



CLIMA URBANO E CONFORTO TÉRMICO EM FORTALEZA- OS TERMINAIS DE INTEGRAÇÃO

LEANDRO LEITE DA SILVA MACIEL¹
MARIA ELISA ZANELLA²

Resumo: O presente trabalho tem o objetivo de analisar as condições climáticas e de conforto térmico a partir da teoria Sistema Clima Urbano, proposta por Monteiro (1976; 2003) nos terminais de integração do Papicu e do Antônio Bezerra e seus arredores. Para a análise foi utilizado o índice de sensação térmica, desenvolvido para a cidade de Fortaleza por Ripelle *et al.* (1997). Foram realizados dois experimentos considerando o período chuvoso e o seco. Os dados mostraram que a combinação de elevadas temperaturas do ar e taxas de umidade relativa resultam nas piores condições de conforto térmico, enquanto as melhores se deram no período chuvoso quando houve a ocorrência de precipitação.

Palavras-chave: Teoria Clima Urbano; conforto térmico; terminais de integração; índice de sensação térmica.

Abstract

This study aims to analyze the climatic conditions and thermal comfort as from the Urban Climate System theory, proposed by Monteiro (1976, 2003) in the integration terminals of Papicu and Antonio Bezerra and its surroundings. To analyze was used the thermal sensation index, developed for the city of Fortaleza by Ripelle *et al.* (1997). Two experiments were carried considering the rainy and dry season. The data showed that the combination of high air temperatures and relative humidity rates result in the worst conditions for thermal comfort, while the best happened in the rainy season when there has been the occurrence of precipitation.

Key-words: Urban Climate System theory; thermal comfort; integration terminals; thermal sensation index.

1 – Introdução

A cidade se mostra progressivamente como lugar de habitação do homem, possuindo a característica de ser constituída por partes efêmeras que se erguem e se destroem diuturnamente. Ela, enquanto ambiente construído passa por um processo que demanda constantemente a definição da relação sociedade x natureza (SILVA, 1997).

A forma que a cidade adquire ao longo do tempo e do espaço provoca mudanças no meio natural. Alterações no albedo, impermeabilização dos solos, canalização de recursos

1- Acadêmico de graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará; bolsista de iniciação científica CNPq. E-mail de contato: leandro_macie7@yahoo.com.br

2- Prof.^a Dra. em Geografia na Universidade Federal do Ceará. E-mail de contato: elisazv@terra.com



hídricos e desmatamento são exemplos de alterações no padrão de uso e ocupação do solo que a cidade imprime.

No Brasil o processo de urbanização se intensificou no período entre as décadas de 1940 e 1980. Na década de 1940 a população urbana representava 26,35% do total e passou a 68,86% em 1980 (SANTOS, 2008). Atualmente, a porcentagem da população brasileira vivendo em áreas urbanas é de 84,4% (IBGE, 2011).

Fortaleza passa por um processo acentuado de urbanização a partir da década de 1950, apresentando um incremento populacional de 49,9% nessa década e com a população passando de 800 mil habitantes em 1970 para 2,1 milhão no ano de 2000 (SOUZA, 2006). Atualmente Fortaleza apresenta uma população estimada em 2.551.806 habitantes (IBGE, 2011).

Com o desenvolvimento do processo de urbanização, a cidade assume um papel de protagonista e os estudos feitos pela ciência geográfica passam a privilegiá-la. Monteiro lança em 1975 a Teoria Sistema Clima Urbano (S.C.U.), o estudo do clima urbano, vem como uma defesa ao caráter antropocêntrico da Geografia (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003).

O crescimento das cidades acompanha a demanda por serviços, dentre eles o setor de transportes públicos, primordial para a locomoção da grande massa de trabalhadores, estudantes, e demais usuários desse serviço.

O transporte realizado por ônibus em Fortaleza é alcunhado de Sistema Integrado de Transportes (SITFOR). O Sistema entrou em operação em 1992 objetivando proporcionar o deslocamento através da integração tarifária e física em terminais de integração. A cidade conta atualmente com 9 Terminais de Integração, sendo sete fechados e dois abertos, por onde circulam mais de 1 milhão de passageiros diariamente (ETUFOR, 2012).

O presente trabalho tem o intuito de realizar uma análise do clima urbano nos terminais do Papicu e do Antônio Bezerra e seus arredores à luz do subsistema termodinâmico proposto por Monteiro (1976; 2003).

Estudos visando a investigação das condições climáticas e do conforto térmico em terminais de ônibus na cidade de Fortaleza não são inéditos, já tendo sido realizados nos terminais do Conjunto Ceará (PAIVA, 2010), da Parangaba (FREITAS; ZANELLA, 2010) e no de Messejana (PAIVA, 2011).

Sobre o sítio urbano de Fortaleza (ver figura 1), ele está localizado na faixa central da zona litorânea do Ceará, nas coordenadas geográficas 3°45'47" S e 38°37'35" W. As chuvas se concentram durante a quadra chuvosa, que acontece de fevereiro a maio, quando a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) está atuando na região (ZANELLA, 2006). As



temperaturas são elevadas e sua proximidade ao Oceano Atlântico e posição latitudinal contribuem para a baixa amplitude térmica. A Massa Equatorial Atlântica atua na região causando estabilidade do tempo, principalmente no segundo semestre do ano.

