. No índice subjetivo valores de 45,45% para situação pouco confortável e 21,21% para a situação desconfortável e que portando o modelo responde razoavelmente bem essas situações estudadas.

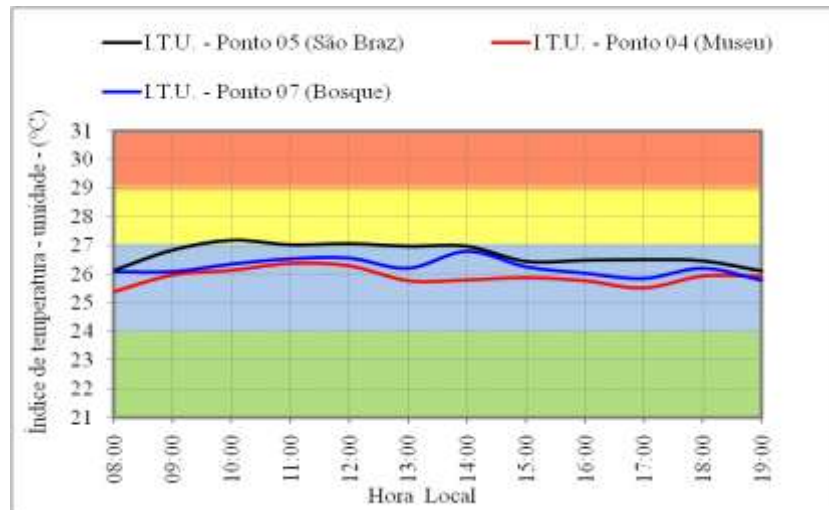


Figura 53-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação chuvosa / Abril / 2009.

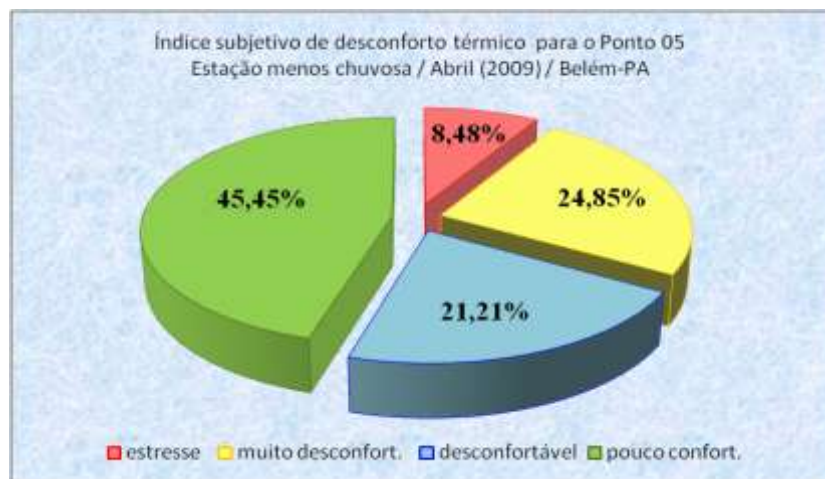


Figura 54-Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 5/Belém-PA.

3.3.2.5 Pontos 8, 4 e 7

Segundo o modelo de THOM a variação média horária mostra os pontos 4 e 7 na faixa azul (desconfortável) notando-se que o ponto 8 as 14:00 horas teve registro na faixa amarela (muito desconfortável). Evidencia-se boa aproximação desses valores médios horário entre os pontos 4 e 7. No índice subjetivo valores de 54,46% para situação pouco confortável e 16,83% para a situação desconfortável e que portando o modelo responde razoavelmente bem essas situações estudadas.

