



ARTICLES/ARTIGOS/ARTÍCULOS/ARTICLES

**Relações entre as percepções térmicas e índices de conforto térmico dos habitantes de uma cidade tropical na Amazônia Oriental**

**Doutor João de Athaydes Silva Junior**

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campus Profissional, Guamá, Belém, PA – CEP 66.095-110. **E-mail:** athaydes@ymail.com

**Doutor Antonio Carlos Lôla da Costa**

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campus Profissional, Guamá, Belém, PA – CEP 66.095-110. **E-mail:** lola@ufpa.br

**Doutor Juarez Carlos Brito Pezzuti**

Professor do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campus Profissional, Guamá, Belém, PA – CEP 66.095-110. **E-mail:** juca@ufpa.br

**Doutor Rafael Ferreira da Costa**

Professor do Centro Integrado Universitário de Parauapebas, Universidade Federal Rural da Amazônia, Rua A, Quadra Especial do CEUP, S/N, Parauapebas, PA – CEP 68.515-000. **E-mail:** rfcosta@ymail.com

**Doutor Everaldo Barreiros de Souza**

Professor da Faculdade de Meteorologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campus Básico, Guamá, Belém, PA – CEP 66.095-110. **E-mail:** everaldo@ufpa.br

**ARTICLE HISTORY**

**Received: 18 November 2012**  
**Accepted: 22 December 2012**

---

**PALAVRAS-CHAVE:**

Biometeorologia  
Conforto térmico  
Percepção ambiental

---

**RESUMO**

---

Visando avaliar a percepção térmica de seus habitantes, foi realizado na cidade de Belém do Pará (01°27'S; 48°30'W; 10m altitude), um estudo com a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar, além de aplicações de questionários pessoais. O experimento de campo ocorreu nos dias 17, 18 e 19 de novembro de 2010, simultaneamente, em sete pontos da cidade. Foram aplicados mais de dois mil questionários, para uma amostra populacional com idades entre 10 e 89 anos. Com as informações meteorológicas obtidas em campo foram calculados índices de Calor (IC) e, de Temperatura efetiva (ITE), os quais foram cruzados às informações obtidas com a população local. Os resultados indicaram que ambos os índices apresentaram resultados compatíveis com às percepções pessoais. Também ficou bastante claro o desconforto térmico sentido pela população de Belém, entre o período das 11 às 14 horas.

---

**KEY-WORDS:**

Biometeorology  
Thermal Comfort  
Perceived environmental

---

**ABSTRACT – RELATIONS BETWEEN THE PERCEPTIONS AND HEAT INDICES OF THERMAL COMFORT OF THE POPULATION OF A TROPICAL CITY IN THE EASTERN AMAZON** To evaluate the thermal perceptions of its inhabitants, was held in the city of Belém do Pará (01° 27'S, 048° 30'W; 10m altitude), a study by collecting data on temperature and relative humidity, and application of questionnaires personal. The field experiment occurred on days 17, 18 and 19 November 2010, simultaneously in seven places in the city. Were applied over two thousand questionnaires to a sample population aged between 10 and 89 years. With the weather information obtained in the field, were calculated the Heat Index (IC) and effective temperature (ITE), which were crossed to information obtained from the questionnaires of applied the local population. The results indicated that both indices showed results consistent with the personal perceptions. It also became quite clear thermal discomfort felt by the population of Bethlehem, between the period from 11 to 14 hours.

---

**MONTES-CLÉS:**

Biométéorologie, confort  
thermique, Perception de  
l'environnement

---

**RESUME – relations entre la perception et indices de chaleur de confort thermique de la population d'une ville dans le tropical Amazonie Orientale.** Pour évaluer les perceptions thermiques de ses habitants, a eu lieu dans la ville de Belém do Pará (01° 27'S, 048° 30'O, altitude 10m), une étude réalisée par la collecte de données sur la température et l'humidité relative de l'air, et l'application des questionnaires individuels. L'expérience sur le

terrain a eu lieu les jours 17, 18 et 19 novembre 2010, simultanément dans sept endroits de la ville. Ont été appliquées plus de deux mille questionnaires à un échantillon de la population âgée entre 10 et 89 ans. Avec des informations météorologiques obtenues sur le champ, ont été calculés les indices de chaleur (IC), et de la température effective (ITE), qui ont été croisés avec les informations obtenues auprès de la population locale. Les résultats ont indiqué que les deux indices sont adaptés et à des perceptions personnelles. Il est également devenu évident l'inconfort thermique ressenti par la population de Belém, entre la période de 11 à 14 heures.

---

## Introdução

Indivíduos são expostos constantemente ao estresse térmico no seu dia a dia, sejam durante o trabalho, as atividades de lazer ou mesmo ao caminharem nas ruas, e essa condição pode reduzir a eficiência do trabalho e da produtividade e até ameaçar a sobrevivência desses indivíduos (Epstein e Moran, 2006).