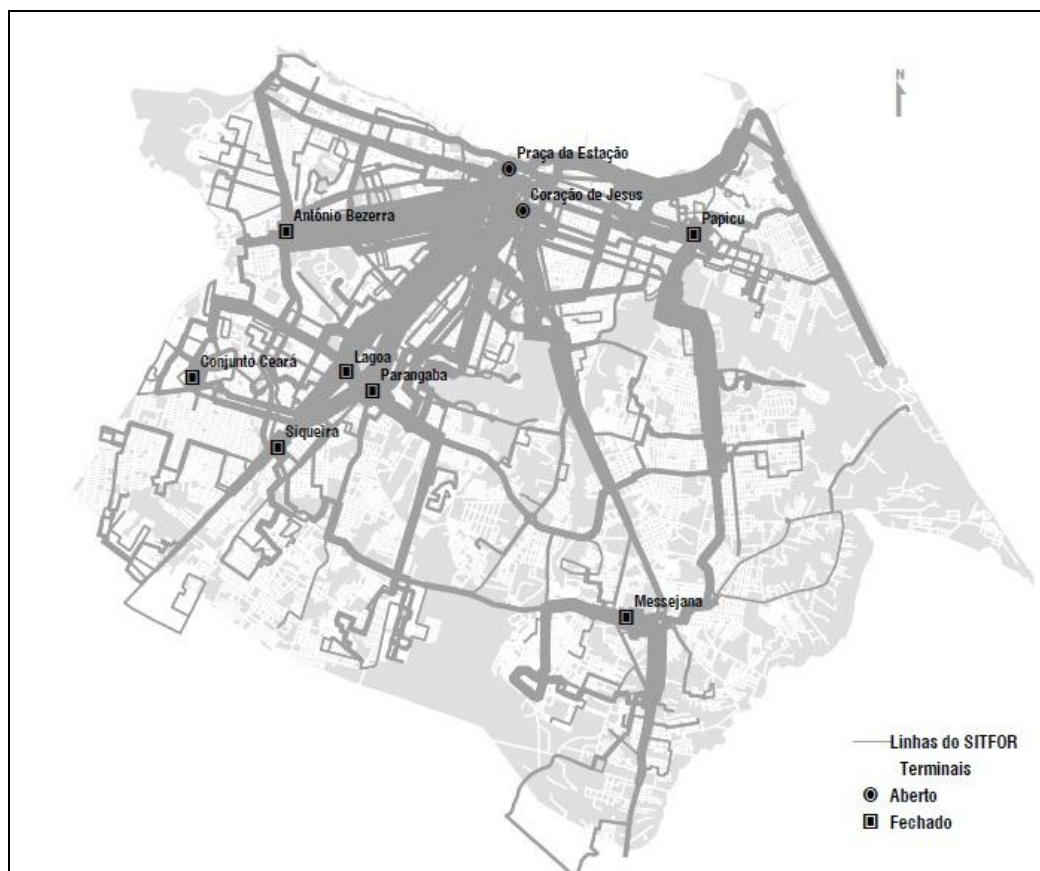


Figura 01- O sítio urbano de Fortaleza, com destaque aos terminais de integração da cidade. Fonte: Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza- ETUFOR (2011).

2- Metodologia

A base teórica deste trabalho é o S.C.U. proposto por Monteiro (1976; 2003). O clima urbano é um sistema aberto, singular, dinâmico e evolutivo, que leva em conta as características climáticas de uma determinada porção da superfície terrestre e sua urbanização. O S.C.U. está intimamente ligado a percepção humana, podendo ser analisado através de três canais de percepção ou subsistemas: canal I- conforto térmico- subsistema termodinâmico; canal II- qualidade do ar- subsistema físico-químico; e canal III- impacto meteórico- subsistema hidrometeórico.

O índice de conforto utilizado foi o índice de sensação térmica (RIPELLE *et al.*, 1997). A sensação térmica é uma forma de expressar o (des)conforto térmico sentido pelo homem através da temperatura aparente, obtida pela aproximação polinomial entre temperatura do ar e umidade relativa. A temperatura aparente pode ser classificada em



quatro faixas de conforto, a de precaução (entre 26°C e 34°C), extrema precaução (de 34°C a 40°C), perigo (de 40°C a 54°C) e extremo perigo (acima de 54°C).

