

CLIMA URBANO E SENSAÇÃO TÉRMICA - O CASO DOS TERMINAIS DE ÔNIBUS DE FORTALEZA

Leandro Leite da Silva Maciel
Universidade Federal do Ceará
leandro_maciel7@yahoo.com.br

Robson Bezerra do Nascimento
Universidade Federal do Ceará
robsonrhcp@hotmail.com

Maria Elisa Zanella
Universidade Federal do Ceará
elisazv@terra.com.br

O CLIMA DAS CIDADES

RESUMO: Os terminais de ônibus são importantes para grande parte da população de Fortaleza-CE, principalmente para as classes de menor poder aquisitivo. Dados de 2012 da Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (Etufor) mostram que mais de um milhão de passageiros utilizam esses espaços diariamente. O objetivo deste artigo é fazer uma análise do conforto térmico em três terminais de ônibus do município, aplicando um índice desenvolvido especificamente para a cidade, através de resultados de trabalhos realizados por outros autores entre os anos de 2009 e 2011. Esses trabalhos tiveram como aporte teórico-metodológico o Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976, 2003) e levaram em consideração entre outras variáveis, temperatura e umidade relativa do ar, que são os dados utilizados para a aplicação do índice de sensação térmica, os sistemas atmosféricos atuantes nos dias dos experimentos e o fluxo de veículos e pessoas. Os resultados das pesquisas expressaram que os terminais apresentaram altas temperaturas, baixas taxas de umidade relativa e que de acordo com o índice aplicado, o conforto térmico varia entre as faixas de “precaução” e “extrema precaução”, que já é representa perigos às atividades humanas.

Palavras-chave: Sistema Clima Urbano; terminais de ônibus; conforto térmico.

ABSTRACT: The bus terminals are very important for most of the population of Fortaleza, especially for the lower income classes. The files from the 2012 Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (Etufor) show that over a million passengers use these types of space every day. This article aims on the analysis of the comfort end of three bus terminals in the Fortaleza, applying an index developed specifically for the city, through the results of work done by other authors between the years of 2009 and 2011. These discussions had theoretical and methodological Urban Climate System of Monteiro (1976, 2003) and took into consideration, among other variables, temperature and relative humidity of the air, which are the data used for the application of thermal sensation index on the atmospheric systems on working days as well as analysing the flux of traffic and people. Research results showed that the terminals indicate high temperatures, low relative humidity of air and rates that, according to the applied thermal comfort index, vary between "precaution" and "extreme precaution" which surely represent danger to human activities.

Key-words: Urban Climate System; bus terminals, thermal comfort.

1 INTRODUÇÃO

A Climatologia está intimamente ligada à Meteorologia, que tem como objeto de estudo a atmosfera e seus fenômenos, a fim de apontar as condições físicas que os formaram. As análises

climatológicas e meteorológicas segundo Ayoade (1996, p.1) são de grande importância para o estudo do ambiente, pois “os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera”. É importante salientar que tanto o clima como o tempo tanto exercem influência como também sofrem interferências dos outros processos.

O interesse em estudar o tempo atmosférico é antigo, inicialmente havia a crença de que os fenômenos meteorológicos eram controlados pelos deuses, até que os gregos começaram a realizar as primeiras observações, o que deu um caráter científico e resultou em obras como “Ares, Águas e Lugares”, de Hipócrates e “Meteorologia”, de Aristóteles. Mas só a partir do Renascimento foi que a ciência alavancou seu desenvolvimento (AYOADE,1996).

Existem muitas definições a cerca de clima, Ayoade (1996, p.2) define como “a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos”. Duas definições foram muito importantes para a climatologia, a primeira foi a de Hann (apud BARROS; ZAVANTTINI, 2009, p.256), que coloca o clima como “o conjunto de fenômenos atmosféricos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície terrestre”. Essa definição teve grande influência, dando base à chamada “Climatologia Separativa” ou “Tradicional”. A definição hanneana trata os elementos climáticos separadamente, ela sofre algumas críticas por ser mais descritiva do que explicativa, além de sua incapacidade de apresentar de forma consistente a realidade, uma vez que sua concepção, por tratar de médias, acaba por transformar-se em uma abstração e também colocar a atmosfera como algo estático, sendo que a mesma é dinâmica. Tomando como base a meteorologia dinâmica, Sorre aprimorou a concepção de clima, adicionando a ela a ideia do dinamismo e de ritmo, definindo clima como “o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera sobre um lugar em sua sucessão habitual” (Sorre, 1951, apud BARROS; ZAVANTTINI, 2009, p.256), essa conceituação permitiu à Climatologia novas abordagens.

O homem contemporâneo, assim como os seus antepassados, sofre influências do clima (Ayoade, 1996), porém, é necessário entender que o clima é um agente que interage com o meio, ou seja, as transformações que o homem promove no espaço vão influenciar no clima local.

