

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE ECORESIDÊNCIA

PAULA ISABELLA DE OLIVEIRA ROCHA^{1*}; VICENTE DE PAULA TEIXEIRA ROCHA²;
VERA SOLANGE DE OLIVEIRA FARIAS³; EMMANUEL EDUARDO VITORINO DE FARIAS⁴

¹Estudante de graduação, Engenharia Civil CTRN, UFCG, Campina Grande-PB, paulaiorocha@gmail.com;

²Doutorando de Engenharia Agrícola, CTRN, UFCG, Campina Grande-PB, vicente.rocha@ufcg.edu.br;

³Dr. em Engenharia de Processos, Profª. Associada, CES, UFCG, Cuité-PB, vera.solange6@gmail.com

⁴Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, CTRN, UFCG, Campina Grande-PB, eduboavista@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo analisar o conforto térmico de uma residência projetada por pesquisadores da UFCG, observando as necessidades climáticas do Semiárido paraibano e edificada dentro do conceito de sustentabilidade. A habitação foi construída no Distrito da Ribeira, pertencente ao município de Cabaceiras (PB). Para a avaliação do conforto térmico foram coletados dados das temperaturas do ar, do globo negro e umidade relativa do ar. As coletas ocorreram durante o verão de 2016, situação climaticamente mais adversa para a região do semiárido paraibano. Os dados foram levantados sob diferentes tratamentos de manipulação das aberturas de ventilação (janelas e bandeiras). Para obtenção e armazenamento das variáveis climáticas foram construídas estações meteorológicas a partir de uma placa prototipagem, o arduino, ligado a sensores de obtenção de variáveis climáticas. Diversos índices de conforto térmico foram utilizados visando à caracterização dos ambientes internos. Foram calculados os valores de índice de conforto térmico que utilizam somente variáveis climáticas (Índice de Desconforto, Índice de Temperatura e Umidade e Índice de Bulbo Úmido e Globo Negro). O estudo aponta para o fato de que a residência oferece conforto ambiental na maior parte do dia apresentando ligeiro desconforto devido à temperatura quente, em parte do turno vespertino e atesta a contribuição da ventilação natural para o conforto térmico interno.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de desconforto, umidade relativa, globo negro.

EVALUATION OF THE THERMAL COMFORT OF AN ECORESIDENCE

ABSTRACT: This work aimed to analyze the thermal comfort of a residence designed by UFCG researchers, observing the climatic needs of the semi - arid region of Brazil and built within the concept of sustainability. The housing was built in the District of Ribeira, belonging to the municipality of Cabaceiras (PB). For the thermal comfort evaluation, data were collected on air temperature, black globe and relative air humidity. The collections occurred during the summer of 2016, a climatically adverse situation for the semi-arid region of Paraíba. The data were collected under different manipulation treatments of ventilation openings (windows and transoms). To obtain and store climatic variables, meteorological stations were constructed from a prototyping plate, the arduino, connected to sensors to obtain climatic variables. Several indices of thermal comfort were used in order to characterize the internal environments. The values of thermal comfort index using only climatic variables (Discomfort Index, Temperature and Humidity Index, and Humid Bulb and Black Globe Index) were calculated. The study points to the fact that the residence offers environmental comfort for most of the day presenting mild discomfort due to the hot temperature, during part of the afternoon shift and attests the contribution of natural ventilation to the internal thermal comfort.

KEYWORDS: Index of discomfort, relative humidity, black globe

INTRODUÇÃO

O Brasil convive com um problema acentuado do déficit habitacional, correspondendo a grande demanda social e a um enorme desafio para as instituições governamentais. É forçoso observar

que, além da problemática englobando a falta de disponibilidade quantitativa de habitação adequada, verifica-se, também, inadequação da concepção de projetos dentro de um contexto de sustentabilidade. As habitações devem reunir técnicas e materiais apropriados para oferecer, a custo moderado, o conforto ambiental dos ocupantes das moradias e a boa gestão dos recursos advindos de fontes naturais, a exemplo da ventilação e da disponibilidade hídrica, dentre outros (Rocha, 2016). Um ambiente que possa ser caracterizado como confortável termicamente é instrumento de saúde humano e melhor desenvolvimento de atividades.