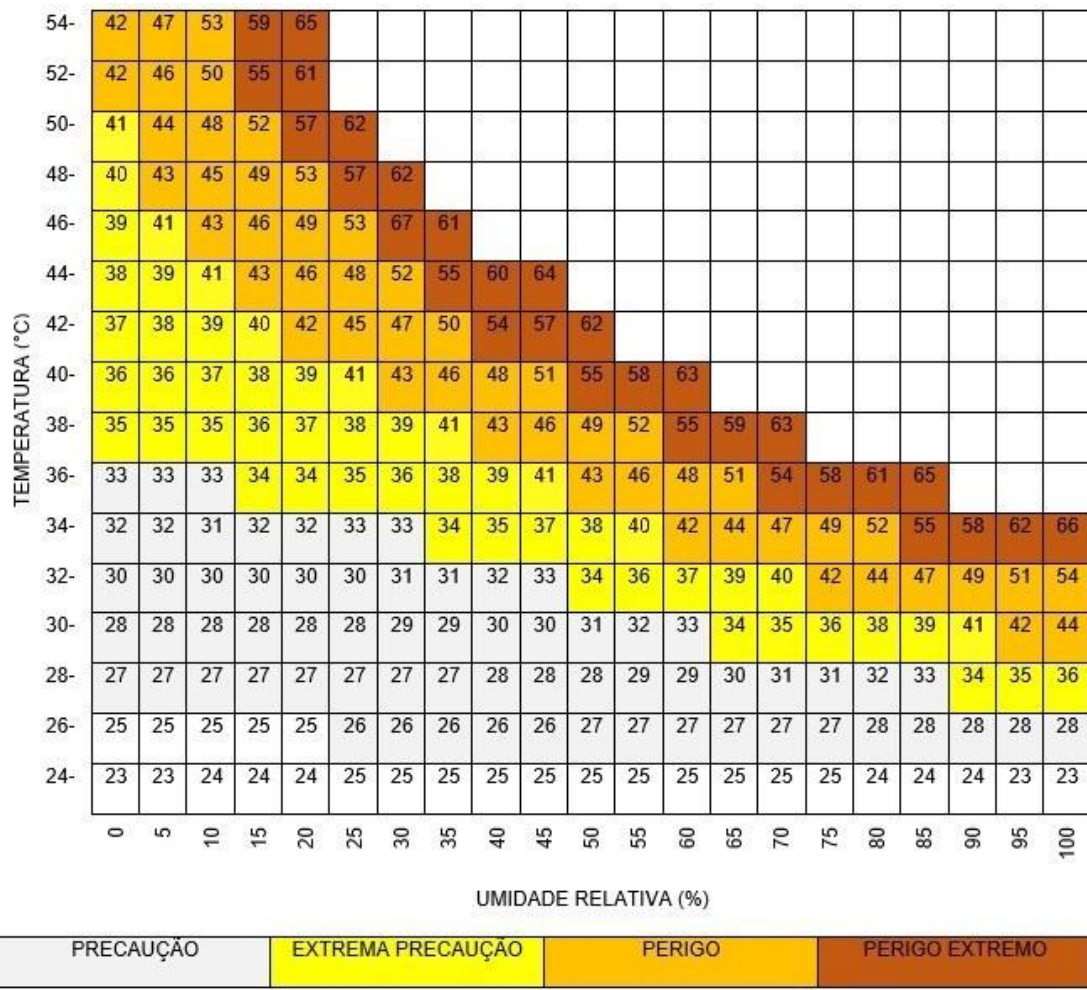


Figura 02: Temperatura aparente e faixas de conforto. Adaptado de: Ripelle *et al* (1997).

Sobre os procedimentos metodológicos adotados para confecção deste trabalho, inicialmente se fez um levantamento sobre a área e a temática abordadas. O segundo passo foi a realização dos experimentos. Optou-se por se realizar dois para cada terminal pesquisado, um durante o período chuvoso (de fevereiro a maio) e outro durante o período seco, com medições nos horários de 6, 9, 15 e 18 horas (no caso do Terminal do Papicu as medições foram até as 21h), em pontos de coleta dentro e fora dos terminais. Posteriormente foi feito o armazenamento dos dados, aplicação do índice de conforto, produção de gráficos e análise dos resultados.



3- Resultados e discussões

Os resultados obtidos dos experimentos nos terminais do Papicu e do Antônio Bezerra e suas imediações, serão aqui discutidos:

3.1- Terminal do Papicu

Para a realização do trabalho no Papicu foram selecionados três pontos, um dentro do terminal e outros dois fora, no espaço circundante. O primeiro experimento ocorreu em 20 de outubro de 2012 e o segundo em 14 de março de 2013.

O ponto 1 é localizado no terminal do Papicu, inaugurado em 23 de janeiro de 1993. Ele tem uma demanda diária de 268.932 passageiros e 3.631 viagens programadas por dia. Está localizado nas coordenadas são 0557148 S e 9586788 E. O terminal tem como principal material constituinte o concreto e é pavimentado por vias de paralelepípedo. O Ponto 2 está situado na Av. Engenheiro Santana Júnior, com as coordenadas 0557373 S e 9586876 E. apresenta como principais elementos na paisagem o concreto e o asfalto, mas também exibe um pouco de cobertura vegetal, presente em um terreno que fica próximo ao ponto e também de árvores de pequeno porte localizadas no local das medições. Trata-se de um local com grande fluxo de veículos. O ponto 3 está localizado sob o viaduto Santos Dumont, com coordenadas 0557180 S e 9686555 E. Os materiais constituintes predominantes desse ponto são o concreto e o asfalto e possui um fluxo intenso de veículos durante o dia.

Na primeira medição a temperatura mais alta foi alcançada às 12h, no ponto 3, quando a temperatura do ar foi 30°C. A mais baixa foi registrada no ponto 2, às 6h, com 25,8°C (ver figura 03).