Os ambientes naturais sofrem profundas alterações a partir do momento em que passam a serem povoados. Mudanças como canalização de recursos hídricos, formas de uso e ocupação dos solos, pavimentação de vias, alterações no albedo e remoção da vegetação são as transformações mais evidentes promovidas pelo homem na busca para adequar esses espaços as suas necessidades (PAIVA, 2011). Os sítios urbanos são os locais onde essas alterações podem ser mais claramente observadas.

A dinâmica da urbanização com o clima, causando mudanças em seu comportamento, é geralmente conhecida como clima urbano. Monteiro (2003, p.19) define clima urbano como um “sistema singular, que abrange um clima local (fato natural) e a cidade (fato social)”.

Inúmeros trabalhos voltados à climatologia urbana estão sendo desenvolvidos em diversas cidades, e Fortaleza não foge dessa tendência. Trabalhos já foram feitos, como os de Moura (2006, 2008), dentro do projeto desenvolvido pelo Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos, “Clima em espaços intra-urbanos de Fortaleza e região metropolitana no campo termodinâmico e o conforto térmico”. Paiva (2010), quando na sua dissertação fez uma análise climática em conjunto habitacional da cidade. Paiva (2011), também é outro exemplo, a autora realizou um trabalho com microclimas urbanos no bairro de Messejana.

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise do conforto térmico em três terminais de ônibus de Fortaleza, através de um índice de sensação térmica, que foi elaborado especialmente para a cidade, utilizando dados adquiridos de experimentos realizados nos terminais do Conjunto Ceará (PAIVA, 2010), da Parangaba (FREITAS; ZANELLA, 2010) e no de Messejana (PAIVA, 2011). Foram pesquisas realizadas entre os anos de 2009 e 2011, e que apesar de apresentarem metodologias semelhantes, não podem ter seus valores comparados por terem sido feitas em períodos diferentes.

A relevância em se estudar os terminais de ônibus da cidade de Fortaleza, vem da sua importância para grande parte da população, segundo dados de 2012 da Etufor (Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza), a demanda diária é de mais de um milhão de passageiros.

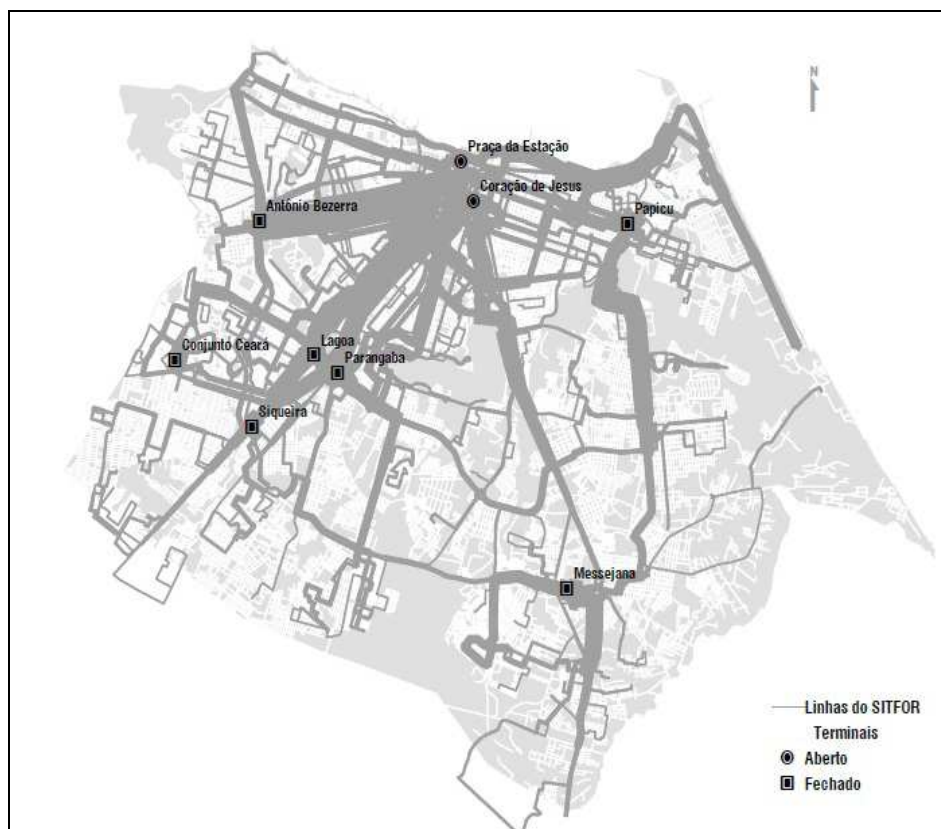


Figura 1: Figura mostrando os terminais de ônibus da cidade de Fortaleza. Os terminais fechados diferem dos abertos por propiciarem a ligação de vários pontos na cidade com o pagamento de uma só tarifa.