Segundo Oliveira et al. (2006), para se estabelecer critérios de classificação dos ambientes, foram desenvolvidos diversos índices de conforto térmico com o objetivo de englobar, em um único parâmetro, o efeito conjunto dos elementos meteorológicos e do ambiente construído sobre o homem. Os autores citam como exemplos de índices térmicos elaborados para o homem: o Índice de Temperatura de Bulbo Úmido e do Globo (WBGT), o Índice de Temperatura e Umidade (THI) e o Índice de Desconforto (DI).

Por sua vez, Nogueira et al. (2012) descrevem que, nas últimas décadas, inúmeros trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar o conforto dos ambientes ocupados pelos indivíduos e que grande número de índices de conforto térmico foi elaborado, a exemplo do Índice de Desconforto.

Monteiro & Alucci (2007) apontam a existência de Norma que avalia o estresse térmico do trabalhador com base no Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (WBGT), proposto em 1957 por Yaglou & Minard. A adoção desse Índice deve-se à facilidade de realização das medições requeridas de temperatura de bulbo úmido e do globo e que é muito utilizada, até os dias atuais.

Diante de exposto, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o conforto térmico de uma Eco Residência Rural, construída no semiárido paraibano. Os ambientes foram caracterizados quanto ao conforto térmico, por meio dos seguintes índices térmicos compostos exclusivamente de variáveis físicas: Índice de Desconforto, Índice de Temperatura e Umidade, Índice de Temperatura e Globo Negro.

MATERIAL E MÉTODOS

O ambiente de estudo foi uma Eco-residência, construída no Distrito da Ribeira, no município de Cabaceiras-PB. A estrutura da residência em estudo possui característica (em planta baixa) de formato quadrangular, medindo 7,50 x 7,50 m, tipo térreo e dotado de ambiente mezanino, na área dos fundos, sobre um dos quartos. A habitação consta de dois quartos, sala, cozinha, banheiro, área externa coberta e mezanino, contemplando uma área de construção de 69,60 m², sendo 56,85 m² no térreo e 12,75 m² no mezanino. A alvenaria consiste em tijolo solo-cimento aparente (sem revestimento, exceto parte de áreas molhadas do banheiro e da cozinha).

Previamente ao trabalho experimental foi planejada a composição de três tratamentos que correspondem a diferentes tipos de abertura para as trocas térmicas nos ambientes a serem estudados. As rotinas de tratamento são três combinações de abertura e/ou fechamento das peças de vedação: núcleo da janela e bandeira da janela. A 1ª combinação consta de núcleo da janela e bandeira da janela abertos, a 2ª combinação consta de núcleo da janela fechada e bandeira da janela aberta. Por fim, a 3ª combinação consta de núcleo da janela e bandeira da janela fechados.

