

# ESTUDO DO CONFORTO TÉRMICO EM CIDADES DE DIFERENTES DIMENSÕES NO ESTADO DO PARÁ.

INGRID M. P. SOUZA<sup>1</sup>; ANTÔNIO C. LÔLA DA COSTA<sup>2</sup>; JOÃO DE A. SILVA JUNIOR<sup>3</sup>; JOÃO R. P. FEITOSA<sup>4</sup>

1- Bolsista de Iniciação Científica, Graduanda em Meteorologia, Faculdade de Meteorologia/IG/UFPA, Belém – PA, Fone (0xx91) 3201-7473, [ingridpeixoto1@gmail.com](mailto:ingridpeixoto1@gmail.com)

2- Meteorologista, Prof. Dr. da Faculdade de Meteorologia, IG/UFPA, Belém – PA

3- Meteorologista, Doutorando em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, NAEA/UFPA, Belém – PA

4- Meteorologista, Prof. Dr. da Instituto de Biodiversidade e Floresta, UFOPA, Santarém – PA

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES

**RESUMO:** A presente pesquisa foi desenvolvida em duas cidades de diferentes dimensões no Estado do Pará, em Belém e Santarém para conhecermos o comportamento do conforto térmico destas cidades, no decorrer do período chuvoso e menos chuvoso na região. Para o cálculo do conforto térmico utilizamos o Índice de Temperatura Efetiva – ITE. Foi observado que no período chuvoso a cidade de Belém foi mais desconfortável termicamente do que Santarém, enquanto que no período menos chuvoso Santarém foi mais desconfortável termicamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meteorologia, Conforto Térmico, Amazônia

## STUDY OF THERMAL COMFORT IN DIFFERENT CITIES OF THE STATE OF PARÁ.

**ABSTRACT:** This research was conducted in two cities of different sizes in the state of Para in Belem and Santarem to know the behavior of thermal comfort in these cities during the rainy and dry period in the region. For the calculation of thermal comfort used the Effective Temperature Index - ITE. It was observed that during the rainy season the city of Bethlehem was more uncomfortable than thermally Santarem, while in the less rainy season Santarém was more uncomfortable heat.

**KEYWORD:** Meteorology, Thermal Comfort, Amazon

### 1. Introdução

A ocupação humana dessa Região, que se intensificou na segunda metade do século XIX, durante o chamado “ciclo da borracha”, e essa atividade se harmonizavam com o meio ambiente. Entretanto, nas últimas décadas, a ocupação do território adquiriu novas características, que claramente entraram em conflito com a preservação do meio ambiente. A intensificação de atividades garimpeiras, mineradoras, somado as atividades pecuárias, trouxe para a região um rápido processo de crescimento de centros urbanos, cada vez mais numerosos, cujo resultado final foi a rápida degradação ambiental.

Uma das mais marcantes modificações climáticas provocadas pela urbanização é o aumento da temperatura do ar. Estas alterações térmicas são devidas a uma complexa interação de fatores, dentre as quais merecem destaque: a substituição de superfícies vegetadas por outros tipos de superfícies, de características térmicas distintas; as diferentes inclinações e orientações das superfícies urbanas; a geração de calor antrópico pelo complexo urbano; a reduzida quantidade de vegetação; e, a qualidade do ar atmosférico urbano (LOWRY, 1967). Estas alterações térmicas têm como principal consequência o aumento do desconforto térmico aos habitantes dessa região.

Apesar de muito se discutir sobre as variações do clima urbano, verifica-se que a grande maioria das pesquisas a este respeito foi desenvolvida em cidades de latitudes médias, sendo ainda, relativamente pequeno, o número de tais pesquisas em latitudes altas e baixas (OKE, 1987). A identificação e dimensionamento dos fenômenos térmicos, bem como a sua correlação com outros fatores característicos de regiões urbanas, podem proporcionar importantes subsídios ao estudo do planejamento urbano, de maneira a possibilitar a melhoria da qualidade ambiental (Costa, 1998).