Os primeiros estudos relacionados ao conforto térmico datam do início do século XIX na Europa, quando teve início o movimento para melhoria das condições de trabalho nas indústrias metalúrgicas e têxteis, em vista dos frequentes acidentes e enfermidades devido à influência do calor e umidade do ar. Esses estudos tinham o objetivo principal de avaliar de que maneira as condições termohigrométricas<sup>1</sup> afetavam o rendimento do trabalho dos operários, a fim de tentar estabelecer alguns critérios e melhorias ambientais, principalmente, relacionado ao conforto térmico para um aumento na produção e redução dos acidentes e enfermidades associadas ao trabalho (Maia e Gonçalves, 2002).

As condições de conforto térmico são definidas em função das atividades desenvolvidas pelos indivíduos, por suas vestimentas e pelas variáveis ambientais que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente. Devido à necessidade de se criar uma metodologia para analisar as relações dos elementos climáticos com o rendimento do corpo humano criou-se os índices de conforto térmico. Assim, os índices de conforto térmico procuram englobar, em um único parâmetro, diversas variáveis como a velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, o tipo de vestimenta e o estado de saúde do indivíduo (Fanger, 1972).

O conforto térmico é obtido por trocas térmicas que irão depender de diversos fatores, sejam eles ambientais ou pessoais. Esses fatores são governados por processos físicos de transferência de calor, como a convecção, a radiação, a evaporação e ocasionalmente a condução. O conforto térmico em um indivíduo é a sua resposta fisiológica, ao estresse térmico, e o grau de conforto ou desconforto térmico será definido por esse conjunto de interações entre os fatores ambientais

---

<sup>1</sup> Termo que refere-se a temperatura e umidade relativa do ar.

e fisiológicos, e a escolha do índice de conforto térmico deverá estar relacionada com as condições ambientais e com as atividades desenvolvidas pelos indivíduos (Frota e Schiffer, 2001).

Segundo a ISO 7730 e a ASHRAE (1966), o conforto térmico é definido como a condição de espírito que expressa à satisfação com o ambiente térmico, ou seja, é uma sensação subjetiva de cada indivíduo.

O clima e o tempo influenciam o comportamento e a saúde dos indivíduos, e os estudos dessas influências sobre os organismos vivos têm se intensificado nos últimos decênios, através da descrição da Biometeorologia, que mostram diversos trabalhos relacionando variáveis ambientais e doenças em geral (Maia e Gonçalves, 2002).

Deste modo o presente estudo tem como objetivo investigar as relações entre as percepções do conforto térmico da população da cidade de Belém e os resultados propostos pelos índices de conforto térmico nesta região.

## Material e métodos

### *Visão geral da área de estudo*

O experimento foi realizado na cidade de Belém, PA, que está situada na região tropical amazônica (Lat. 01°27'S, Lon. 048°30'W). O clima da cidade, segundo a classificação de Köppen é do tipo Am, ou seja, clima tropical chuvoso de monção, com uma média anual da temperatura do ar e seus respectivos desvios padrões de  $26,0 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ , com máximas e mínimas variando de  $31,5 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  a  $22,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. A pluviosidade média anual é de  $2.858,7 \pm 76,6$  mm/ano com maior volume no período chuvoso (dezembro a maio), correspondendo a 71,2 %do total anual, enquanto que os 28,8% restantes são distribuídos nos meses de junho a novembro, conforme ilustrado na Figura 01 (INMET, 2009; Silva Junior *et al.*, 2011).

O regime de pluviosidade nesta região está ligado as flutuações de grande escala, e principalmente, as circulações de Hadley e Walker (Molion, 1987), e também é regida pelos padrões oceano-atmosfera de grande escala através dos fenômenos El Niño - Oscilação Sul (ENOS) no oceano Pacífico e pelo dipolo sobre o Oceano Atlântico (Souza *et al.*, 2009).

Devido à cidade de Belém estar localizada na região tropical, próximo a linha do equador, climatologicamente não existe uma grande variabilidade em algumas características meteorológicas. Por exemplo, a precipitação pluvial oscila de aproximadamente 110 mm/mês, nos meses de outubro e novembro, até acima dos 400 mm/mês, em fevereiro e março (Figura 01a), sendo a precipitação pluvial o parâmetro climatológico mais importante da região (Molion, 1987), em conjunto com a nebulosidade (Fisch *et al.*, 1998). Para a insolação, que representa o número de horas de brilho solar efetivo, ou seja, quando os raios solares realmente atingem a superfície terrestre, obviamente os mínimos, em torno de 100 horas/mês, ocorrem nos meses de fevereiro e março, período de maior precipitação, enquanto que os máximos, acima de 250 horas/mês, são registrados em julho e agosto (Figura 01b).

Desta forma, as quatro estações climáticas do ano não são muito bem definidas, pois, a pluviosidade é elevada assim como a insolação durante todo o

ano. Por estes motivos, para a caracterização climática de Belém, são adotados dois períodos, o chuvoso que compreende os meses de dezembro a maio, e período menos chuvoso que vai de junho a novembro (Costa, 1998).