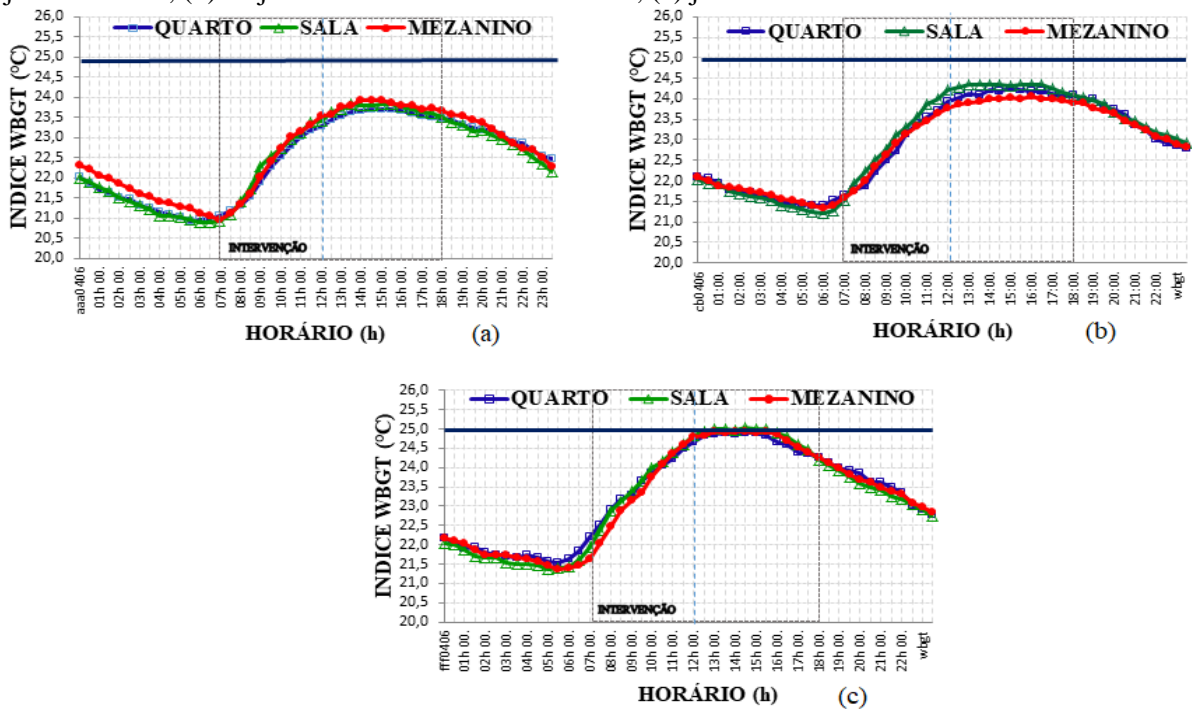
Os ensaios ocorreram em janeiro e fevereiro de 2016, período de maior adversidade das condições climáticas no semiárido paraibano. O trabalho de intervenção dos ambientes ocorreu no horário entre 07 e 18 horas, sendo que no horário noturno todos os elementos ficaram fechados.

Os dados foram coletados de forma automatizada, a cada 30 min. Para isso foi construída uma Estação meteorológica, composta pelo arduíno e sensores de temperatura. O arduíno consta de uma placa baseada no micro controlador ATmega 2560 e de fácil programação. Associado a ele foram instalados sensores de temperatura e umidade, DTH22, bem como os globos negros (que contaram, no seu interior, com um sensor de temperatura denominado LM35).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Índice de Temperatura de Bulbo Úmido e de Globo é considerado de fácil determinação. É calculado a partir da obtenção da temperatura de bulbo úmido natural (t_{bu}) e da temperatura de globo negro (t_{gn}). Os resultados apresentados na Figura 1 permitem proceder à classificação dos ambientes a partir do índice de WBGT. Neste ponto é importante destacar que os experimentos de caracterização de ambientes através deste índice foram realizados em recintos com ausência de radiação solar.