Fonte: Anuário de Transportes Públicos de Fortaleza 2010 (2011).

No que diz respeito às características climáticas de Fortaleza, a mesma é caracterizada por apresentar temperaturas elevadas ao longo do ano e pela sua sazonalidade de sua precipitação, que ocorre nos meses de fevereiro a maio quando a região está sob a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Zanella, 2005 apud MAGALHÃES; ZANELLA, 2011). Sua localização latitudinal próxima do Equador (paralelos 3° a 4° S) propicia que haja uma intensa insolação e a sua proximidade do Oceano Atlântico faz com que a cidade apresente uma baixa amplitude térmica.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho constitui-se em um levantamento bibliográfico a cerca de trabalhos relacionados ao clima urbano realizados nos terminais de Fortaleza de Fortaleza. A partir desses dados aplicou-se um índice de Conforto térmico, desenvolvido para Fortaleza de Reppelle *et al* (1997), denominado Sensação Térmica.

Todos os trabalhos remetem ao Sistema Clima Urbano proposto por Monteiro (2003), para a análise a influência da urbanização sobre o clima. É importante lembrar como afirma Moura (2008), que os primeiros estudos acerca do clima urbano foram realizados por Landsberg e Chandler,

trabalhos que influenciaram a teoria monteriana, porém se diferem pelo seu método separativo, enquanto a mesma utiliza a concepção rítmica.

O clima urbano é tido como “*um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização*” (Monteiro, 2003, p.19). O S.C.U. é dividido em três subsistemas, o termodinâmico (canal I- conforto térmico), físico-químico (cana II- qualidade do ar) e hidrometeorológico (canal III- impacto meteórico), e visa compreender o clima urbano de forma integrada.

Os três trabalhos realizados nos terminais utilizados como fonte de dados, realizaram experimentos tanto no período seco, quanto no chuvoso do Estado, e as análises de seus dados foram feitas a partir dos resultados obtidos em campo, da interpretação do comportamento dos sistemas atmosféricos que atuaram durante as respectivas pesquisas e das características dos sítios urbanos.

O índice de sensação térmica, também conhecido como temperatura aparente ou índice de conforto, é um modo de expressar o (des) conforto térmico sentido pelo homem, desenvolvido por Reppelle *et al* (1997). Nesse método a temperatura aparente é obtida por meio de uma aproximação polinomial, em função da temperatura e da umidade relativa do ar.

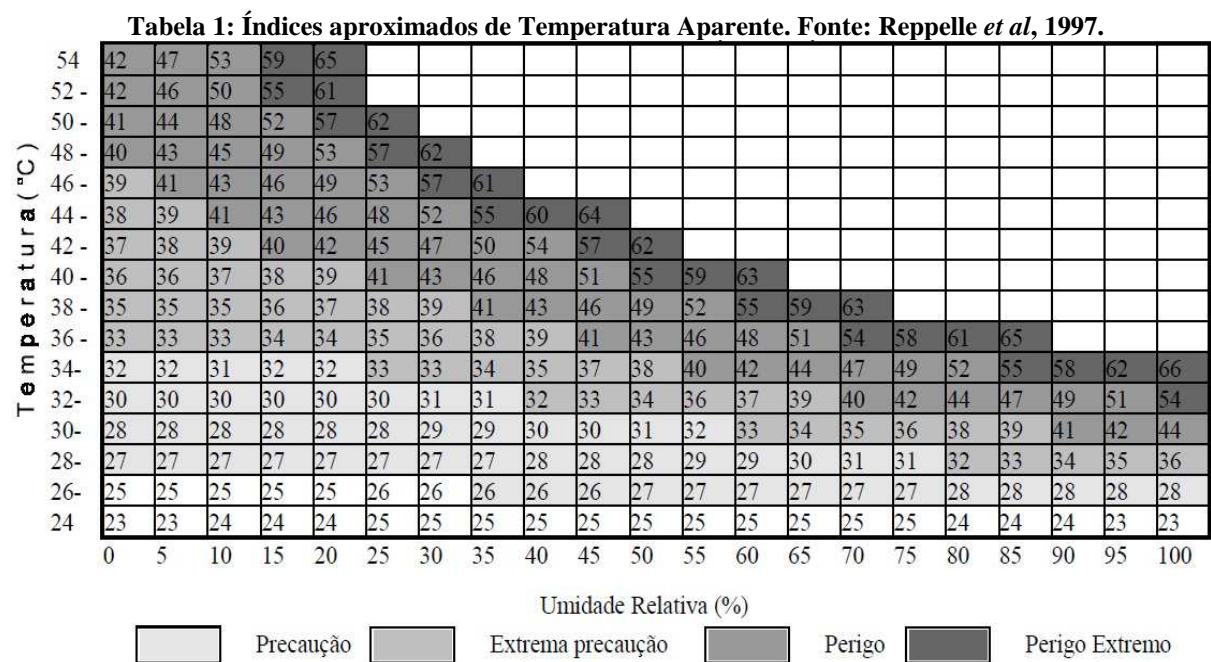


Tabela 2: Indicativos de precaução em função da temperatura aparente. Fonte: Reppelle *et al*, 1997.