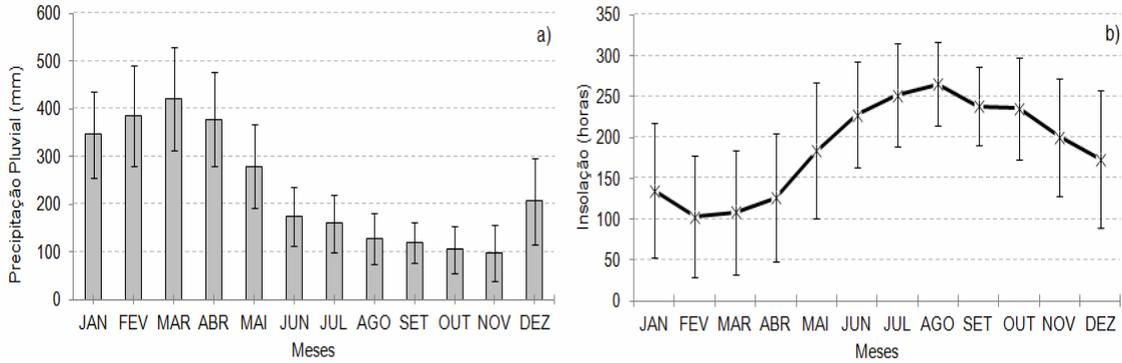


Figura 01. Valores das normais climatológicas para a cidade de Belém do Pará. a) Precipitação pluvial (mm). b) Insolação (horas).

A climatologia da cidade de Belém mostra que durante o ano, a umidade relativa do ar, com seus respectivos desvios padrões (Figura 02a) oscila, em média, em torno de  $79,4 \pm 10,0\%$ , nos meses de outubro e novembro (época menos chuvosa) até máximos de  $88,8 \pm 8,6\%$ , em fevereiro, março e abril (época chuvosa). Quanto aos valores da temperatura do ar existe uma homogeneidade durante o ano. Na média climatológica, as temperaturas máximas oscilam de  $30,6^\circ\text{C}$  em março a  $32,6^\circ\text{C}$  em novembro, enquanto que as temperaturas mínimas oscilam de  $22,1^\circ\text{C}$  em outubro, a  $23,0^\circ\text{C}$  em abril (Figura 02b). Os menores valores das temperaturas mínimas mensais ocorridas em outubro são devidos à menor nebulosidade existente durante as noites desta época do ano, que provoca uma maior perda radiativa do solo para a atmosfera, possibilitando menores temperaturas do ar no final da madrugada. Esta amplitude térmica em torno de  $10^\circ\text{C}$  durante o ano indica uma grande variabilidade das temperaturas na cidade de Belém.

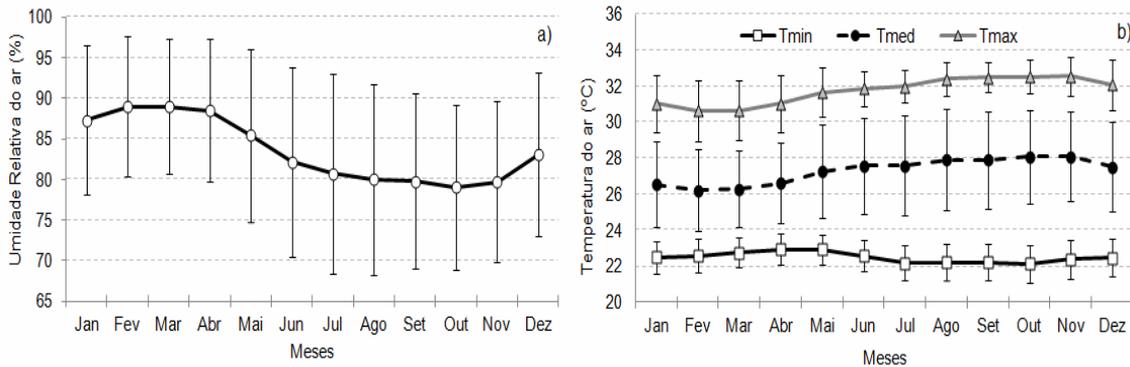


Figura 02. Valores das normais climatológicas para a cidade de Belém do Pará. a) Umidade Relativa do ar (%). b) Temperatura do ar ( $^\circ\text{C}$ ).

### *Medições ambientais*

As medições dos parâmetros ambientais foram realizadas durante três dias no mês de novembro de 2010 na cidade de Belém (Tabela 01). O mês de novembro foi escolhido por estar compreendido na época menos chuvosa da região, e também por questões logísticas, como a disponibilidade de pessoal para aplicação dos questionários, a chegada dos microloggers para as medidas e a disponibilidade de veículos para dar apoio as equipes em campo.

