

MICROCLIMAS E AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NO BAIRRO DO CENTRO EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA.

Natieli Tenório da Silva
UFPB
natielitenorio@hotmail.com

Diego Cezar da Silva Monteiro
UFPB
diegomonteirogeo@hotmail.com

José Fernandes de Souza Filho
UFPB
fernandes-88@hotmail.com

Marcelo de Oliveira Moura
UFPB
marcelo.o.moura@hotmail.com

O CLIMA DAS CIDADES.

Resumo

A pesquisa avaliou o conforto térmico da população quanto à percepção, estimativa, preferência e tolerância térmica em dois pontos de natureza urbana e geocológica distintas no bairro do Centro em João Pessoa/PB (Parque Sólon de Lucena/Lagoa e Terminal de Integração de Transporte Coletivo do Varadouro). Foram realizadas duas campanhas de campo em episódios representativos da sazonalidade climática da região em perfis de 12 horas, numa dimensão linear com leituras horárias e simultâneas da temperatura e umidade do ar, e de modo concomitante a estas leituras aplicações de questionários foram realizadas com a população local. O trabalho identificou que todas as anomalias térmicas positivas foram presentes no ponto do Terminal com intensidade de até 3,0°C e, por conseguinte foi nesse mesmo ponto que se obteve os menores valores de saturação do ar. Tais condições contribuíram, provavelmente, para um maior número de votos a situação de desconforto térmico nesta área do bairro, isto é, a população da Lagoa indicou situações de neutralidade térmica superior à população do Terminal, sobretudo para o episódio do outono.

Palavras-chave: Microclimas, Conforto Térmico, João Pessoa.

Abstract

The research evaluated the thermal comfort of the population regarding the perception, estimation, preference and thermal tolerance in two points to urban and geological distinct neighborhood in the center in João Pessoa / PB (Solon de Lucena Park / Pond and Terminal Integration of Public Transport Varadouro). There were two field campaigns in representative episodes of climatic seasonality profiles in the region of 12 hours, with a linear dimension and concurrent hourly readings of temperature and humidity, and concomitantly to these readings applications questionnaires were conducted with the population site. The study has identified all positive thermal anomalies were present at the terminal point with an intensity of up to 3.0 ° C and thus was at this same point which was obtained the lowest values of air saturation. Such conditions contributed probably to a greater number of votes the situation of thermal discomfort in this area of the neighborhood, this the population of the pond indicated situations of thermal neutrality more than the population of the terminal, especially for the episode autumn.

Keywords: Microclimates, Thermal Comfort, João Pessoa.

Introdução

A cidade de João Pessoa, localizada no litoral central do Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil, apresenta uma série de problemas de ordem socioambiental, condição que compromete a qualidade de vida urbana dos seus habitantes. A subtração das áreas verdes associada ao crescimento da massa edificada são processos cada vez mais presentes na cidade e isso se configura como um dos fatores responsáveis pelas alterações climáticas locais que, por conseguinte gera situações de desconforto térmico à população, conforme demonstrou Santos (2011) numa pesquisa sobre detecção de ilhas térmicas urbanas e zonas de desconforto térmico nos setores intra-urbanos da cidade.

Valores elevados de desconforto térmico positivo geram condições de estresse ao calor, o que influencia no bem estar e no agravamento do estado de saúde das populações que circulam a pé e de trabalhadores, como vendedores ambulantes, entregadores e operários da construção civil ou daqueles que utilizam diariamente equipamentos urbanos como praças e passeios, pontos de ônibus e terminais abertos de transporte coletivo (MOURA, ZANELLA & SALES, 2010).

O clima alterado pela cidade pode afetar diretamente a saúde e o bem estar da população, sendo possível, distinguir, nesta influência, inúmeras variáveis, dentre as quais o complexo térmico, que é formado pela temperatura e umidade do ar, temperatura radiativa e velocidade dos ventos (ANDRADE, 2005). Estes atributos climáticos estão diretamente ligados ao conforto térmico e, portanto, à qualidade de vida da população urbana.

O trabalho constitui-se em verificar o comportamento microclimático e avaliar as condições de conforto térmico da população e quanto à percepção, estimativa, preferência tolerância térmica em dois espaços públicos de grande fluxo de pedestres que se diferenciam em seus aspectos geoecológicos e de natureza urbana no bairro do Centro de João Pessoa (Parque Sólon de Lucena/Lagoa e o Terminal de Integração de Transporte Coletivo do Varadouro).