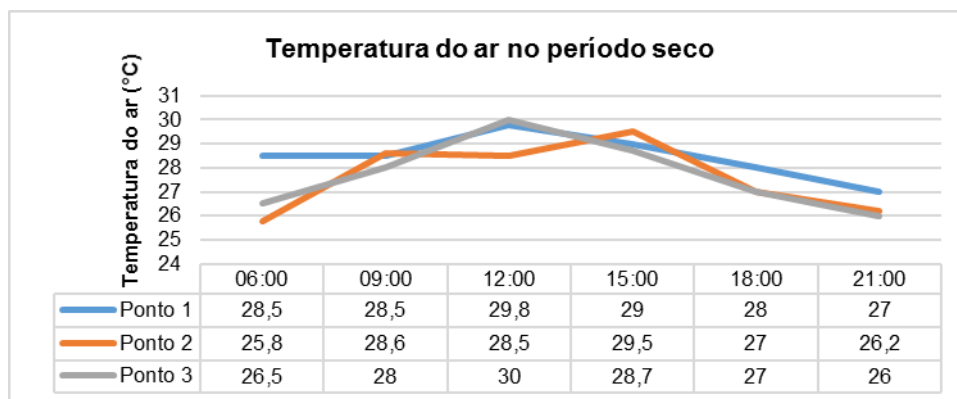


Figura 03- Temperatura do ar no primeiro experimento. A temperatura mais alta registrada às 12h, no ponto 3.

A umidade relativa no primeiro experimento apresentou uma tendência a queda até as 12h (exceto no ponto 2), voltando a subir nas medições seguintes. A umidade relativa



mais alta registrada foi 80% às 6h, no ponto 3, e a menor foi 54%, às 12h no ponto 1 (observar na figura 04).

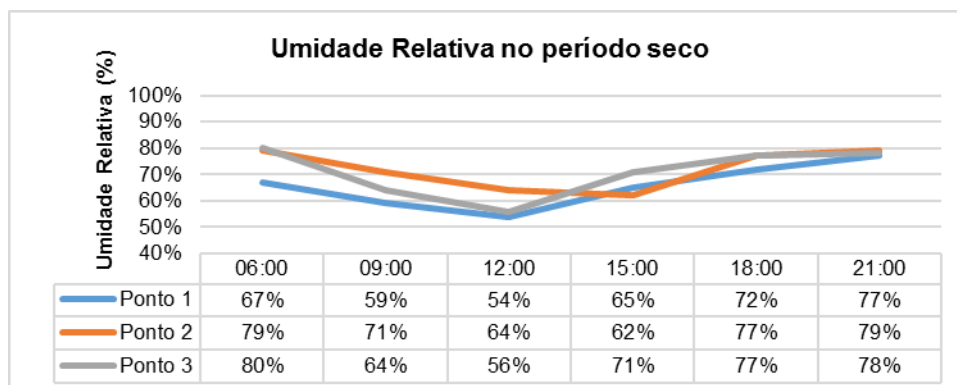


Figura 04- Figura mostrando a umidade relativa registrada no primeiro experimento.

Quanto à sensação térmica, ela se manteve a maior parte do tempo na faixa de precaução, com temperaturas aparentes abaixo de 34°C, o único momento que a temperatura aparente foi 34°C, estando na faixa de extrema precaução foi às 15h, no ponto 1 (ver figura 05).

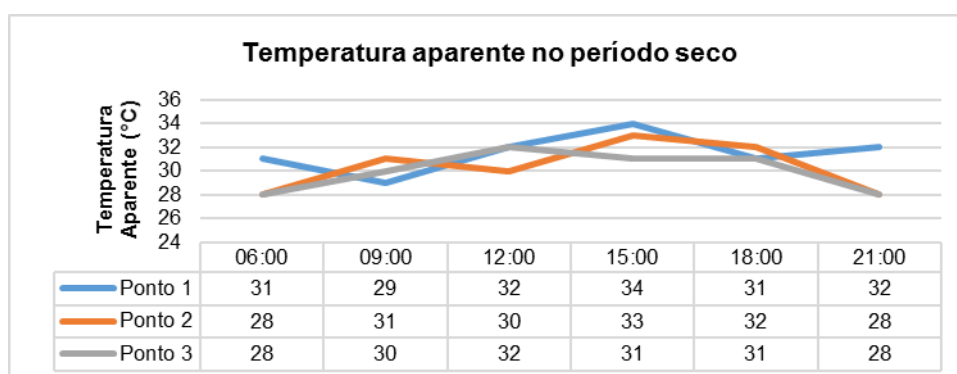


Figura 05- Temperatura aparente no experimento realizado durante o período seco.

No segundo experimento, realizado no período chuvoso, foram registradas temperaturas mais elevadas que no experimento anterior. A temperatura mais alta foi de 32°C, no ponto 1, a menor 28°C, nos pontos 2 e 3, nos horários das 18 e 21h (ver figura 06).