Na coleta das informações meteorológicas foram utilizados seis microloggers modelo U10-003, que registraram informações de temperatura e umidade relativa do ar. Durante o estudo também foi utilizada uma estação meteorológica automática fabricada pela Campbell Scientific, com datalogger modelo CR-1000 e sensor de temperatura e umidade relativa do ar HMP45C. Todos os equipamentos foram programados para fazerem medições e registrar as informações a cada 30 minutos, durante a aplicação dos questionários de conforto térmico.

Tabela 01 – Localização dos pontos amostrais em graus decimais, utilizando o sistema de posicionamento WGS84.

<b>Ponto</b>	<b>Latitude (Graus)</b>	<b>Longitude (Graus)</b>
Nazaré	-1,452444	-48,486538
Campina	-1,451003	-48,500675
São Brás	-1,450781	-48,469182
Marco	-1,442021	-48,462335
Pedreira	-1,428194	-48,472151
Sacramenta	-1,413997	-48,468222
Cremação	-1,456574	-48,477327

### *Pesquisa subjetiva de conforto térmico*

As aplicações dos questionários para avaliar a percepção térmica ocorreram durante os dias 17, 18 e 19 de novembro de 2010, simultaneamente, em sete pontos da cidade onde também se coletaram as medições ambientais. O numero total de questionários aplicados foi de 2.484, em uma amostra em que a idade dos indivíduos variou dos 10 aos 89 anos.

Os questionários aplicados envolveram as seguintes informações: Pessoais, sobre as vestimentas, sobre as atividades realizadas no momento e sobre a percepção térmica experimentada pelo indivíduo naquele instante.

A primeira parte com informações pessoais abrangeu a idade, o peso, a altura, a cor da pele e o sexo. Na segunda parte foi descrita, cuidadosamente, a tipologia de vestimentas usadas pelos indivíduos entrevistados. Na terceira parte foi registrado o tipo de atividade física em que o individuo estava realizando no momento. Na quarta e ultima parte foi registrada a sensação térmica experimentada pelo indivíduo no momento da entrevista.

A percepção térmica baseou-se na escala proposta pela ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers) e posteriormente adaptada por Fanger (1970), que fez uma consideração com relação a esta escala: “*encontravam-se insatisfeitas as pessoas que votaram +3, +2, -3 e -2 na escala de sensações*”, logo os votos +1 e -1 não caracteriza um

grupo de pessoas insatisfeitas com o ambiente. Com base na simplificação proposta por Fanger (1970), de sete para cinco opções, no desenvolvimento desta pesquisa registraram-se apenas estas cinco opções. Com intuito de facilitar a análise das informações colhidas nos questionários foi realizado uma nova simplificação desta escala, onde a mesma passou a ter três opções para a percepção térmica (confortável, neutro e desconfortável), que também foram registradas nos questionários.

### *Índices de Conforto Térmico*

O corpo humano geralmente resfria-se pela transpiração, na qual a água do suor evapora e retira calor do corpo. Entretanto, quando a umidade relativa do ar é alta, a taxa de evaporação da água é reduzida. Assim, o calor é removido do corpo a uma taxa mais baixa, mantendo mais calor no corpo do que o mesmo teria numa situação de ar seco. A combinação da umidade relativa do ar elevada associada com valores altos da temperatura do ar, aumenta os riscos de exaustão por calor, por insolação e por outros problemas de saúde relacionados, o que pode levar o indivíduo a óbito. Conhecer as relações entre os elementos climáticos e as reações fisiológicas do corpo humano é importante para que se possa melhorar a qualidade de vida dos indivíduos, e por este motivo foram desenvolvidos os índices de conforto térmico.

Os índices de conforto térmico podem ser definidos em duas categorias básicas, sendo a primeira: índices subjetivos, e a segunda: índices biofisiológicos, que é a junção dos índices biofísicos com os fisiológicos.

Os índices subjetivos são baseados nas sensações de conforto térmico experimentadas em condições em que os elementos meteorológicos variam. Estes índices são mensurados através da aplicação de questionários específicos e de medidas meteorológicas realizadas no local da aplicação dos mesmos, simultaneamente. Os índices biofisiológicos são a união dos índices biofísicos e os fisiológicos que se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, levando em consideração as condições conhecidas dos elementos meteorológicos, principalmente, da temperatura do ar, da radiação solar, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento (Frota e Schiffer, 2001).

Para o cálculo do conforto térmico, nesta pesquisa, foram aplicados dois índices: o Índice de Temperatura Efetiva (ITE) e o Índice de Calor (IC), por apresentarem boas respostas na região estudada (Silva Junior, *et al.*, 2012).

O ITE é um dos índices mais adequados para as condições climáticas brasileiras e foi calculado através da Equação 01, onde os valores da temperatura do bulbo úmido ( $T_w$ ) foram obtidos através da tabela psicrométrica, fazendo-se o caminho inverso com base na umidade relativa do ar e na temperatura do ar. Após a obtenção da temperatura efetiva, estas foram relacionadas com a faixa de conforto correspondente, proposta pela ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers), em 1972, ilustradas na Tabela 02.

$$ITE = 0,4 \times (T_{ar} + T_w) + 4,8 .$$

Eq.