O bairro do centro se localiza na zona norte da cidade, principal setor comercial de João Pessoa. O bairro também possui função urbana residencial e de lazer, além disso, é a principal área de convergência dos transportes públicos da cidade. Os pontos de coleta da pesquisa foram instalados em duas áreas públicas de maior circulação da população no bairro. O primeiro ponto foi instalado nas margens da lagoa do Parque Sólon de Lucena em seu setor noroeste a 40 metros do recurso hídrico, numa área plana, aberta e de moderada arborização e com grande fluxo de pedestres. Já o segundo ponto fixou-se na plataforma de saída do principal terminal de transporte coletivo da cidade, numa área plana de pavimentação asfáltica, sem arborização e de intenso fluxo de pedestres e veículos.

Conforto Térmico: aspectos conceituais e metodológicos.

Conforto térmico é uma sensação subjetiva, sendo assim é definida como um estado de espírito que reflete satisfação com as condições térmicas do ambiente no qual a pessoa se encontra. Essa definição é uma das mais aceitas pelos estudiosos do tema e foi proposta pela *American Society*

of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers- ASHRAE com base nos trabalhos desenvolvidos por Houghten & Yaglou no ano de 1923 e Vernon & Warner em 1932 (RUAS, 1999).

Neutralidade térmica é outro conceito chave no estudo do conforto térmico e complementa a definição supracitada. O conceito foi proposto pelo pesquisador dinamarquês Fanger na década de 1970 e utilizada por normatizações internacionais (ISO 7730/1994 e sua versão atual ISO 7730/2005) como método de determinação da sensação térmica, grau de desconforto das pessoas e para obtenção das condições térmicas aceitáveis para o conforto. Neutralidade térmica é, portanto “a condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente a seu redor” (BRASIL, 1995; RUAS, 1999).

Segundo Xavier (1999) o conforto térmico pode ser analisado tanto do ponto de vista pessoal (método subjetivo) como ambiental. Na perspectiva ambiental os estudos de conforto propõem o estabelecimento de um estado térmico para determinado ambiente, com relação às suas variáveis físicas (temperatura e umidade do ar, temperatura radiante e velocidade do vento). Já o método subjetivo considera primordialmente escalas de avaliação por meio do voto de satisfação térmica da população.

A escala de avaliação térmica adotada no presente trabalho considera de modo parcial a proposta de Fanger (1970) para avaliação da percepção térmica da população sendo, portanto um índice subjetivo. Nesta escala se considera os parâmetros individuais como o estado de saúde, taxa de metabolismo em função do tipo de atividade da pessoa (M) e resistência térmica da vestimenta (I_{cl}), além de parâmetros de natureza psicológica (sensação e percepção) e física do ambiente como as condições higrotérmicas.

A perspectiva metodológica empregada no trabalho também considera as ideias de Monteiro (1990), Coutinho (2005), Monteiro & Alucci (2007), Moura (2008), Pezzuto (2010) e Moura & Sales (2011) no tocante as técnicas de observação dos microclimas urbanos e na avaliação do conforto térmico da população em áreas externas. Quanto aos procedimentos operacionais a pesquisa realizou dois experimentos de campo em episódios representativos da sazonalidade climática da região: primavera (Experimento I, 23/10/2010) e outono (Experimento II, 18/05/2010).

Foram mensuradas três variáveis com leituras horárias e simultâneas em perfis de 12 horas nos pontos de coleta. São elas: temperatura e umidade relativa do ar, nebulosidade, além da aplicação de questionários com a população para avaliação do conforto térmico. Com intuito de identificar os sistemas produtores dos diferentes tipos de tempo nos dias dos episódios foi obtido cartas de pressão ao nível do mar do DHN do Ministério da Marinha do Brasil no horário 12 e 00 GMT (9 e 21 horas local) e imagens do satélite meteorológico de órbita geoestacionária GOES, no canal infravermelho fornecidas pelo CPTEC/INPE.