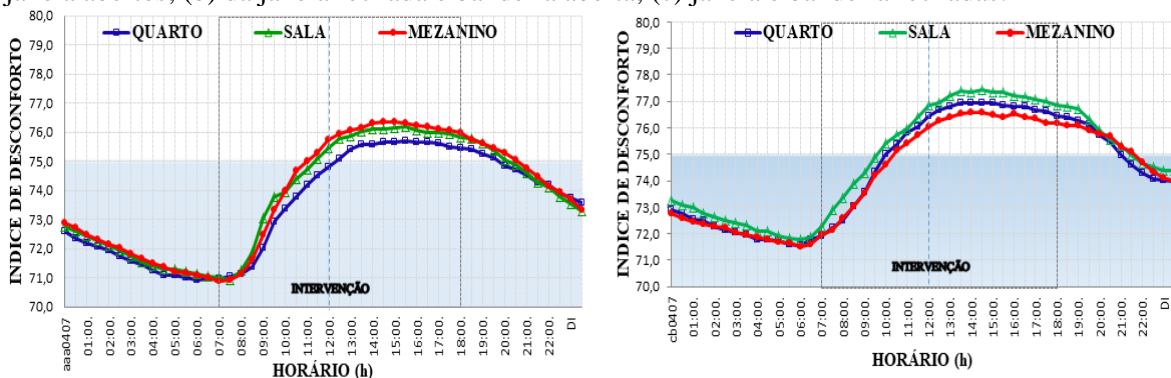
Figura 1. Curvas do Índice WBGT por hora para os ambientes quarto, sala e mezanino: (a) bandeira e janela abertos; (b) da janela fechada e bandeira aberta; (c) janela e bandeira fechadas.

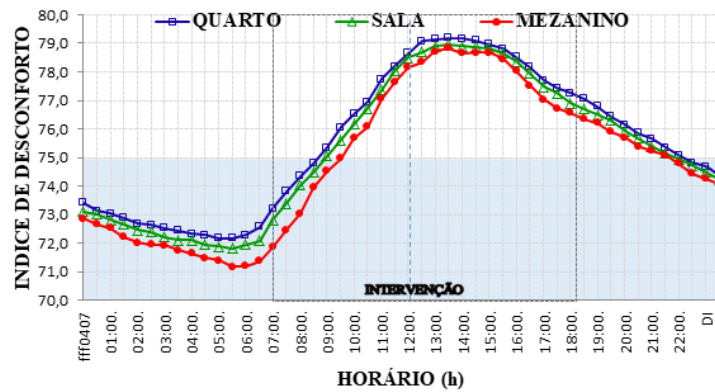


As curvas de WBGT para a sala se enquadram no intervalo que indica que tais ambientes são adequados à execução de atividades pesadas e com trabalho contínuo sem grandes prejuízos à produtividade e à saúde do trabalhador, uma vez que os ambientes estudados não ultrapassaram o valor de 25 °C. Baseado neste índice e considerando que o estudo foi realizado em edificação destinada ao uso residencial na qual das 7 às 19 h devem predominar o trabalho doméstico e as atividades sedentárias cujas taxas metabólicas estimadas variam em torno de 116 W.m^{-2} (trabalho doméstico, em pé), é possível presumir que os ambientes térmicos da casa são caracterizados como toleráveis.

O Índice de Desconforto (DI) é de fácil utilização, sobretudo pela simplicidade na obtenção de dados, sendo necessária apenas a temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, obtidos com dois termômetros simples. Para que a totalidade da população não apresente desconforto, DI deve ser inferior a 70 °C. Para que a minoria da população apresente desconforto térmico, o DI deve se encontrar na faixa de 70 a 75 °C. No caso da maioria das pessoas se sentir desconfortável termicamente o DI varia de 75 a 79 °C. Por fim, no caso de insatisfação generalizada, DI é superior a 79 °C. As curvas do Índice de desconforto para os três ambientes são apresentados na Figura 2.

Figura 2. Curvas do Índice de desconforto para os ambientes quarto, sala e mezanino: (a) bandeira e janela abertos; (b) da janela fechada e bandeira aberta; (c) janela e bandeira fechadas.





O DI não atingiu a faixa de desconforto generalizado. Durante o tratamento Bandeira e Janela abertos, a casa apresentou comportamento térmico favorável com valor de DI variando entre 71 e 76,5 °C, para a sala. Neste tipo de tratamento, o índice indica que os ambientes são caracterizados como de “satisfação para a maioria” em todo o turno da manhã e para todos os ambientes. Para o turno da tarde observa-se “satisfação para a minoria”. Observa-se o comportamento das médias horárias considerando do período de intervenção das 7 às 18 h para os mais diferentes tipos de tratamentos. A área destacada é classificada como Zona em que a maioria das pessoas está satisfeita termicamente.