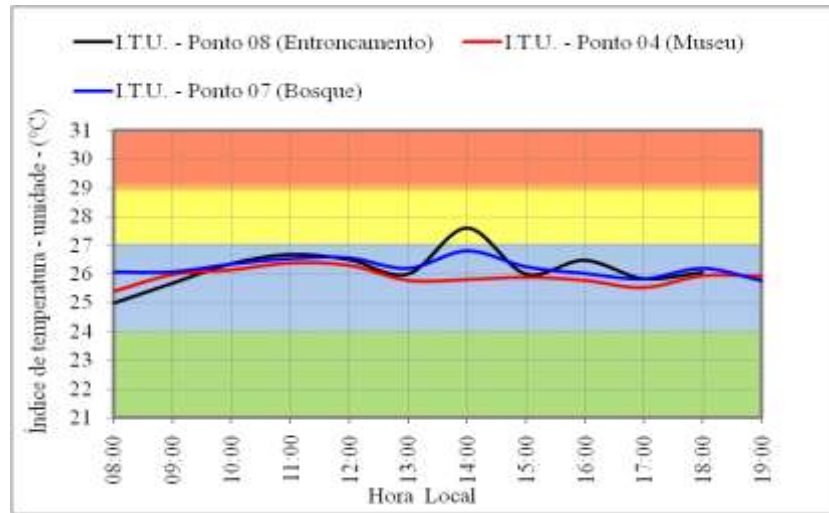


Figura 55-Variação média horária dos índices de temperatura-umidade (I.T.U) com faixas de desconforto térmico classificadas em cores: vermelho (estresse), amarelo (muito desconfortável), azul (desconfortável) e verde (pouco confortável), calculadas conforme o modelo de THOM (1959). Estação chuvosa / Abril / 2009.

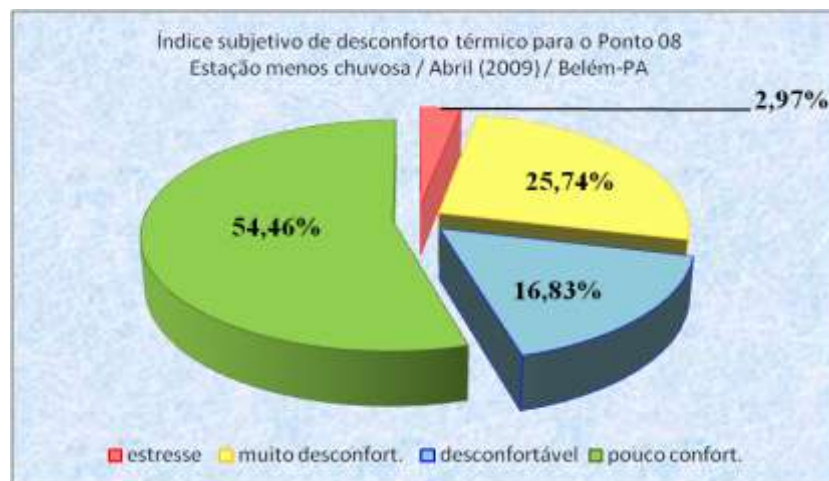


Figura 56 - Índices subjetivos de desconforto térmico por entrevistas realizadas. Estação chuvosa/Ponto 8/Belém-PA.

Os resultados obtidos para o período chuvoso apresentaram características de variação médias diárias semelhantes às variações obtidas para o período menos chuvoso. A diferença básica consiste apenas na amplitude dos índices I.T.U. Portanto a análise geral feita para a estação menos chuvosa pode ser entendida para o período chuvoso, conforme os resultados.