Categoria	Temperatura Aparente	Perigos
Extremo perigo	Acima de 54 °C	
Perigo	Entre 40 °C e 54 °C	Exaustão
Extrema precaução	Entre 34 °C e 40 °C	Câibra, possível exaustão
Precaução	Entre 26 °C e 34 °C	

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em todos os terminais se destacam como materiais de construção o concreto cimentado, pavimentos de paralelepípedo e cimento asfáltico, matérias que favorecem uma maior absorção e remissão de calor. Sobre isso Lombardo (1985 apud FREITAS; ZANELLA, 2010) comenta:

A radiação solar que entra na cidade é menor [...] devido à grande quantidade de aerossóis. No entanto, ocorre um aumento da radiação emitida na cidade, no espectro de ondas longas, causada por temperaturas de superfície mais elevadas, como concreto, tijolos, asfalto e outros materiais de construção. Em condições principalmente de calmaria, em que há poucas turbulências, grande parte da energia irradiada volta à construção urbana através da reemissão radiativa de onda longa para atmosfera.

Serão apresentados agora os dados coletados nos terminais feitos em cada pesquisa e será também aplicado o índice de sensação térmica para cada caso.

3.1- Terminal do Conjunto Ceará

Essa pesquisa realizou dois experimentos, o primeiro foi realizado no dia 22 de abril de 2009, correspondendo ao período chuvoso. O ano de 2009 caracterizou-se por apresentar um dos maiores totais pluviométricos dos últimos 100 anos. Observou-se a partir das cartas sinóticas e imagens de satélite que a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) foi o sistema mais atuante. Ela foi mais incisiva e atuante no oceano. Na área da pesquisa teve pouca expressividade, o que refletiu nos valores de nebulosidade e na ausência de chuva daquele dia.

Foram registradas altas temperaturas durante o dia, com exceção da primeira medição (6h) quando foram registrados 22,5°C, a menor temperatura conforme pode ser observado adiante no gráfico 1. É natural que as maiores temperaturas se concentrem no período do dia, uma vez que é quando a radiação solar está em contato direto com a superfície, que absorve e reemite essa radiação em forma de calor, comprovando o pressuposto de que temperatura e umidade relativa são grandezas inversamente proporcionais, no horário de 12 h, quando se registrou a maior temperatura, de 31,5°C, foi também quando a umidade relativa esteve mais baixa, em 60%.

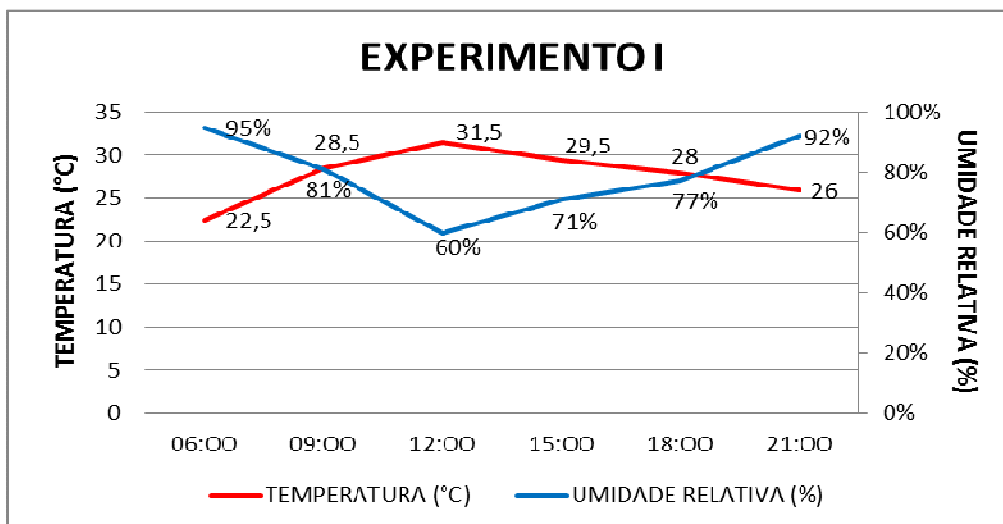


Gráfico 1: Gráfico de Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) do Experimento I.