## 2. Material e Métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida em duas cidades de diferentes dimensões no Estado do Pará, em Belém e Santarém. A cidade de Belém, Capital do Estado do Pará, está situada às margens do Rio Guamá e Baía do Guajará. Têm localização geográfica de 1° 23'S e 48° 29' W, área de 1.065,0 km<sup>2</sup>, e população de 1.428.368 habitante (IBGE, 2009). Quanto aos aspectos climáticos, as precipitações pluviométricas anuais são elevadas, ultrapassando a marca dos 2.500 mm. A temperatura do ar apresenta pequena amplitude anual, com um valor médio anual de 25,9°C. A umidade relativa do ar é bastante elevada durante todo o ano, sendo que os seus valores médios anuais oscilam entre 82% e 92%. Os ventos apresentam direção predominante de Norte e Nordeste, com valores médios anuais variando entre 1,0 m/s e 2,0 m/s. Pelo fato da temperatura do ar apresentar pequena variabilidade, em Belém a caracterização climática é feita basicamente em função da distribuição de sua precipitação. Sendo assim, costuma-se dividir o ano em duas estações distintas: uma estação chuvosa, que se estende de dezembro a maio, e uma estação menos chuvosa, que vai de junho a novembro. Segundo a classificação de Thorthwaite o clima é do tipo B4A'r, ou seja, clima úmido, com pequena deficiência de água (MARTORANO et al. 1993).

O município de Santarém pertence à microrregião de Santarém. Distante em linha reta de Belém, de 1.520km. Faz parte da cobertura vegetal do Município a Floresta Equatorial Latifoliada e os Campos Cerrados localizados nas áreas de terra firme. O principal rio do município é o Tapajós, que o atravessa no sentido Sul-Norte, em seu baixo curso e aloca, na sua foz, pela margem direita, a sede municipal. A temperatura do ar é sempre elevada, com média anual de 25,6 °C. A umidade relativa do ar, esta apresenta valores acima de 80% em quase todos os meses do ano. A pluviosidade se aproxima dos 2.000 mm anuais, porém, com certa irregularidade, durante todo o ano. As estações chuvosas coincidem com os meses de dezembro a junho e as menos chuvosas, com os meses de julho a novembro.

Foram utilizados dados médios horários de temperatura do ar e umidade relativa do ar dos meses de abril de 2010 representando um mês da época chuvosa e o mês de novembro de 2009 representando um mês da época menos chuvosa. Os dados foram obtidos através de duas estações meteorológicas automáticas instaladas uma em cada cidade. As estações estão instaladas em uma área intensamente urbanizada e com mínima porcentagem de cobertura vegetal, com a finalidade de apresentar resultados característicos do tipo de utilização e uso do ambiente urbano.

Após a coleta dos dados, estes passarão por uma rigorosa análise de consistência, e após esse procedimento, esses dados foram analisados com auxílio da planilha eletrônica MS Excel.

Para o cálculo do conforto térmico utilizou-se o **Índice de Temperatura Efetiva**, que segundo a literatura, é um dos mais adequados para as condições climáticas brasileiras. A temperatura efetiva será calculada através da utilização do nomograma proposto por Koenigsberger et al, 1977. Após a obtenção da temperatura efetiva, estas foram relacionadas com a faixa de conforto correspondente, proposta pela American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers – ASHRAD, 1972 (Tabela 01), e futuramente adaptadas por Costa, (1998). As faixas da sensação de conforto térmico corporal, relacionada com o Índice de Temperatura efetiva (TE) foram adaptadas por Costa (2008), onde valores entre 26,0°C e 23,0°C foram considerados como confortável e valores acima ou abaixo são considerados desconfortáveis por excesso de calor e de frio, respectivamente.

Tabela 01 – Sensação de conforto térmico do corpo, relacionado com o Índice de Temperatura efetiva (TE), segundo a ASHRAE (1972).