Quanto à avaliação do conforto térmico essa ocorreu por meio de aplicação de questionários com a população local de modo concomitante a coleta das variáveis climáticas. A cada hora eram

aplicados dois questionários com os transeuntes no ponto de coleta. Essa estratégia garantiu que as entrevistas fossem realizadas em um curto intervalo de tempo, em média 10 minutos, o que possibilitou uma maior precisão na relação da percepção térmica da população com as variáveis climáticas. Foram aplicados 104 questionários, 52 em cada experimento, os quais foram avaliados na seguinte escala: período manhã (7 às 13 horas) e tarde (14 às 19 horas).

O modelo de questionário utilizado na avaliação da percepção seguiu parte das recomendações das normas internacionais para os estudos do conforto térmico (ISO 10551/1995, ISO 9920/1995 e 9920/2007, ISO 7730/1994 e 7730/2005)¹, na qual só foi possível o acesso através dos trabalhos de Ruas (1999), Xavier (1999), Coutinho (2005), Pezzuto (2007), Lamberts, Xavier & Goulart (2008) e Beatiz et al (2009). As normalizações estabelecem parâmetros para avaliação térmica do ambiente por meio de escalas de julgamento subjetivo, proposta essa fundamentada no trabalho de Fanger (1970).

A pesquisa adotou as escalas de avaliação subjetiva e os parâmetros individuais na análise do conforto térmico, já para os parâmetros físicos do ambiente não foi possível atender as rígidas especificações e métodos das normas internacionais, isso por conta do reduzido número de aparelhagem. O modelo do questionário foi estruturado em quatro blocos de perguntas:

- Bloco I- apresenta questões de natureza operacional da entrevista (número do questionário; ponto de coleta; tempo de início e término da entrevista, nome da linha de ônibus e localização do entrevistado na fila; para o ponto do Terminal) e dados pessoais (peso, altura, idade, sexo, estado de saúde e frequência de uso do espaço público);
- Bloco II- referente ao tipo de vestimenta do usuário;
- Bloco III- questões relativas à escala de avaliação subjetiva. Quatro questões foram aplicadas:
 - 1) No âmbito da **Percepção Térmica** (“No momento você acha que está com?”) as opções de respostas foram baseadas na escala desenvolvida por Fanger (1970) e adotada como critério de avaliação pela ISO 7730/2005 (RUAS, 1999; COUTINHO, 2005), a qual atribui uma escala de sete graus de intensidade: (-3: Muito Frio; -2: Frio; -1: Pouco Frio; 0: Nem calor, Nem Frio (confortável); +1: Pouco Calor; +2: Calor; +3: Muito Calor);
 - 2) **Estimativa Térmica** (Como está esse lugar junto à você agora?) das opções de respostas: (0: Confortável, 1: Pouco Desconfortável; 2: Desconfortável; 3: Muito Desconfortável; 4: Extremamente Desconfortável);
 - 3) **Preferência térmica** (Como você preferia estar agora?) das respostas:

¹ **ISO 10551/1995-** “*Ergonomics of the Thermal Environment – Assessment of the influence of the Thermal Environment Using Subjective*”, trata sobre as escalas de julgamento subjetivo do conforto;

ISO 9920/1995- (versão atual ISO 9920/2007)- “*Ergonomics of the thermal environment – Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble*”, estabelece métodos para avaliação de estimativas térmicas com base em valores de resistência térmica das vestimentas;

ISO 7730/1994- (versão atual ISO 7730/2005)- “*Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*”, com base no índice de Fanger, estabelece método de determinação da sensação térmica e o grau de desconforto das pessoas e especifica condições térmicas aceitáveis para o conforto.

(-3: Bem Mais Aquecido; -2: Mais Aquecido; -1: Um Pouco Mais Aquecido; 0: Assim Mesmo; +1: Um Pouco Mais Refrescado; +2: Mais Refrescado; +3: Bem Mais Refrescado);

- 4) **Tolerância Térmica** (Como está sua tolerância quanto a este lugar?) das escolhas: **(0: Perfeitamente Tolerável, 1: Pouco Difícil de Tolerar; 2: Razoavelmente Difícil de Tolerar; 3: Muito Difícil de Tolerar; 4: Intolerável).**

Resultados e Discussões

Episódio Primavera - Experimento I (23/10/2010)

A análise sinótica revelou atuação da MTA (Massa Tropical Atlântica), a qual promoveu instabilidade atmosférica na região e resultou a partir de processos físicos em escala de grandeza inferior elevadas taxas de nebulosidade e precipitação para área de estudo. O quadro 1 revela que as diferenças térmicas entre os pontos alcançam até 3°C, sendo que o ponto de maior urbanização, ou seja, o Terminal de Integração apresentou o maior número de anomalias térmicas positivas do episódio.