01

Onde:  $T_a$  é a temperatura do ar e  $T_w$  é a temperatura do bulbo úmido.

Tabela 02 – Sensação de conforto térmico do corpo, relacionado com o Índice de Temperatura Efetiva (ITE), segundo a ASHRAE (1972).

ITE (°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

O IC foi desenvolvido a partir do índice Humidex, proposto por Winterling em 1978 e posteriormente adaptado por Steadman (1979), a partir de medidas subjetivas de quanto calor se sente para determinados valores de temperatura e umidade relativa do ar, nas situações em que as temperaturas estão elevadas.

O IC foi calculado através da Equação 02, e foram aplicadas as suas correções quando necessárias. Os níveis de alerta e suas prováveis consequências para a saúde humana são apresentados na Tabela 03.

$$IC = -42,379 + 2,04901523 \times T + 10,14333127 \times UR - 0,22475541 \times T \times UR \\ - 6,83783 \times 10^{-3} \times T^2 - 5,481717 \times 10^{-2} \times UR^2 + 1,22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times UR \\ + 8,5282 \times 10^{-4} \times T \times UR^2 - 1,99 \cdot 10^{-6} \times UR^2$$

Eq. 02

Onde,  $T$  é a temperatura do bulbo seco (°F) e  $UR$  é a umidade relativa do ar (%).

Nível de Alerta	Índice de Calor	Sintomas
Perigo Extremo	54°C ou mais	Insolação; risco de acidente vascular cerebral (AVC) iminente.
Perigo	41,1°C a 54°C	Câimbras, insolação, esgotamento físico.
Cautela Extrema	32,1°C a 41°C	Possibilidade de danos cerebrais (AVC) para exposição prolongada com atividades físicas.
Cautela	27,1°C a 32°C	Possibilidade de câimbras, de esgotamento físico e insolação para exposições prolongadas e atividades físicas.
Não há alerta	Menor que 27°C	Possível fadiga em casos de exposições prolongadas e prática de atividades físicas ao ar livre.
		Não há problemas

Tabela 03 - Níveis de alerta do IC e suas prováveis consequências para a saúde.

## Resultados e discussões

### *Caracterização da amostra populacional*

Na Figura 03 temos a distribuição, por faixa etária, dos indivíduos entrevistados durante a campanha de coleta de dados, no período de 17 a 19 de novembro de 2010. O número total de questionários aplicados foi de 2.484, em uma amostra em que a idade variou de 10 a 89 anos, onde 48,4% dos entrevistados são do sexo masculino e 51,6% do sexo feminino. As faixas etárias entre 15 e 29 anos foram as que apresentaram mais indivíduos entrevistados, correspondendo a 44% da amostra.

Do total de entrevistas realizadas, foram excluídas, em algumas etapas dos questionamentos, aquelas pessoas que se declararam enfermas, pois durante o período em que o corpo encontra-se enfermo o metabolismo fica alterado, o que contribuiria para alteração dos resultados.

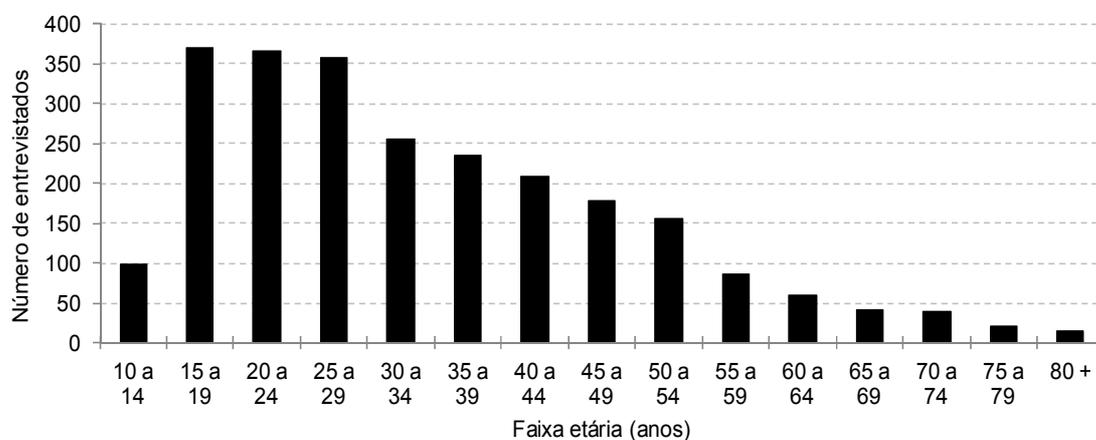


Figura 03 – Distribuição por faixa etária dos indivíduos entrevistados.