ÍTE (°C)	Faixa de conforto
35,0°C – 40,0°C	Muito Desconfortável
28,0°C – 34,9°C	Desconfortável
26,0°C – 27,9°C	Ligeiramente Desconfortável
23,0°C – 25,9°C	Confortável
20,0°C – 22,9°C	Ligeiramente Confortável
15,0°C – 19,9°C	Ligeiramente Desconfortável
10,0°C – 14,9°C	Desconfortável

#### 4. Resultados e discussões

Na figura 01 temos a variabilidade média horária da temperatura efetiva durante o mês de novembro de 2009, comparando as cidades de Belém e Santarém. Observou-se que a temperatura efetiva média horária para o mês de novembro de 2009 na cidade de Belém apresentou os menores valores nas primeiras horas da manhã, sendo que o menor registro de temperatura efetiva foi em torno de 23,7°C às 6:00 horas, aproximadamente. Os máximos valores ocorreram entre as 13 e 14 horas, com valores de 27,4°C. Em seguida, nas outras horas do dia, a temperatura efetiva diminuiu a partir das 15 horas, com 24,5°C por volta das 24 horas. De modo geral, as temperaturas efetivas no período matutino e noturno se apresentaram dentro do que se considera confortável, porém os horários que apresentaram temperatura efetiva considerada dentro da zona de desconforto em relação ao calor, foram no intervalo das 10 a 19:00 horas. Durante este mês, cerca de 41,7% das horas foram desconfortáveis, enquanto que os 58,3% restantes foram confortáveis. Em relação a Santarém, observou-se que a temperatura efetiva média horária para o mês de novembro de 2009 apresentou os menores valores nas primeiras horas da manhã, sendo que o menor registro de temperatura efetiva foi de 24,9°C as 7 horas, aproximadamente. Após este horário, apresentou um aumento gradativo, atingindo um máximo valor de 27,8°C por volta das 16 horas. Em seguida, nas outras horas do dia, a temperatura efetiva diminuiu terminando a noite com registro de 26,2°C as 24 horas. De modo geral, observamos que na maioria das horas encontramos temperaturas efetivas dentro da zona de desconforto em relação ao calor. Os únicos horários no qual a temperatura efetiva mostrou-se confortável foram no intervalo das 01 as 11 horas da manhã. Durante este mês, cerca de 62,5% das horas foram desconfortáveis, enquanto que os 37,5% restantes foram confortáveis.

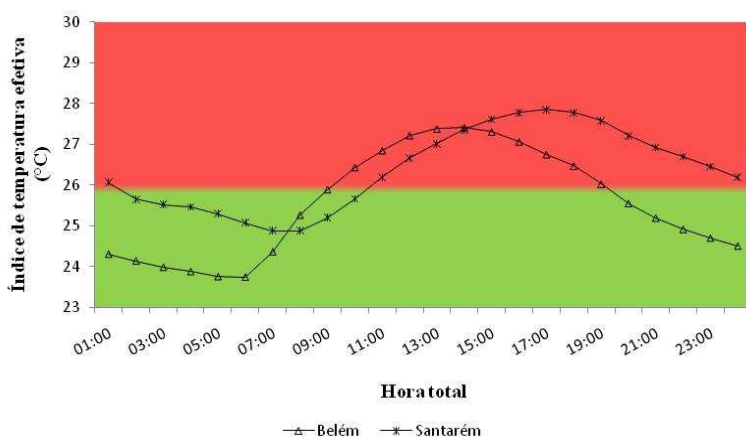


Figura 01 - Variabilidade média horária da temperatura efetiva para as cidades de Belém e Santarém (Época menos chuvosa).