O segundo experimento aconteceu no dia 23/10/2009, no período seco. O sistema Tropical Atlântico (TA) foi o atuante nesse período, isso refletiu na estabilidade dos resultados adquiridos em campo.

A amplitude térmica apresentada pelo Terminal foi de 10°C, sendo a menor temperatura 25°C, registrada as 6 e as 21h e a maior 35°C, as 12h. Isso contrastou com a umidade relativa, que foi maior às 21h, quando marcou 87%, e o menor valor obtido foi de encontro a maior temperatura, quando registrou 41%.

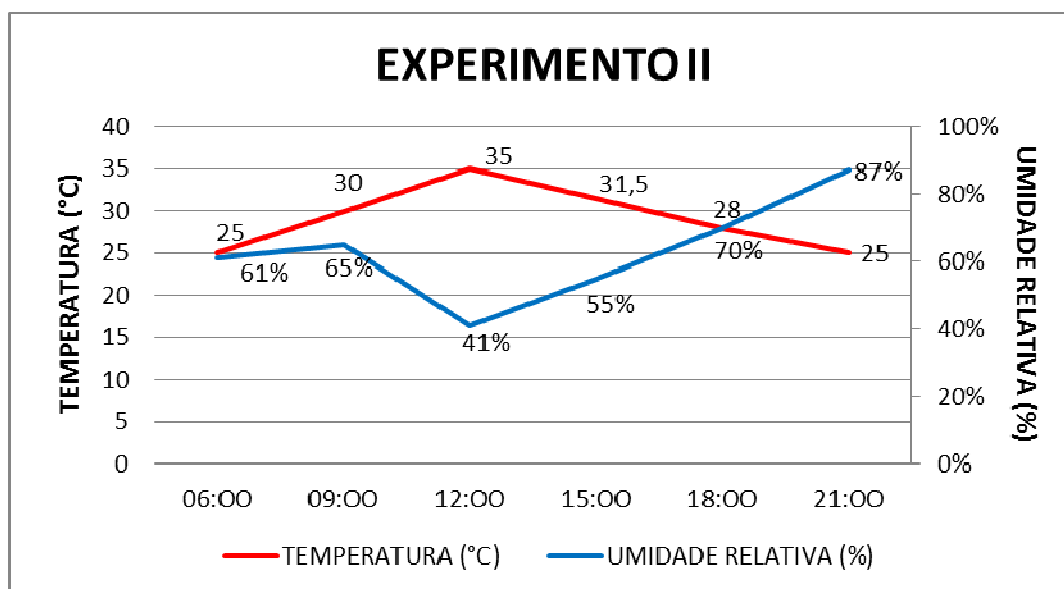


Gráfico 2: Gráfico de Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) do Experimento II

A sensação térmica se comportou de maneira semelhante nos dois experimentos, se mantendo na maior parte do tempo na faixa de precaução. No segundo experimento houve dois

momentos em que se constatou a faixa de “extrema precaução”, quando as temperaturas aparentes foram de 34°C e 35°C.

TEMPERATURA APARENTE NO TERMINAL DO CONJ. CEARÁ		
HORA	EXPERIMENTO I	EXPERIMENTO II
6:00	24°C	25°C
09:00	32°C	34°C
12:00	33°C	35°C
15:00	31°C	32°C
18:00	31°C	31°C
21:00	28°C	24°C

PRECAUÇÃO

EXTREMA PRECAUÇÃO

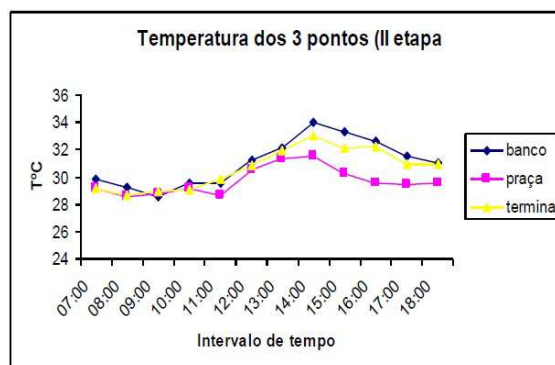
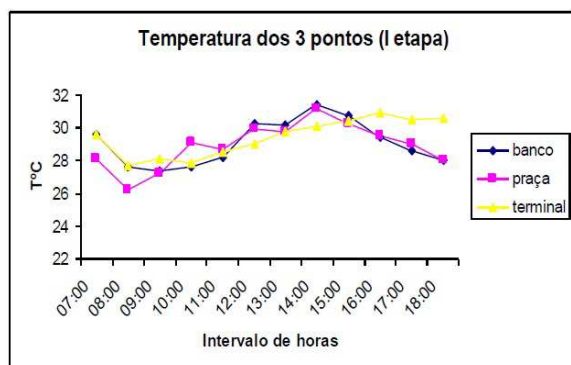
PERIGO