### *Análises das percepções térmicas*

A Figura 04 ilustra a distribuição da sensação térmica por faixas etárias. Observou-se a predominância da resposta “quente” para o desconforto térmico para todas as faixas etárias analisadas, com 73,2% das respostas. A resposta referente à sensação térmica “normal” seguiu o padrão de distribuição parecido com a opção “quente”, no entanto com apenas 25,6% das respostas, enquanto que, na opção “frio” houve apenas 1,2% do total de indivíduos entrevistados que optaram por esta sensação térmica.

Nas três faixas etárias compreendidas dos 16 aos 30 anos, a grande maioria dos indivíduos entrevistados declarou a situação como “quente” isto, possivelmente ocorreu, porque as pessoas nesta fase da vida possuem normalmente um metabolismo fisiologicamente mais acelerado, estando mais suscetíveis às sensações térmicas elevadas, pois, para sua termorregulação, necessitariam mais intensamente de trocas energéticas com o meio ambiente.

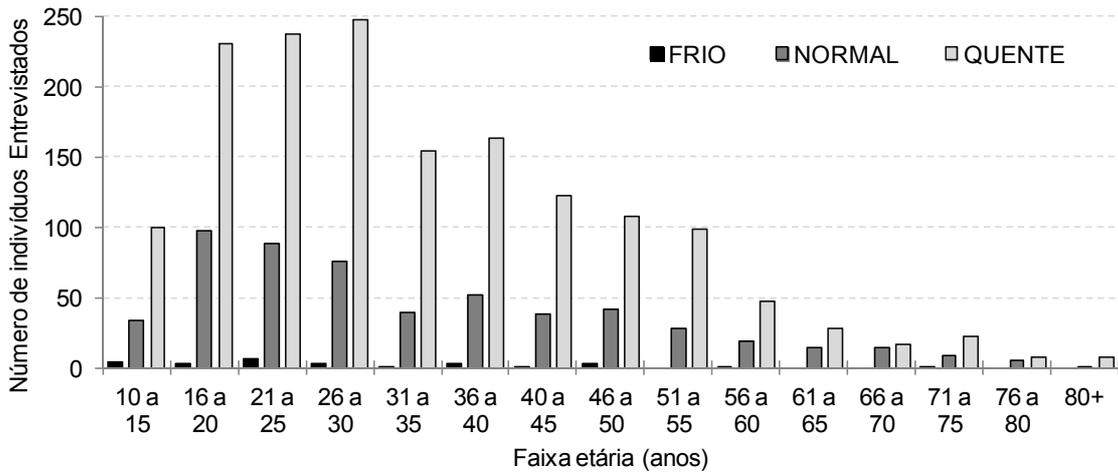


Figura 04 - Distribuição da sensação térmica por faixas etárias da amostra entrevistada.

#### Análise dos índices (ITE e IC)

Nas Figuras 05 e 06 são apresentadas a percepção térmica e as faixas de conforto térmico propostas pelo ITE e pelo IC, respectivamente. Observaram-se em ambas as figuras que os dois índices apresentaram uma boa resposta quando relacionados com os dados obtidos através das entrevistas aplicadas.

À medida que se passa para as faixas mais Desconfortáveis termicamente o percentual de indivíduos que responderam estarem sentindo um maior desconforto térmico também aumentou, assim como as respostas referentes à percepção térmica de conforto térmico reduziu.

Na análise do ITE (Figura 06) foi observado que os valores calculados estiveram dentro das faixas Confortável, Ligeiramente Desconfortável e Desconfortável. As respostas apresentadas referentes às percepções térmicas quando comparadas com as faixas do ITE, para a opção de resposta “Desconfortável” apresentou um acréscimo de 20,4% do número de respostas ao mudar da faixa Confortável para a Desconfortável. Ao analisar a resposta a

percepção térmica “Confortável” foi observada uma redução de 49,4% das respostas à medida que se migrou da faixa Confortável para a Desconfortável.