Na estação chuvosa, assim como na estação menos chuvosa, os resultados mostram ainda de maneira qualitativa, a existência de uma “relação coerente” entre as sensações térmicas de desconforto informadas pelos entrevistados (participantes) deste estudo, e os índices de desconforto térmico determinados pelo modelo de THOM. O modelo de THOM, mesmo considerando os processos metabólicos, revela-se mais sensível e mais adequado para

representar às sensações térmicas dos habitantes de uma cidade equatorial, quando se leva em consideração que as sensações de conforto térmico dos ocupantes destas cidades, são sensíveis às variáveis físico-ambientais de ordem meteorológicas.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tabela (Anexo IIB) mostra o acompanhamento médio horário dos índices de desconforto térmico subjetivo realizado por meio de entrevistas, que revela as sensações térmicas das pessoas entrevistadas referentes ao período de três (3) dias da estação chuvosa (22 a 24.04.2009) e (4) quatro dias da estação menos chuvosa (13 a 16.11.2008) na região metropolitana de Belém-PA. Os resultados mostram clara sazonalidade no índice de desconforto térmico subjetivo (entrevistas).

Na comparação entre as estações chuvosa e menos chuvosa, verifica-se, para todos os pontos analisados, um aumento significativo do percentual dos índices de desconforto térmico que é observado na estação menos chuvosa: Essas variações ocorrem predominantemente nas horas críticas do dia por volta das 10:00 e 16:00 horas, exceto no Ponto 6 com 83,33% de desconforto que vai desde as 08:00 até 17:00 horas seguido do Ponto 8 com 75% de desconforto relatado no horário compreendido entre 09:00 e 16:00 horas. É importante ressaltar o Ponto 4 que por ser uma área bem arborizada o índice subjetivo acusou 83,33% no horário compreendido entre 09:00 e 18:00 horas isso devido ao fator atividade física pois a maioria dos entrevistados estavam praticando caminhada. O Ponto mais confortável na estação menos chuvosa é o Ponto 7, apresentando apenas 16,66% de desconforto relatado no horário entre 13:00 e 14:00 h e os pontos mais desconfortáveis são os Pontos 6 seguido do Ponto 8.

Já na estação chuvosa observa-se claramente uma diminuição desse desconforto nessas horas críticas. O Ponto 5 é o mais desconfortável com 50% relatado no horário compreendido entre 10:00 e 17:00 h e o mais confortável continua sendo o Ponto 7, só que agora o mesmo possui 0% de desconforto.

É importante que se dê atenção aos planejamentos urbanos e que os mesmos incluam nas suas arquiteturas, áreas urbanas com maior cobertura vegetada, já que são fundamentais para a atenuação do desconforto térmico encontrado comumente nas grandes cidades.

4 CONCLUSÃO

Quantificar ou medir as sensações de conforto ou desconforto térmico do homem, por meio de equações e/ou modelos parametrizados com um número ainda muito pequeno de variáveis orgânicas e físico-ambientais “embutidas”, constitui na atualidade, meios alternativos válidos e interessantes para obtenção de informações práticas, que subsidiam os problemas ambientais de conforto térmico das grandes metrópoles. Essa alternativa, porém, ainda é, seguramente, um método muito superficial de representação das sensações térmicas humanas; muito subjetivas e, além disso, consideravelmente complexas, por representarem fenômenos cujas variáveis constituintes (biológicas e/ou ambientais) não podem ser facilmente medidas, mas são críticas para o entendimento do estado da arte que figura o fenômeno em questão.

Os resultados obtidos durante as duas fases experimentais desenvolvidas nesta pesquisa demonstraram claramente a grande influência da estrutura urbana no comportamento de alguns elementos meteorológicos, principalmente na temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Belém-PA. Demonstraram também, de forma qualitativa, boa “relação de coerência” entre as estimativas de sensações de conforto térmico realizada por entrevistas simples e pelo modelo de THOM.

Em relação à influência das áreas urbanas na cidade de Belém, foram observadas grandes variações sazonais, tendo a sua máxima intensidade ocorrido na época menos chuvosa que estende-se na região, de junho a novembro, e nas áreas muito urbanizadas e deficientes de arborização, ao passo que, na época chuvosa, que vai de dezembro a maio, essa influência foi fortemente diminuída, devido ao efeito das precipitações pluviais, que torna a cidade relativamente homogênea em termos térmicos.