Os menores registros térmicos ocorreram entre as 11 e 13 horas, isso se deu por conta da ocorrência de chuva nesses horários, já as maiores temperaturas do episódio ocorreram antes da precipitação. A umidade relativa do ar apresentou elevadas taxas para todo episódio (75 a 100%), chegando à saturação às 11h nos dois pontos investigados. Apesar disso, observou-se que esta variável é um pouco superior na área da Lagoa. A nebulosidade nos dois pontos apresentou elevadas taxas de cobertura com 7/8 e 8/8 em todo experimento.

A avaliação dos parâmetros individuais dos entrevistados revelou os seguintes aspectos: 1) faixa etária de 14-61 anos; 2) gênero (53,9%- masculino e 46,1% feminino); 3) taxa de metabolismo de 70 W/m² (metabolismo da pessoa em função do tipo de atividade), visto que, os entrevistados estavam em repouso e de pé; 4) vestimenta com isolamento térmico (I_{cl}) médio de 0,4 clo e 5) frequência média de uso dos espaços de três vezes por semana. Foi visto, de modo predominante, tanto neste experimento como no episódio da primavera declarações de estado de saúde normal.

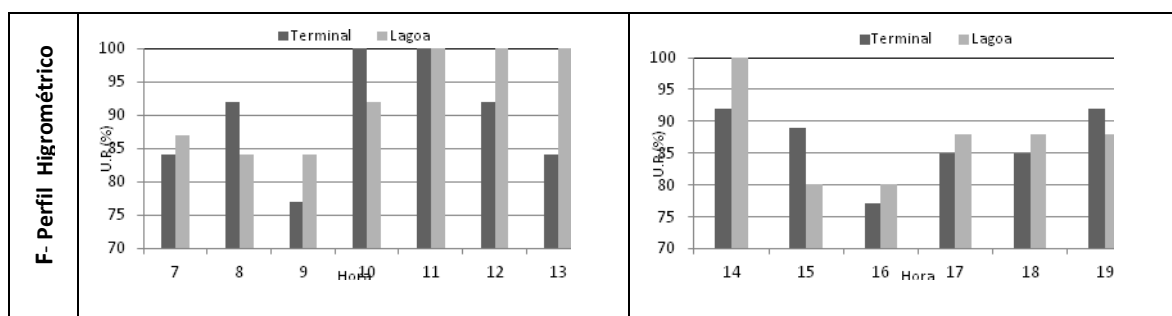
O quadro 1 mostra que no período da manhã a população da Lagoa apontou condições de neutralidade térmica no âmbito da estimativa, preferência e tolerância superior aos votos da população do Terminal da Integração, área de maior massa edificada, ausência de vegetação e de intenso fluxo de veículos. Essa diferenciação nos votos, muito provavelmente, está associada a uma maior elevação na temperatura do ar e, por conseguinte reduzidas taxas de umidade do ar e velocidade dos ventos neste ponto de coleta da pesquisa.

As maiores anomalias térmicas positivas foram registradas, portanto no ponto do Terminal com valores de 2,0°C às 9h e 3,0°C às 13h. Já no período da tarde a população dos dois pontos da pesquisa indicou condições de estimativa e preferência térmica bem semelhante, todavia, o número de

votos de percepção térmica (2-calor e 3-muito calor) dos entrevistados no Terminal foi superior aos votos de percepção da população da Lagoa

Quadro 1- Síntese da avaliação do conforto térmico episódio primavera (Experimento I: 23/10/2010).

	Período Manhã (7 às 13 horas)	Período Tarde (14 às 19 horas)
A- Percepção Térmica		
B- Estimativa Térmica		
C- Preferência Térmica		
D- Tolerância Térmica		
E- Perfil Térmico		



Episódio Outono- Experimento II (18/05/2011)

A análise sinótica apontou a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) como sistema atuante na região, o qual promoveu instabilidade atmosférica com elevadas taxas de cobertura céu e formação de nuvens do tipo cumulonimbus e stratocumulus sobre a área de estudo. O quadro 2 mostra que a diferença da temperatura do ar entre os dois pontos alcançou até 2,0°C, com anomalias térmicas positivas presentes para o ponto do Terminal. A nebulosidade nos pontos investigados apresentou elevadas taxas de cobertura com 7/8 e 8/8 para todo o período da manhã e fim da tarde e início da noite.