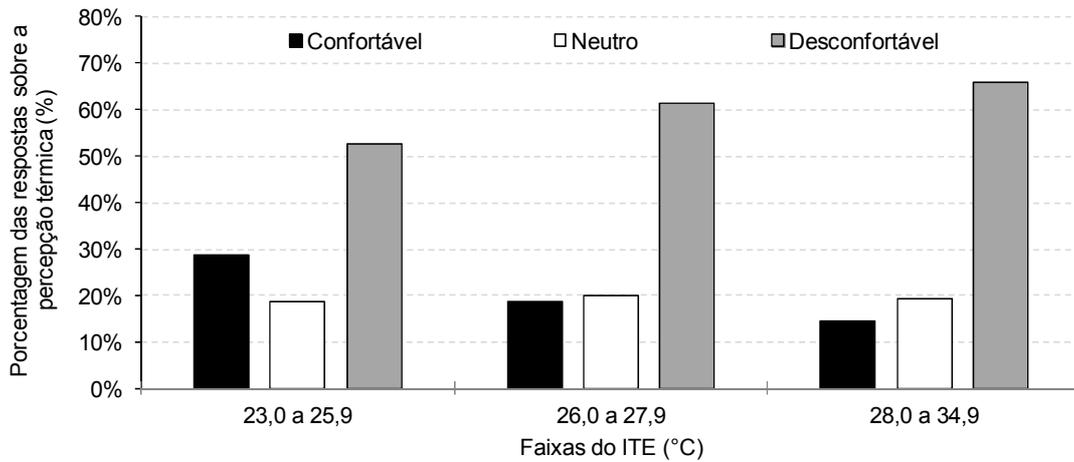


Figura 05 – Percepção térmica e as faixas de conforto térmico propostas pelo Índice de Temperatura Efetiva (ITE).

Na análise do IC (Figura 06) verificou-se que os valores calculados se encontraram dentro das faixas de Não há alerta, Cautela e Cautela Extrema. Observou um aumento de 31,4% das respostas “Desconfortável” referentes à percepção térmica ao mudar da faixa de “Não há alerta” para a de Cautela Extrema. Ao ser analisada a opção de resposta “Confortável” houve um decréscimo de 53,6% ao migrar da faixa “Não há alerta” para a de “Cautela extrema”.

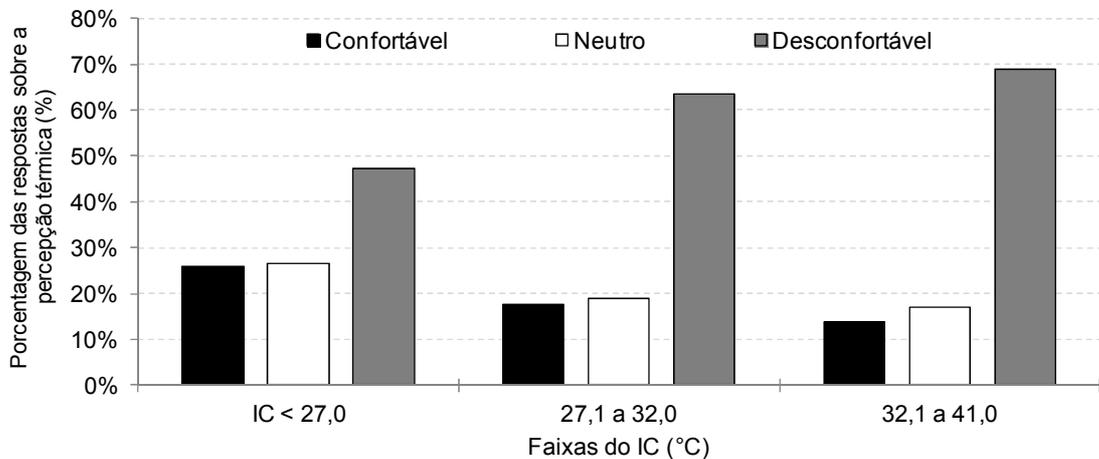


Figura 06 – Percepção térmica e as faixas de conforto térmico propostas pelo Índice de Calor (IC).

### Análises diurnas

Analisando-se as resposta à percepção térmica dos indivíduos, nos sete pontos amostrais de Belem (Figura 07), de acordo com a variação horária, observou-se que há um claro desconforto no período entre 11 e 14 horas. Pois, a grande maioria dos pesquisados se declarou desconfortável termicamente no período, uma quantidade bem menor de indivíduos interpretou a situação como regular termicamente, entretanto, nenhum indivíduo se declarou confortável neste intervalo de tempo. Isto também ocorreu às 18 horas, porém, neste horário houve um pequeno número de entrevistados, o que pode ter ocasionado uma falha amostral.

No período da manhã, entre as 06 e 10 horas, houve um predomínio de pessoas que se sentiram desconfortáveis termicamente, porém existiu um considerável contingente que declarou a sensação térmica regular.

Durante a parte vespertina, às 15 horas iniciou-se a redução do número de entrevistados que se declarou desconfortável e, inversamente aumentou o contingente de pessoas declarando situação térmica normal, também voltam a aparecer os indivíduos que se sentiram confortáveis, fato que vai até às 17 horas.

Os dois índices calculados, o Índice de temperatura efetiva (ITE) e o Índice de calor (IC), apresentaram variações similares durante todo o dia. Ambos atingiram os máximos entre 12 e 15 horas, sendo calculados os picos às 14h, com o IC = 31,4 e o ITE = 28,6. As faixas de melhor conforto térmico ocorreram logo ao amanhecer e nas primeiras horas da manhã, das 06 às 08 horas. Fato que se repetiu após às 16 horas.