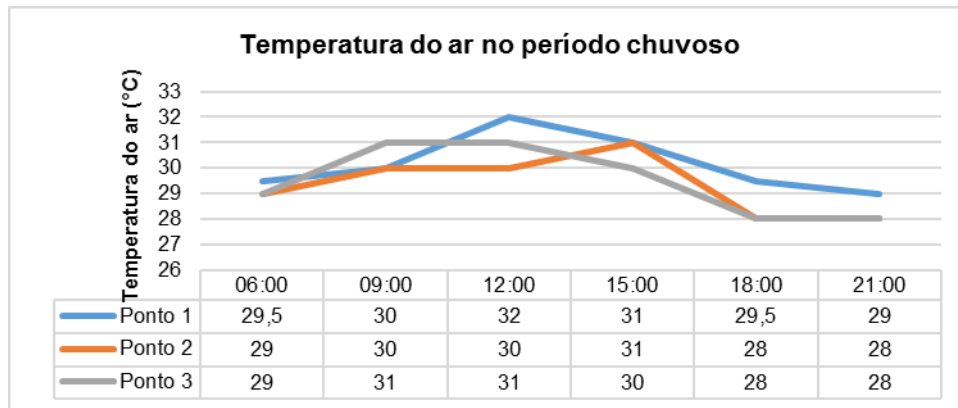


Figura 06- Temperatura do ar no experimento realizado no período chuvoso. Maior temperatura foi 32°C, às 12h, no ponto 1.

A umidade relativa no segundo experimento foi mais elevada que no primeiro experimento, assim como aconteceu com a temperatura do ar. A menor registrada foi 67%, às 12h, no ponto 2, enquanto que a maior foi 81%, que aconteceu em alguns momentos ao longo das medições, conforme indicado na figura 07.

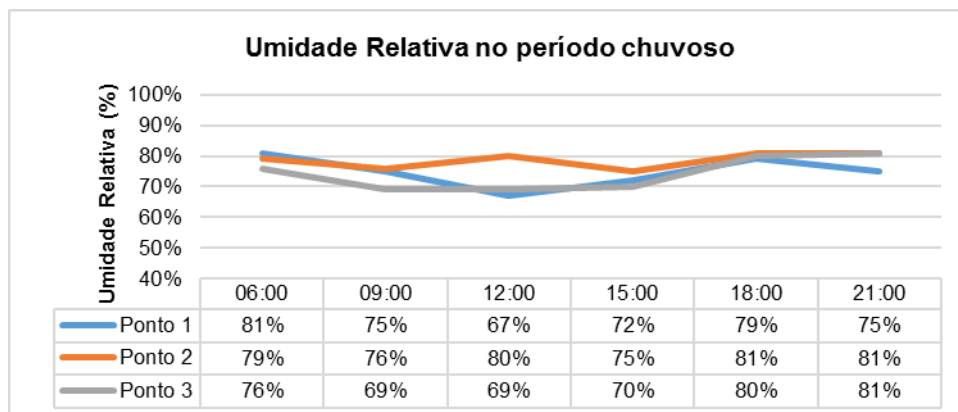


Figura 07- Umidade relativa no segundo experimento.

Os maiores valores de temperatura aparente foram registrados nesse momento, a combinação das altas temperaturas do ar e taxas de umidade relativa foram responsáveis por isso. O único momento em que a temperatura aparente se apresentou na faixa de precaução foram às 18 e 21h, no ponto 3, quando a temperatura aparente foi 32°C. Às 15h, no ponto 2 a temperatura aparente chegou a 42°C, o que corresponde a faixa de perigo (observar na figura 08). No restante do tempo a temperatura aparente esteve na faixa de extrema precaução, tanto essa faixa quanto a de perigo representam perigos à saúde humana, podendo causar câimbras e exaustão, por exemplo.

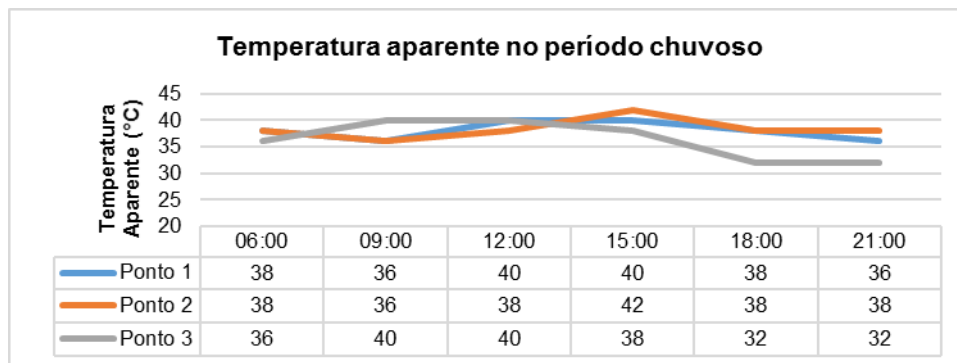


Figura 08 - Temperatura aparente no período chuvoso. A maior registrada foi 42°C, às 15h, no ponto 2.

3.2- Terminal Antônio Bezerra

Para a realização da pesquisa no Terminal de Antônio Bezerra, também foram selecionados 3 pontos de coletas de dados, sendo um dentro do terminal e dois nas imediações. A primeira medição ocorreu no dia 19 de dezembro de 2013 e a segunda no dia 15 de maio de 2014. Durante o segundo experimento é importante destacar o papel da ZCIT atuando na região, provocando chuvas, sendo que as medições de 15 e 18h foram sob precipitação, que aconteceu em outros momentos do dia também, o que fez com que a temperatura do ar e conseqüentemente a aparente fossem menores do que em outros experimentos.