PERIGO EXTREMO

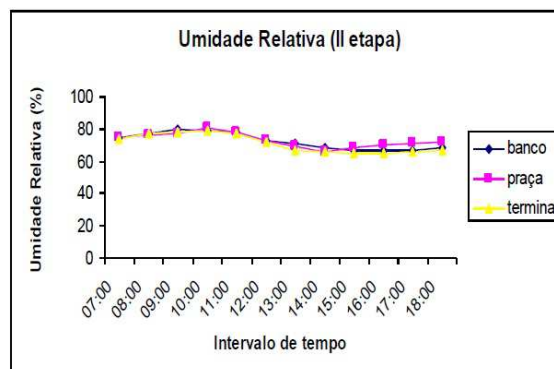
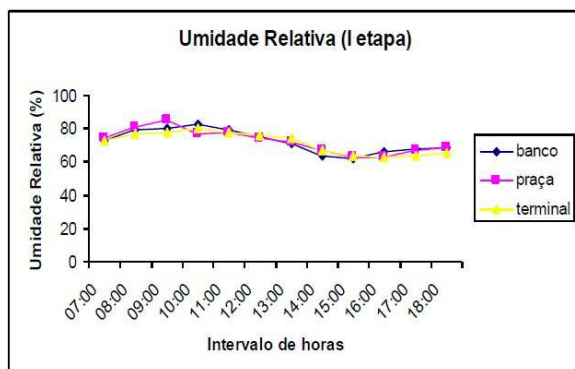
Tabela 3: Tabela de Temperatura Aparente do Terminal do Conj. Ceará, apontado para a faixa de "precaução" em todo o primeiro experimento e em grande parte do segundo.

3.2- Terminal da Parangaba

Os experimentos dessa pesquisa aconteceram nos dias 16/12/2009 (período seco) no dia 30/04/2010 (período chuvoso), com perfis de 12h em três pontos distintos, um deles o do terminal. As temperaturas das medições de abril mostraram-se mais altas do que a do mês de dezembro, mesmo tendo sido feitas no período chuvoso. A umidade relativa não variou muito entre os experimentos, no mês de abril a umidade relativa variou entre 66% e 73%, dificilmente passando de 80%, que é a média do período.



Gráficos 3 e 4: Gráficos mostrando a variação de temperatura em cada ponto nos meses de dezembro e abril, respectivamente. Fonte: Freitas, Zanella, 2010.



Gráficos 5 e 6: Gráficos mostrando a variação da umidade relativa em cada ponto nos meses de dezembro e abril, respectivamente. Fonte: Freitas, Zanella, 2010.

A explicação para os elementos atmosféricos terem se comportado desta forma está na análise dos sistemas atmosféricos. No caso do mês de dezembro, atuou um VCAN (Vórtice Ciclônico de Altos Níveis). Esse sistema atua geralmente entre o fim de dezembro e janeiro, nesse caso, influenciando as temperaturas e umidades. Durante o mês de abril, quando aconteceu o segundo experimento, ocorriam poucas chuvas pela manhã e o restante do dia com altas temperaturas e nebulosidade, contribuindo para uma sensação de desconforto térmico. A ausência das chuvas nesse mês, que tem a característica de ser a época de maior concentração pluviométrica em Fortaleza, foi causada por se tratar de um período de El nino.

A sensação térmica durante o primeiro experimento se deu durante todo o dia na faixa de “precaução”, com exceção das 15h. No segundo experimento as primeiras medições apontaram para a faixa de “precaução”, mas das 11h em diante evidenciou-se a faixa de “extrema precaução”, beirando a faixa de “perigo” nas medições de 13 às 16h, quando a temperatura efetiva foi de 39°C.

TEMPERATURA APARENTE NO TERMINAL DA PARANGABA			
HORA	EXPERIMENTO I	EXPERIMENTO II	
07:00	31°C	31°C	PRECAUÇÃO
08:00	27°C	31°C	PRECAUÇÃO
09:00	31°C	31°C	PRECAUÇÃO
10:00	28°C	32°C	PRECAUÇÃO
11:00	37°C	36°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
12:00	31°C	35°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
13:00	31°C	39°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
14:00	31°C	39°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
15:00	34°C	39°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
16:00	33°C	39°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
17:00	33°C	34°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
18:00	33°C	34°C	EXTREMA PRECAUÇÃO

Tabela 4: Tabela de Temperatura Aparente do Terminal da Parangaba, mostrando uma condição de "perigo" durante boa parte do Experimento II.

3.3- Terminal de Messejana

Foram realizados dois trabalhos de campo com perfis de 11 horas (das 8 às 18h). O primeiro experimento aconteceu no dia 10/12/2012, no período seco do estado. Através da análise de cartas sinóticas e imagens de satélite, observou-se que o principal sistema atuante foi o sistema Tropical Atlântico, que é o principal influenciador dos tipos de tempo no decorrer do ano.