Na época chuvosa os maiores valores ocorreram no período do nascer do sol até aproximadamente 13:00 horas, sendo que após este horário, as vezes, devido às precipitações pluviais, as diferenças térmicas verificadas entre os ambientes urbanos e arborizados tornaram-se praticamente desprezíveis.

No que se refere ao comportamento da umidade relativa do ar na área urbana de Belém, foi observado que, apesar dos elevados valores médios diários, no decorrer do dia, esses valores sofreram grandes variações, com amplitudes de até 50%, em áreas desprovidas de arborização e com intensa atividade antrópica. Quanto aos elementos da estrutura urbana que são potencialmente capazes de proporcionar variações meteorológicas significativas, a vegetação apresentou um papel fundamental no sentido de amenizar as temperaturas máximas do ar, diminuindo deste modo o desconforto térmico dos pontos em análise. Outro elemento

que apresentou um papel de fundamental importância no sentido de proporcionar também a ocorrência de temperaturas máximas mais amenas no ambiente urbano, foram as elevadas edificações, através do efeito de sombreamento, uma vez que grandes áreas deixam de ser aquecidas diretamente pela radiação solar.

Pelo fato da cidade de Belém estar localizada na Região Equatorial, 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.

REFERÊNCIAS

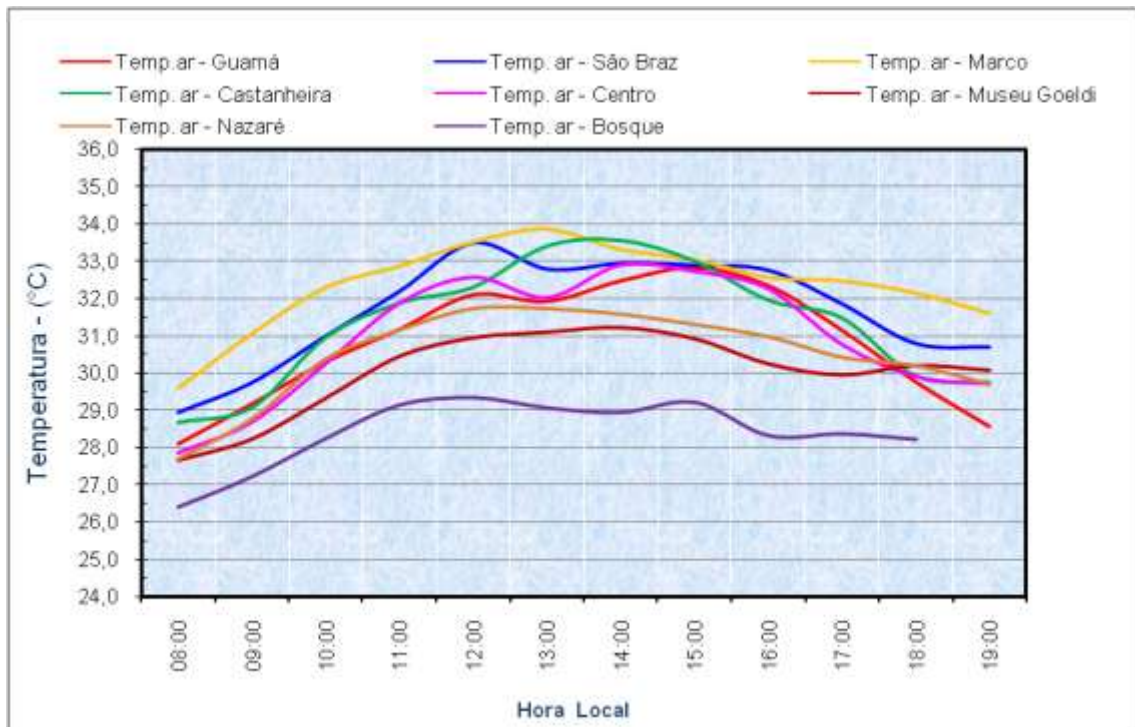
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, INC. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, ASHRAE Standard 55-1992. Atlanta, 1992.
- COSTA, A. C. L. Estudo de variações termo-higroétricas em cidade eqautoria devido ao processo de urbanizaçãol: O caso de Belém-PA. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1998.
- FANGER, P. O. *Thermal Comfort*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970. GAN, G., CROOME. D. J. "Thermal Comfort Models based on Field Measurements". *ASHRAE Transactions*. Atlanta: v 100, n. 1, p. 782-794, 1994.