Na figura 02 temos a variabilidade média horária da temperatura efetiva durante o mês de abril de 2010, comparando as cidades de Belém e Santarém. Observou-se que o menor registro de temperatura efetiva foi de 24,4°C às 24 horas, aproximadamente. Nos horários de 9 horas as 15 horas a temperatura efetiva aumentou gradativamente, atingindo máximo valor de 27,3°C às 12

horas. Durante este mês, cerca de 29,2% das horas foram desconfortáveis, enquanto que os 70,8% restantes foram confortáveis. Em relação a cidade de Santarém, o menor índice de temperatura efetiva foi de 24,3°C as 7 horas. O máximo valor foi de 26,7°C as 17 horas. Após este horário, a temperatura efetiva foi diminuindo gradativamente, até atingir 25,2°C as 24 horas. De modo geral, as temperaturas efetivas no período matutino e noturno se apresentaram dentro do que se considera confortável, porém os horários que apresentaram temperatura efetiva considerada dentro da zona de desconforto em relação ao calor, foram no intervalo das 13:00 às 20:00 horas. Durante este mês, cerca de 25,0% das horas foram desconfortáveis, enquanto que os 75,0% restantes foram confortáveis.

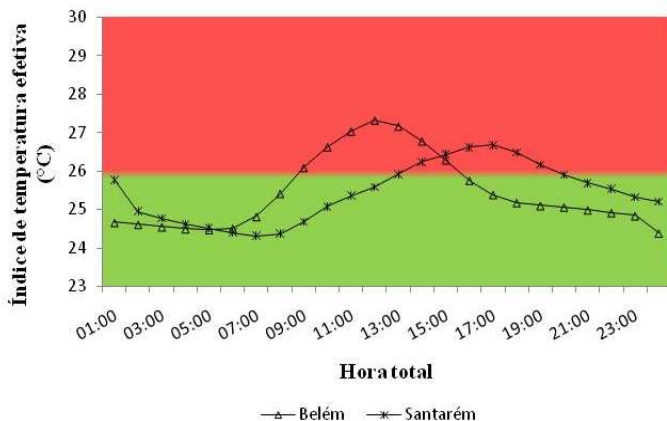


Figura 02 - Variabilidade média horária da temperatura efetiva para as cidades de Belém e Santarém (Época chuvosa).

## 5. Conclusão

Comparando o período chuvoso da região amazônica para as cidades estudadas, Belém apresentou o maior percentual de desconforto térmico durante o dia com 29,2% do tempo dentro da faixa de desconforto, enquanto que Santarém, 25% do tempo estiveram nessa faixa de desconforto térmico por calor para o mesmo período analisado.

Porém, obtivemos uma análise inversa, para o período menos chuvoso, onde Santarém se apresentou como a cidade mais desconfortável termicamente, com 62,5% do tempo dentro da faixa de desconforto térmico por calor, enquanto que em Belém foi 41,6% do dia dentro desta faixa, o que corresponde a 20,8% a menos que a outra cidade.

É possível que esta característica esteja associada ao fato de Belém estar localizada próximo ao Oceano Atlântico, como isso evidenciando a grande influência dos efeitos de brisa.

## 6. Agradecimentos

Agradeço ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento desta pesquisa e ao orientador pela oportunidade da bolsa IC e da orientação.

## 7. Referências Bibliográficas

COSTA, A. C. L. **Estudo de Variações Termo-Higrométricas de Cidade Equatorial devido ao Processo de Urbanização. O caso de Belém - PA.** Tese de Doutorado em Engenharia Ambiental, EESC-USP. São Carlos, SP. 232p., 1998

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Cidades**, 2009. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acessado em: 07/01/2010

LOWRY, W. P. **The climate of cities.** Scientific American, v.217, nº 2, p.15-23, 1967.

MARTORANO, L. G.; PEREIRA, L. C.; CEZAR, E. G. M.; PEREIRA, I. C. B. **Estudos climatológicos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwhite, Mather)**. Belém, SUDAM/EMBRAPA, SNLCS, 53 p., 1993.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2nd Ed. 460p., 1987.