O ponto 1 corresponde ao terminal do Antônio Bezerra, localizado nas coordenadas 0546222 S e 9586812 E. Foi inaugurado em 01 de julho de 1992, tem uma demanda diária de 200.105 passageiros e 3.227 viagens programadas todos os dias. Acaba de passar por uma reforma, estando ainda em fase de ampliação. O primeiro experimento foi realizado no antigo terminal e o segundo já naquele cujas reformas foram realizadas. Não houve alterações relevantes quanto ao tipo de material que o constitui, basicamente concreto e armações de metal no teto. Do ponto de vista do conforto térmico apresenta piores condições se comparado ao anterior, durante a manhã o sol incide diretamente sobre uma plataforma e a tarde ele se volta para a outra, tornando a sensação térmica desagradável, tanto que os passageiros acabam formando as filas próximo de onde elas deveriam realmente ser, já que locais corretos não ficam sob a sombra. O ponto 2 está localizado nas coordenadas 0546050 S e 9588739 E, sob o viaduto da Av. Mister Hull. O material presente no ponto é formado de concreto e asfalto. É uma área com intenso fluxo de veículos e pessoas ao longo do dia, com um pequeno comércio informal instalado. O ponto 3 está localizado nas coordenadas 0545773 S e 9586788 E, na Rua Anário Braga. É o que possui



uma maior arborização, é também o que apresenta o menor fluxo de veículos e pessoas. Em imediações suas encontram-se residências, um posto policial e uma escola.

A temperatura do ar nesse experimento alcançou suas temperaturas mais elevadas às 12h, sendo a maior 33°C no ponto 2. A menor temperatura registrada foi 27,5°C, às 6 e às 21h, no ponto 3 (ver figura 09).

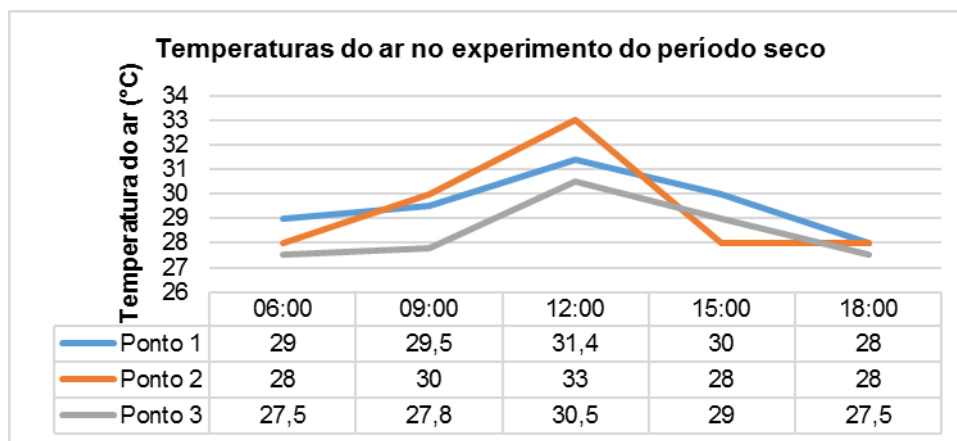


Figura 09- Temperatura do ar no período seco. Maior temperatura foi 33°C, às 12h.

A maior umidade relativa no experimento realizado no período seco foi 77%, às 18h, nos pontos 1 e 3. Já a menor registrada foi 56%, às 12h, no ponto 2, conforme indica a figura 10.

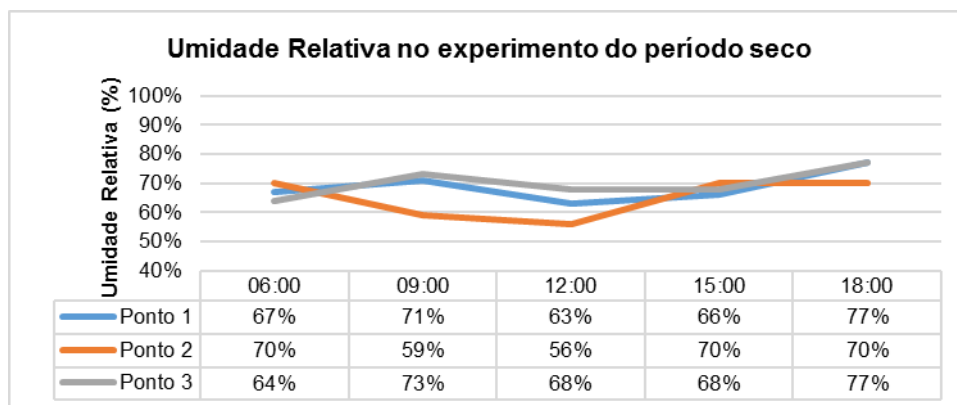


Figura 10- Umidade relativa no período seco.

O ponto 1 foi o que apresentou as piores condições de conforto térmico por mais tempo, estando na faixa de precaução apenas às 18h, no restante do tempo esteve presente a faixa de extrema precaução. O ponto 2 só apresentou a faixa de extrema precaução às 12h, quando a temperatura aparente foi 40°C, enquanto que o ponto 3 teve a faixa de extrema precaução às 12 e 15h, com a temperatura aparente de 35°C em ambos momentos (ver figura 11).