- GOLDREICH, Y. Urban climate studies in Johannesburg, A sub-Tropical city located on a ridge - A review. *Atmospheric Environment*, v. 26B, n. 3, 1992, p. 407-420.
- HUMPHREYS, M. A., NICOL, F. Conflicting Criteria for Thermal Sensation within the Fanger Predict Mean Vote Equation. In: CIBSE/ASHRAE JOINT NATIONALCONFERENCE, *Anais*. Cidade, 1996, p. 153-158.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Hot environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate*, ISO 7933. Genebra, 1989. *Ergonomics - Determination of metabolic heat production*, ISO 8996. Genebra, 1990. *Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*, ISO 7730.
- JÁUREGUI, E. The urban climate of Mexico City. *ERKUNDE*, n.27, 1973, p. 298- 307.
- LOMBARDO, M. A. A ilha de calor nas metrópoles - O exemplo de São Paulo. Ed. Huciteck, 1985, 245p.
- LOWRY, W.P. The climate of cities. *Scientific American*, v.217, n.2, 1967, p.15-23.
- MARTORANO et al. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Koeppen) e deficiência hídrica (Thorntwaite, Mather).
- NECHET, D. Variabilidade diurna da precipitação em Belém - PA. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 3., Belo Horizonte, 1984. *Anais*. Rio de Janeiro, SBM, 1984. p. 204-211.
- NICOL, F. *A Handbook for Field Studies Toward an Adaptive Model*. Londres: University of East London, 1993.
- SILVA, G. G. C. Influência do dossel da floresta de Caxiuanã nos fluxos de calor entre o solo e a atmosfera. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pará, 2008.
- THOM, E.C. & BOSEN, J.F. The discomfort index. *Weatherwise*. 1959; Nº 12, p. 57 - 60.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. *The water balance*. Centerton: Drexel Institute of Technology, Laboratory of climatology, 1955, Vol. VIII, Nº 1.