Os menores valores térmicos do episódio foram registrados as 07 e 19 horas, já os maiores valores foram detectados entre 12 e 14 horas. Com relação à umidade relativa do ar os maiores percentuais de saturação ocorreram as 07 e 19 horas, com registro de 92% na área da Lagoa, isso nos dois horários e de 89% no Terminal de Integração às 07h. O menor índice de saturação registrado foi de 61% às 12h no ponto da Lagoa e das 13 às 14 horas no Terminal de Integração.

Quanto aos parâmetros individuais dos entrevistados foi visto uma situação bem próxima daquela identificada para o episódio de outono, dessa forma foram observados os seguintes aspectos:

- 1) faixa etária predominantemente adulta com 82,6% da população entrevistada maior do que 18 anos;
- 2) gênero (42,3%- masculino e 57,7%- feminino);
- 3) taxa de metabolismo de 70 W/m²;
- 4) vestimenta com isolamento térmico (I_{cl}) médio de 0,4 clo e
- 5) frequência média de uso dos espaços de três vezes por semana.

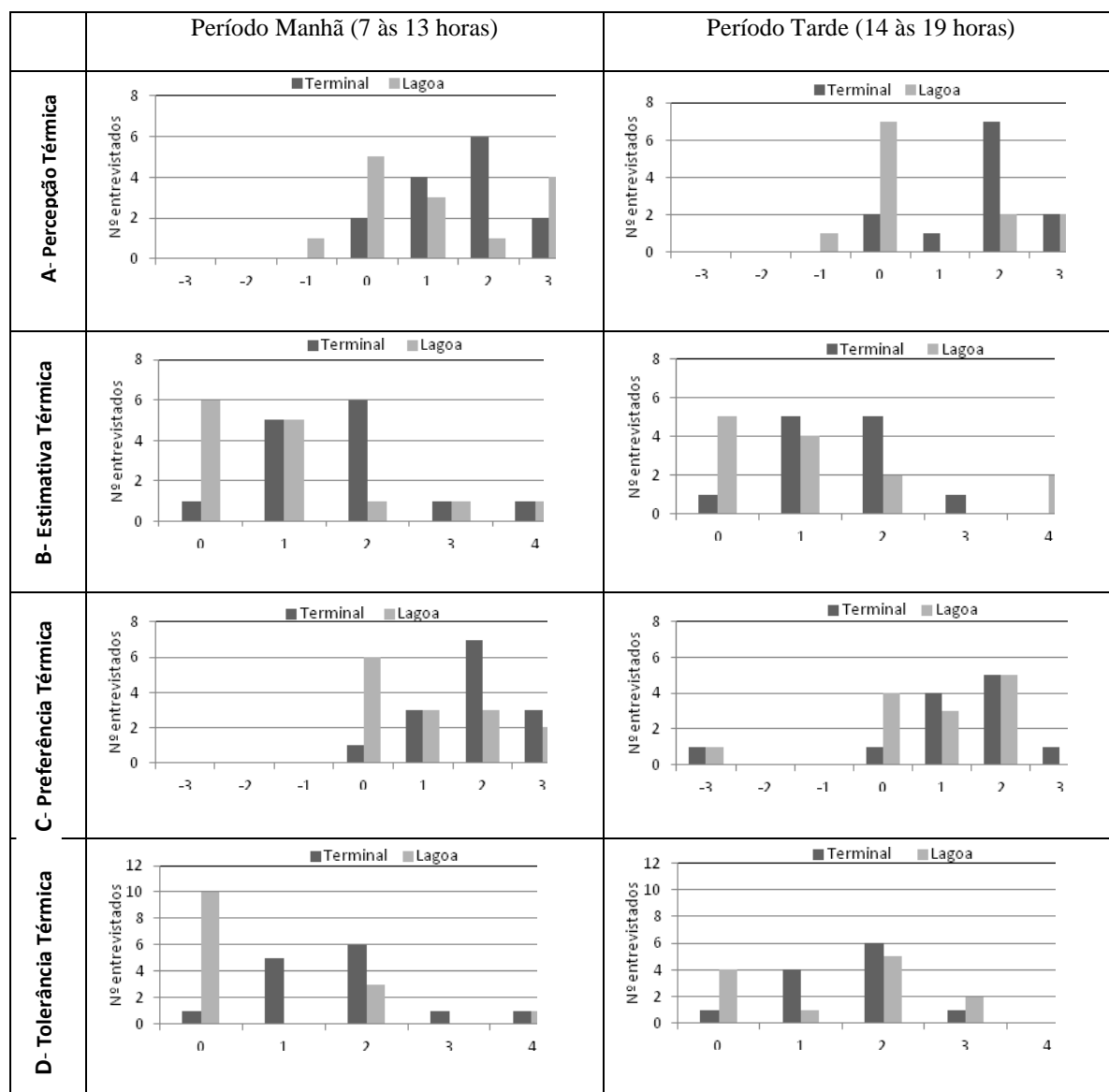
Conforme exhibe o quadro 2 o ponto do Terminal apresenta um gradiente térmico superior ao ponto da Lagoa com anomalias positivas de até 2°C às 10 e 14 horas e conseqüentemente reduzidas taxas higrométricas. Dessa maneira, o comportamento desses atributos climáticos, possivelmente, tenha influenciado na votação da população, visto que, há um maior montante de indicações da população da Lagoa, tanto para o período da manhã como da tarde, à situação de neutralidade térmica, ou seja, situação de conforto, isso no âmbito da percepção, estimativa, preferência e tolerância térmica.