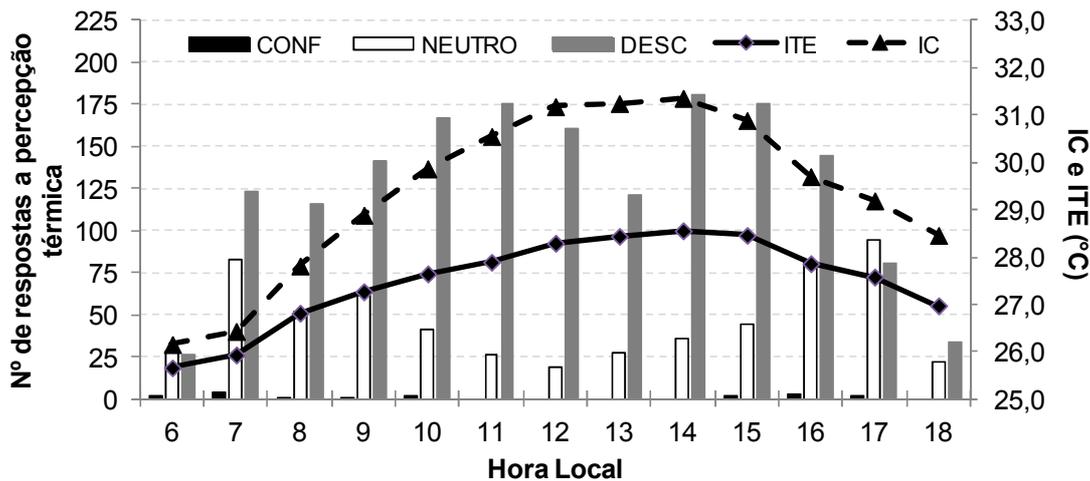


Figura 07. Variação diurna na percepção térmica, nas faixas de conforto térmico e nos índices calculados.

### Conclusões

A cidade de Belém do Pará tem entre suas características as elevadas temperaturas e umidades do ar, e, o grande volume de precipitações durante o transcorrer do ano. A percepção de sua população às questões de conforto térmico demonstra claramente estas características ambientais.

A ampla maioria dos indivíduos entrevistados se declarou com desconforto no período entre 11 e 14 horas. Neste mesmo intervalo de tempo, nenhum dos entrevistados se sentiu confortável termicamente.

No início da manhã, assim como no final da tarde, uma certa quantidade de pessoas se disse regularmente confortável termicamente e, um pequeno contingente se declarou confortável nestes períodos do dia.

Os índices de calor (IC) e, de temperatura efetiva (ITE), calculados para o período de 17 a 19 de novembro de 2010 apresentaram resultados compatíveis com às percepções pessoais dos indivíduos entrevistados.

#### **Agradecimentos**

Ao CNPq pelo apoio financeiro durante o curso e pelo financiamento do Projeto “Monitoramento do clima urbano em cidades de diferentes tamanhos na Região Amazônica Brasileira - CLIMURB”. A todos os colegas que colaboraram durante a campanha de coleta de dados, sem a qual este trabalho não seria possível.

#### **Referências**

- ASHRAE (1966) Thermal comfort conditions, ASHRAE standard 55.66, New York.
- ASHRAE. Handbook American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Handbook of Fundamentals, Edited by Carl W. MacPhee. New York: ASHRAE, 1972.
- 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
- EPSTEIN, Y.; MORAN, D. S. Thermal comfort and the Heat Stress indices. *Industrial Health*, v.44, 2006, p.388-398.
- FANGER, O. Thermal Comfort – Analysis and Application in Environmental Engineering. Copenhagen, 244p., 1970.
- FANGER, P. O. Thermal Comfort. McGraw-Hill, New York, 1972.
- FISCH, G. F.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral do clima da Amazônia. *Acta Amazônica*, v. 28, n. 2, 1998, p.101-126, 1998.
- FROTA, A. B. e SCHIFFER, S. R. Manual de Conforto Térmico. 5ª edição. São Paulo: Studio Nobel. São Paulo: Studio Nobel, 243p, 2001
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cidades, 2010. <http://www.ibge.gov.br/cidades> Acessado em: 07/11/2011.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961 – 1990, 2009, p.253.
- ISO 7730 Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. International Organization for Standardization, Geneva, 2005.
- MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. UMA ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO E SUAS RELAÇÕES METEOROTRÓPICAS NA CIDADE DE SÃO PAULO – PARTE 1. In: Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 307-314 p., 2002.
- MOLION, L. C. B. Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.2(1): 1987, p.107-117, 1987.
- SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F.; CARVALHO, S. P.; SOUSA, A. J. S. Estudo do Conforto Térmico e o Fenômeno da Ilha de Calor na Cidade de Belém-PA durante o ano de 2010. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, 2011, João Pessoa-PB.
- SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F.; D. Galbraith. Análise da Distribuição Espacial do Conforto Térmico na Cidade de Belém, PA no Período Menos Chuvoso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.02: 2012, 218-232p.
- STEADMAN, R. G. The Assessment of Sultriness. Part I: A temperature-Humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science. *Journal of Applied Meteorology*, v.18, 1979, p.861-873.