VIANELLO, R. L. & ALVES, A. R. *Meteorologia básica e aplicações*. Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa - MG, 1991.

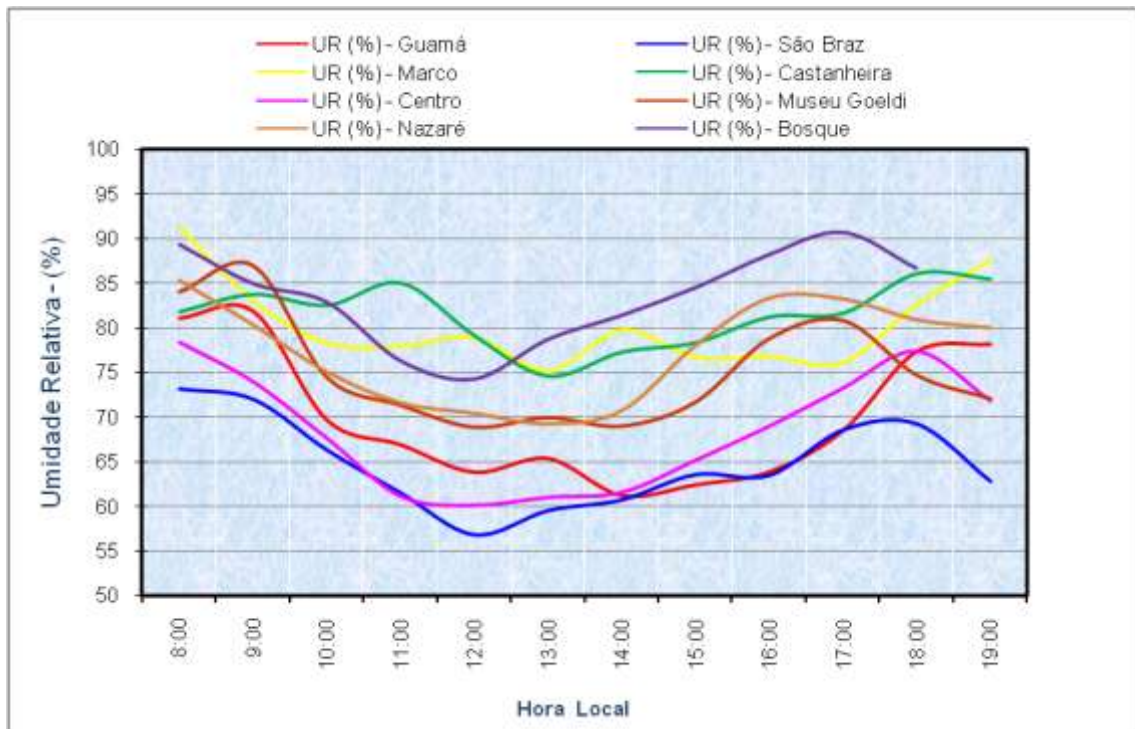
ANEXO

ANEXO A



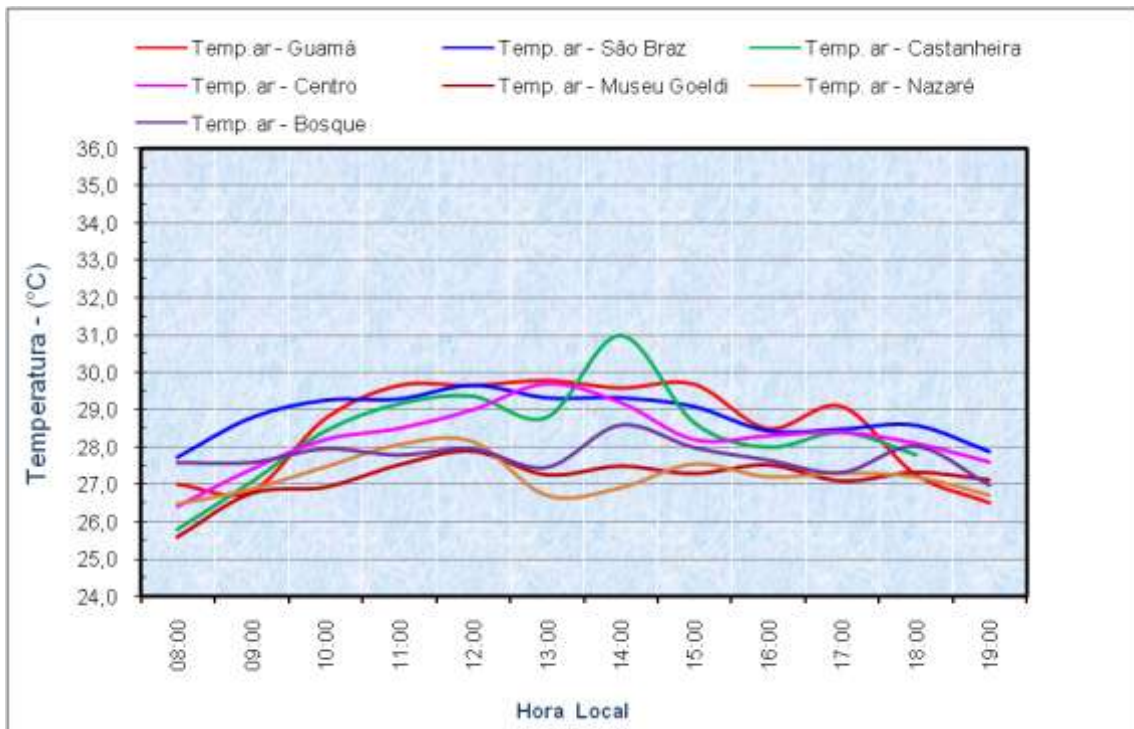
Perfis médios horários da temperatura do ar, registrados durante 3 (três) dias da estação menos chuvosa. Novembro (2008) / Belém-PA.