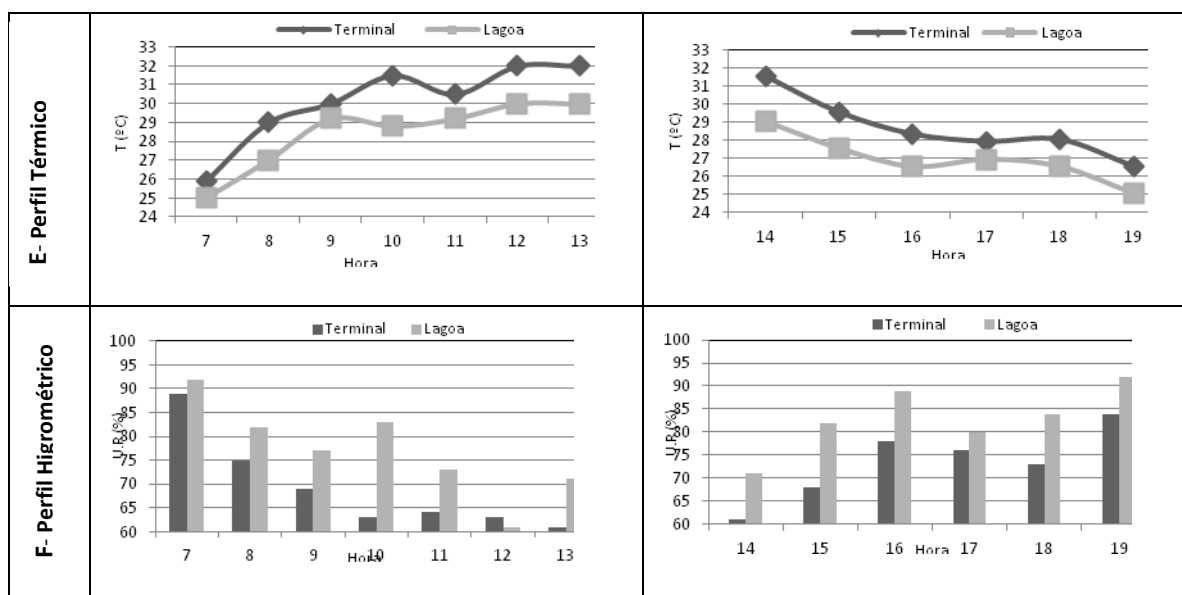
Conclusões

A pesquisa identificou que todas as anomalias térmicas positivas foram presentes para o ponto do Terminal com intensidade de até 3,0°C para o episódio de primavera e 2,0°C para o experimento de outono e, por conseguinte foi nesse mesmo ponto que se obteve os menores valores de saturação do ar.