A amplitude térmica foi de 2,5°C, sendo a maior temperatura 32,5°C às 16h e a menor 30°C às 8h. A umidade relativa apresentou uma queda durante o dia, contrastando com o aumento das temperaturas, sendo que o seu nível mais baixo foi 65%, nos horários de 12,13 e 16h.

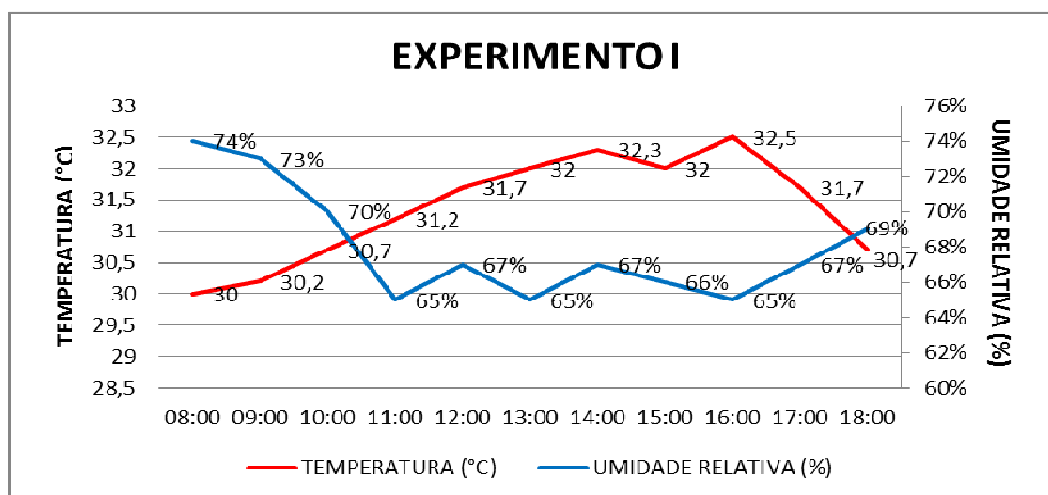


Gráfico 7: Gráfico com a variação de Temperatura e Umidade do Experimento I.

O segundo experimento foi feito no dia 14/04/2011, durante o período chuvoso. Nesse dia a análise das cartas sinóticas e de imagens de satélite mostrou que o sistema atuante foi a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), principal sistema causador de chuvas do estado.

As temperaturas nesse segundo experimento foram menores do que as registradas no anterior, a amplitude térmica nesse registrada nas medições foi de 4,6°C, sendo a maior temperatura 31,5°C, registrado às 15 e 16h, e a menor foi 26,9°C, às 8h. As taxas de umidade relativa foram parecidas com as do primeiro experimento, diminuindo ao longo do dia pelo aumento da temperatura e pelo intenso fluxo de veículos dentro do terminal e voltando a subir um pouco com a diminuição da temperatura nas duas últimas medições.

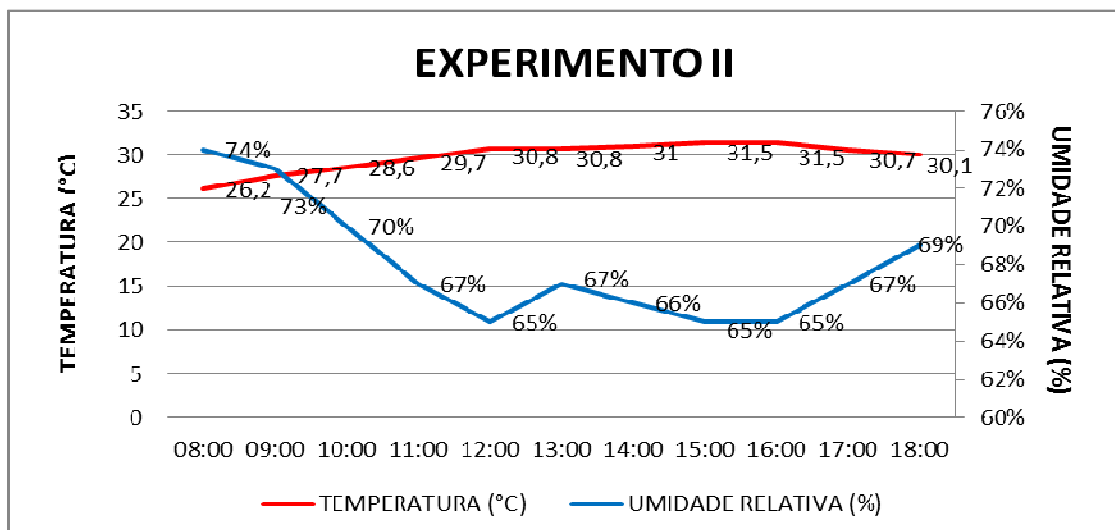


Gráfico 8: Gráfico mostrando a variação de temperatura e umidade relativa ao longo do Experimento II.