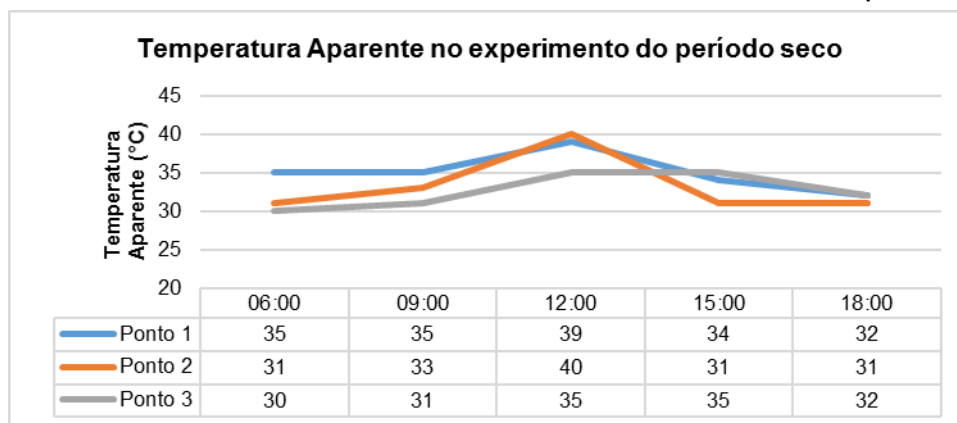


Figura 11- Temperatura aparente no período seco. Ponto 1 foi o que mais apresentou condições de extrema precaução.

A temperatura no segundo experimento foi menor que no experimento anterior, isso aconteceu em virtude da ação da ZCIT, mantendo o céu nublado e provocando chuvas ao longo do dia, garantindo também valores aproximados de temperatura entre os pontos. A menor temperatura registrada foi 25°C, nos três pontos, às 18h. A maior foi 28,5°C, no ponto 1, às 9h, conforme apresenta a figura 12.

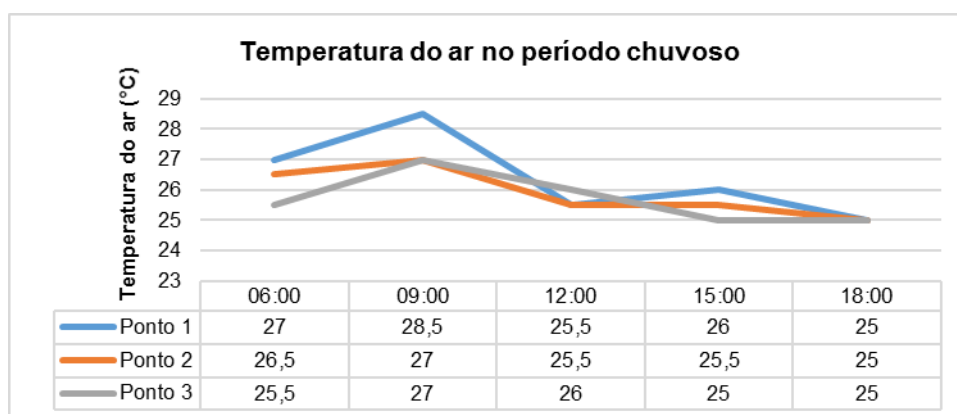


Figura 12- Temperatura no período chuvoso. Temperatura mais elevada foi 28,5°C, às 9h, no ponto 1, localizado dentro do terminal de Ant. Bezerra.

A umidade relativa chegou a 100% às 15h no ponto 3 e às 18h, nos três pontos. Ocorreu chuva nas medições de 12, 15 e 18h. O momento em que umidade relativa esteve mais baixa foi às 9h, quando ela chegou a 70% no ponto 1 e 77% nos pontos 2 e 3 (observar figura 13).

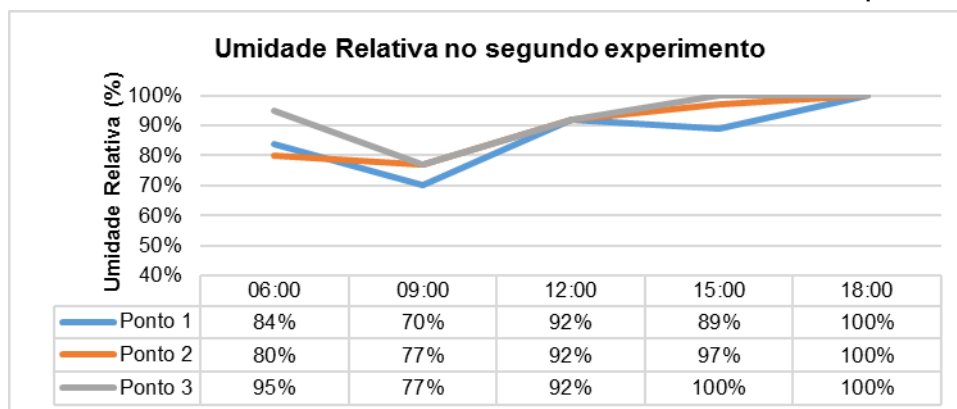


Figura 13- Variação da umidade relativa no experimento do período chuvoso.