As condições higrotérmicas do Terminal podem ter influenciado os votos da população usuária deste equipamento que indicou um maior número de percepção ao calor nas escalas + 1 (pouco calor) e + 2 (calor) e optou por estimativas térmicas nas escalas 2 (desconfortável) e 3 (muito desconfortável). Nesse sentido, medidas corretivas e de controle térmico devem ser visualizadas pela gestão municipal, visto que, esse equipamento urbano é um dos espaços públicos mais utilizados pela população pessoense.

Quadro 2- Síntese da avaliação do conforto térmico episódio outono (Experimento II: 18/05/2011).





Apesar do julgamento da população do Terminal indicar um maior acúmulo de votos de percepção e estimativa térmica ao calor e de preferir situação térmica nas escalas de +1 (um pouco mais refrescado) e + 2 (refrescado), bem como apontar situações moderadas de tolerância térmica ocorreram registros de neutralidade térmica para alguns entrevistados neste ponto do trabalho na medida também que houve opções de votos ao desconforto térmico ao calor pela população entrevistada na área da Lagoa.

Lamberts, Xavier & Goulart (2008) lembra que devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes do ambiente se sintam confortáveis termicamente, e assim busca-se criar condições de conforto para o grupo, ou seja, condições nas quais a maior percentagem do grupo esteja em conforto térmico. O método mais conhecido para o cálculo dessas condições foi idealizado por Fanger (1970) que propôs uma escala de sensação térmica denominada de PMV (Voto Médio Estimado).

Desse modo, sugere-se aos trabalhos futuros a aplicação do cálculo PMV na área de estudo para um aprimoramento das avaliações do conforto térmico, além da inclusão de variáveis de natureza qualitativa que indiquem ou permitam visualizar as condições sociais do entrevistado como, por exemplo, as condições de seu dormitório domiciliar, tempo de permanência no transporte coletivo (em quais condições ele é conduzido), sua ocupação e suas condições de trabalho na tentativa de esboçar as condições térmicas por ele vivenciadas em sua trajetória cotidiana.

Referências bibliográficas

ANDRADE, H. O. Clima urbano- natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra**, Revista Portuguesa de Geografia, XL, 80, p.66-91, 2005.

BATIZ, E. C. ET AL. Avaliação do Conforto Térmico no Aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, v.19, n.3, p.477-488, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série Saúde & Tecnologia - **Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde** -Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto. Brasília, 1995. 92 p.

COUTINHO, A. S. **Conforto e insalubridade térmica em ambientes de trabalho**. 2ª ed. João Pessoa: Editora universitária, 2005.295p.

FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering**. United States: McGraw-Hill Book Company, 1970. 244 p.

LAMBERTS, R; XAVIER, A, A, P; GOULART, S. **Conforto e stress térmico** Florianópolis/SC: Departamento de Engenharia Civil/UFS- Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2008. 108p. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br>. Acesso em: 22/09/2010.

MONTEIRO, L. M; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 43-58, jul./set. 2007. Disponível em <http://www.antac.org.br/noticias/revista> .Acesso em: 23/09/2010.

MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista GEOSUL**, vol. 9, Florianópolis, p.61-79, 1990.

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.

MOURA, M. O., ZANELLA, M. E., SALES, M. C. L. Conforto Térmico em Fortaleza-CE. **Revista da ANPEGE**. , v.6, p.177 - 189, 2010.

MOURA, M. O, SALES, M. C. L. Microclimas urbanos em Fortaleza: ritmos sazonais episódicos em duas áreas representativas da metrópole. In: **XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2011, Dourados/MS. CD-ROM.

PEZZUTO, C.C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP** (Tese de Doutorado). Campinas/SP: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. 182p. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br> Acesso em: 22/09/2010.

RUAS, A.C. **Avaliação do conforto térmico- contribuição à aplicação prática das normais internacionais** (Dissertação de Mestrado). Campinas/SP: UNICAMP/ Programa de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, 1999.78p. Disponível em <http://www.siarq.unicamp.br>. Acesso em: 23/09/2010.

SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo em João Pessoa**. (Tese de Doutorado). Campina Grande/PB: Programa de Pós- Graduação em Recursos Naturais/UFPG, 2011.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na Região de Florianópolis**. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis/SC: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil/UFSC, 1999. 198p. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br>. Acesso em: 18/09/2010.