ANEXO B



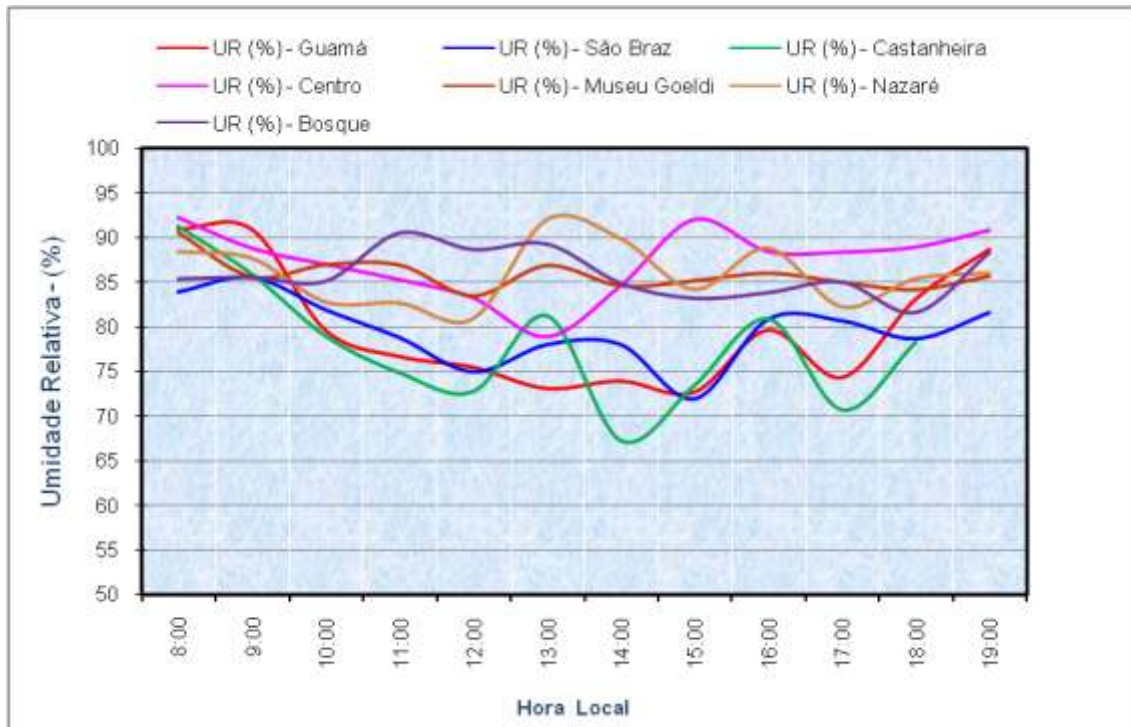
Perfis médios horários da umidade relativa do ar, registrados durante 3 (três) dias da estação menos chuvosa. Novembro (2008) / Belém-PA.

ANEXO C



Perfis médios horários da temperatura do ar, registrados durante 3 (três) dias da estação menos chuvosa. Abril (2009) / Belém-PA.

ANEXO D



Perfis médios horários da umidade relativa do ar, registrados durante 3 (três) dias da estação chuvosa. Abril (2009) / Belém-PA.