Quanto à sensação térmica, ela esteve sempre na faixa de precaução durante esse segundo experimento realizado durante o período chuvoso. A maior temperatura aparente registrada foi 33°C, às 6h, no ponto 1. A menor foi 28°C, que esteve presente em às 6h, nos pontos 2 e 3, e em todas as medições a partir das 12h. Os pontos 2 e 3 apresentaram sempre os mesmos valores de temperatura aparente, como pode ser observado na figura 14.

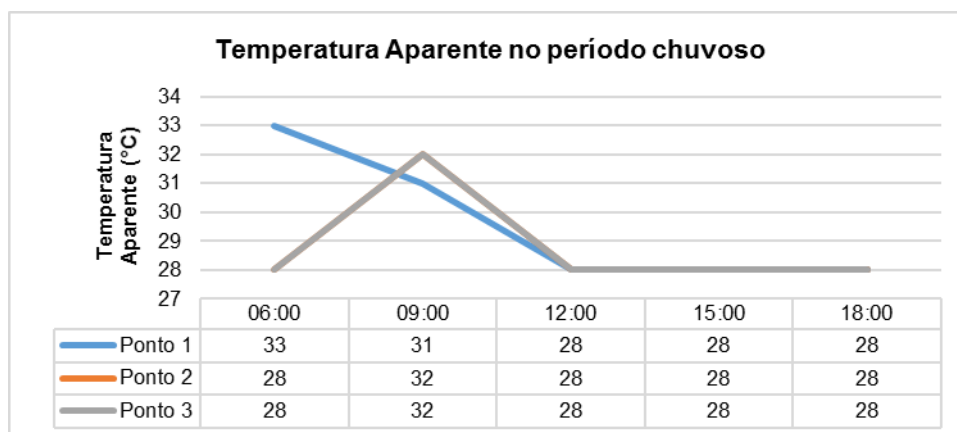


Figura 14- Temperatura aparente no período chuvoso. A máxima foi 33°C, estando sempre na faixa de precaução. A temperatura aparente nos pontos 2 e 3 foram iguais, por isso não é possível ver o ponto 2 no gráfico.

4- Conclusões

O estudo do clima urbano nos terminais de ônibus do Papicu e do Ant. Bezerra mostrou a existência de diferenças no conforto térmico em Fortaleza entre os períodos seco e chuvoso, neste último, inclusive, há diferenças significativas quando acontece precipitação. As piores condições de sensação térmica ocorreram no segundo experimento do terminal do Papicu, realizado durante o período chuvoso, porém sem chuva.

A combinação de altas temperaturas do ar e taxas de umidade relativa elevada representou a ocorrência da faixa de extrema precaução e, inclusive, da faixa de perigo, que



já podem representar ameaças ao funcionamento do organismo humano, como náuseas e exaustão.

As melhores condições de conforto aconteceram no segundo experimento do terminal do Antônio Bezerra, graças à atuação da ZCIT, provocando precipitação.

O caso da reforma e ampliação do terminal do Antônio Bezerra, denota a desconsideração da questão do conforto térmico na elaboração de projetos e reformas em ambientes públicos por parte do Estado, o que se torna mais grave se tratando de locais com um imenso fluxo de pessoas diariamente.

Um passo foi dado para a amenização da questão do conforto térmico em Fortaleza, notícia do jornal *Tribuna do Ceará*, em 07 de abril de 2014, publicou que está em tramite um projeto de lei que obriga condomínios edificadas a possuírem pelo menos 40% de seus telhados ocupados por vegetação. Dentre as vantagens do telhado verde estão a diminuição da temperatura, diminuição da poluição ambiental, o aumento da umidade do ar nas áreas próximas ao local do telhado, a beleza do paisagismo e a redução do estresse humano com a presença do verde, como fator psicológico.

5- REFERÊNCIAS

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.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010: Características da População e dos Domicílios**. Rio de Janeiro, 2011.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1976. 181 p. (Série Teses e Monografias nº 25).

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

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.



SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5. ed., 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SILVA, José Borzacchiello da. Discutindo a cidade e o urbano. In: SILVA, José Borzacchiello da; COSTA, Maria Clélia Lustosa da; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia (org.). **A cidade e o urbano**. Fortaleza: EUFC, 1997.

SOUZA, M. S. SEGREGAÇÃO SOCIOESPACIAL EM FORTALEA. In: SILVA, J. B; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES; A. J. A. (orgs.). **Litoral e Sertão**, natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Geográfica, 2006.

TRIBUNA DO CEARÁ. Imóveis de Fortaleza com mais de 3 andares deverão ter telhado ecológico. **TRIBUNA DO CEARÁ**. 7 abri. 2014. Disponível em:<<http://tribunadoceara.uol.com.br/noticias/fortaleza/lei-capitao-wagner/>>. Acesso em: 7 abr. 2014.

ZANELLA, M. E. EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS EM AMBIENTE URBANO: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, J. B; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES; A. J. A. (orgs.). **Litoral e Sertão**, natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Geográfica, 2006.