O índice de sensação térmica apontou características semelhantes nos dois experimentos, estando na maioria dos casos na faixa de “extrema precaução”, a exceção foram as três primeiras medições do segundo experimento, quando também se registrou a maior temperatura aparente, que foi 39°C, durante as medições de 15 e 16h do experimento II.

TEMPERATURA APARENTE NO TERMINAL DE MESSEJANA			
HORA	EXPERIMENTO I	EXPERIMENTO II	
08:00	34°C	27°C	PRECAUÇÃO
09:00	34°C	31°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
10:00	34°C	31°C	PRECAUÇÃO
11:00	34°C	35°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
12:00	37°C	34°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
13:00	37°C	34°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
14:00	37°C	37°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
15:00	37°C	39°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
16:00	37°C	39°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
17:00	37°C	35°C	EXTREMA PRECAUÇÃO
18:00	34°C	35°C	EXTREMA PRECAUÇÃO

Tabela 5: Tabela de Temperatura Aparente do Terminal de Messejana, mostrando que durante os dois Experimentos evidenciou-se na maioria das vezes a faixa de "precaução extrema".

4- Considerações Finais

Os dados apresentados neste trabalho apontaram que os terminais de ônibus estudados, pelo menos durante os experimentos, não apresentam faixa de “perigo” (temperatura aparente entre 40°C e

54°C), sendo que a maior temperatura registrada foi 39°C, que fica na faixa de “extrema precaução”, que já pode causar efeitos negativos sobre o funcionamento do organismo humano.

Algumas características como o material utilizado na construção dos terminais, o seu alto fluxo de veículos e pessoas e a falta de arborização podem ser apontadas como responsáveis pelas elevadas temperaturas registradas durante os experimentos, e conseqüentemente piores índices de conforto.

O uso da climatologia poderia ser de grande importância para a melhoria da qualidade de vida da população, principalmente em casos como os dos terminais, que são utilizados por grande parte da população, porém, isso não acontece e os aspectos climáticos acabam por não serem na maioria dos casos levados em consideração nos projetos de planejamento urbano.

As ações de planejamento urbano com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população são de responsabilidade governamental, mas existem outras que civis podem fazer, como a ampliação de áreas verdes, manutenção de espaços abertos, de corredores de vento e a implantação de árvores de grande porte (MOURA; ZANELLA; SALES 2010, apud PAIVA, F. 2010).

5- Referências

AYOADE, J. O. **Introdução á Climatologia para os Trópicos**. 4. ed. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases Conceituais em Climatologia Geográfica. **Mercator**. Fortaleza, v. 8, n. 16, p. 255-261. 2009.

FORTALEZA. Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza - Etufor. Prefeitura de Fortaleza. **Anuário de Transportes Públicos de Fortaleza – Edição de 2010**. Fortaleza, 2011.

FORTALEZA. Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza - Etufor. Prefeitura de Fortaleza. **Apresentação da Etufor**. Fortaleza, 2012.

FREITAS JÚNIOR, D. S; ZANELLA, M. E. Análise do Clima Urbano dos Terminais de Fortaleza: O Exemplo do Terminal da Parangaba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, IX., 2010, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: IXSCGB, 2010. 1 CD.

MAGALHÃES, G. B.; ZANELLA, M. E. Comportamento climático da Região Metropolitana de Fortaleza. **Mercator**. Fortaleza, v. 10, n. 23, p.129-145. set./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/694/374>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA F. A. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MOURA, M. O. **Os microclimas urbanos de Fortaleza: ritmos episódios em duas áreas representativas da cidade.** (Relatório de Graduação). Fortaleza: Departamento de Geografia/UFC. 2006. 168 p.

MOURA, M. O. **O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico.** (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: Programa de Pós- Graduação em Geografia/UFC, 2008. 318p.

PAIVA, F. I. **Microclimas Urbanos na Área Central do Bairro da Messejana, Fortaleza/CE.** 2010. Monografia apresentada ao Departamento de Geografia- UFC para obtenção do grau de bacharel em Geografia.

PAIVA, J. P. M. **Análise Microclimática em Conjuntos Habitacionais: O Caso do Conjunto Ceará – Fortaleza/CE.** Dissertação de Mestrado. MAG – Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual do Ceará. 2010.

RIPELLE, C. A; ALVES, R; SOUZA, E. B. de; UBARANA, V.N; ALVES, J. M. B. **Sensação Térmica para Fortaleza- CE.** 1997.