ANEXO E

Acompanhamento médio horário dos índices de desconforto térmico estimado (modelo de THOM), em diferentes áreas vegetadas de Belém-PA.
Estação menos chuvosa (Novembro de 2008) e chuvosa (Abril de 2009).

ACOMPANHAMENTO HORÁRIO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO ESTIMADO																
-	ESTAÇÃO MENOS CHUVOSA								ESTAÇÃO CHUVOSA							
-	Pontos (Localidades)								Pontos (Localidades)							
HORA	01	02	03	04	05	06	07	08	01	02	03	04	05	06	07	08
08:00	26,2	25,9	26,2	26,1	26,4	28,0	25,4	26,7	25,9	25,5	25,3	25,4	26,1	-	26,1	25,0
09:00	27,1	26,3	26,7	26,7	27,0	28,6	25,8	27,2	25,9	25,8	25,6	26,0	26,8	-	26,1	25,7
10:00	27,2	27,1	27,6	26,8	27,5	29,3	26,5	28,5	26,6	26,3	25,8	26,1	27,2	-	26,3	26,4
11:00	27,7	27,8	28,0	27,4	28,1	29,7	26,8	29,4	27,2	26,4	26,3	26,4	27,0	-	26,5	26,7
12:00	28,2	28,3	28,4	27,7	28,7	30,3	26,8	29,4	27,1	26,6	26,3	26,3	27,1	-	26,6	26,5
13:00	28,2	27,9	28,3	27,9	28,4	30,3	26,9	29,9	27,0	26,7	25,7	25,8	27,0	-	26,2	26,0
14:00	28,3	28,6	28,3	27,9	28,6	30,2	26,9	30,2	27,0	26,8	25,8	25,8	27,0	-	26,8	28
15:00	28,6	28,8	28,5	27,8	28,7	29,8	27,3	29,9	27,0	26,7	26,0	25,9	26,4	-	26,3	26,0
16:00	28,4	28,7	28,6	27,8	28,7	29,4	26,8	29,2	26,4	26,5	25,9	25,8	26,5	-	26,0	26,5
17:00	27,8	27,8	28,2	27,7	28,3	29,3	27,0	28,9	26,6	26,5	25,6	25,5	26,5	-	25,8	25,8
18:00	27,3	27,4	27,8	27,5	27,5	29,5	26,7	27,9	25,7	26,4	25,8	25,9	26,5	-	26,2	26,1
19:00	26,4	26,9	27,4	27,2	27,0	29,3	-	27,8	25,4	26,1	25,4	25,9	26,1	-	25,8	-

ANEXO F

Acompanhamento médio horário dos índices de desconforto térmico subjetivo (entrevistas), em diferentes áreas urbanas de Belém-PA.
Estação menos chuvosa (Novembro de 2008) e chuvosa (Abril de 2009).

ACOMPANHAMENTO HORÁRIO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO SUBJETIVO																
-	ESTAÇÃO MENOS CHUVOSA								ESTAÇÃO CHUVOSA							
-	Pontos (Localidades)								Pontos (Localidades)							
HORA	01	02	03	04	05	06	07	08	01	02	03	04	05	06	07	08
08:00	C	C	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	-	C	C
09:00	C	C	C	D	C	D	C	D	C	C	C	C	C	-	C	C
10:00	C	C	C	D	C	D	C	D	C	C	C	C	D	-	C	D
11:00	D	D	D	D	C	D	C	D	C	D	C	C	D	-	C	D
12:00	D	D	D	D	D	D	C	D	D	D	C	C	D	-	C	D
13:00	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D	C	D	-	C	D
14:00	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D	C	C	-	C	D
15:00	D	D	D	D	C	D	C	D	C	C	C	D	C	-	C	C
16:00	D	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	C	D	-	C	C
17:00	C	D	C	D	C	D	C	D	C	C	C	C	D	-	C	C
18:00	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	C	C
19:00	C	C	C	C	C	C	-	C	C	C	C	C	C	-	C	-