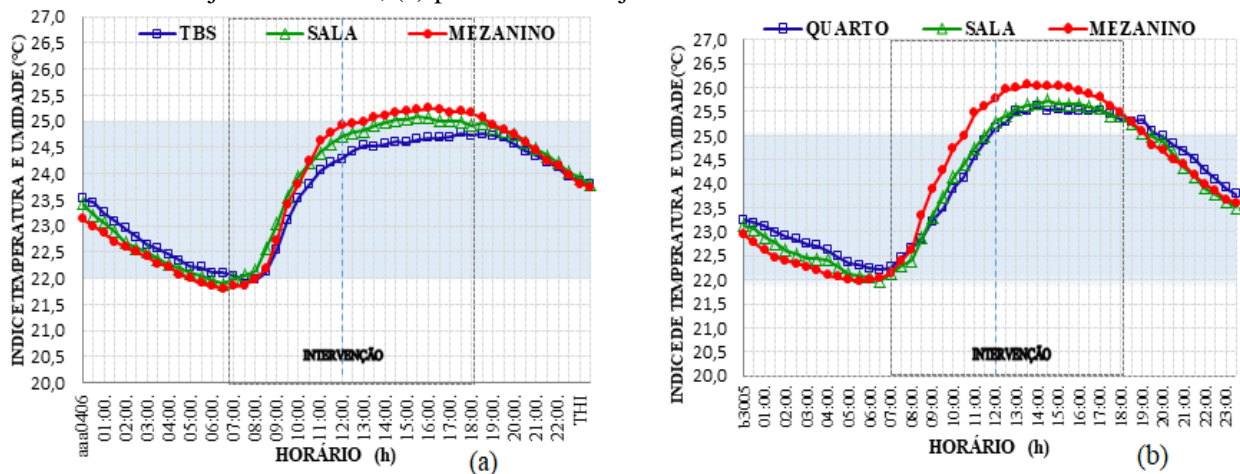
O THI é um índice muito usado em razão de requerer dados meteorológicos facilmente disponibilizados nas estações meteorológicas e em bancos de dados. A agregação de variáveis como umidade relativa do ar e a temperatura do ar, favorece uma profícua análise de conforto térmico.

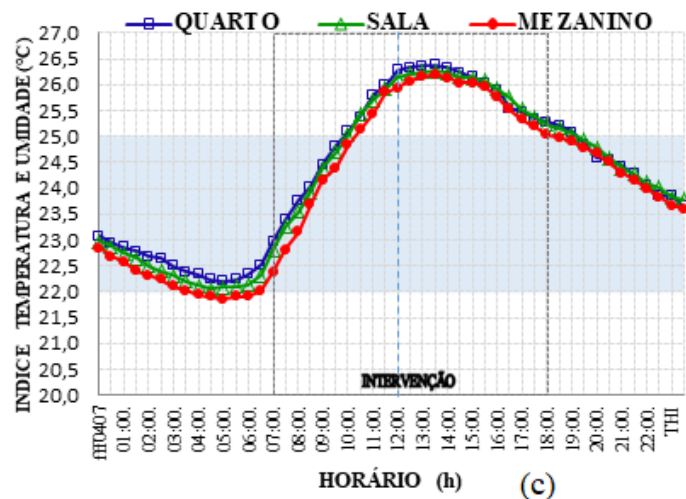
Considerando o estudo de avaliação pelo Índice de Temperatura e Umidade (THI), tem-se uma escala simétrica composta por uma faixa central que se trata da “faixa confortável”, oscilando entre 22 e 25 °C. Na proporção em que os valores do índice reduzem, a caracterização do desconforto proveniente pelo frio se acentua. Desta forma, o ambiente se encontra em “ligeiramente frio”, “frio moderado”, “frio” e “muito frio” se estiver, respectivamente, nas faixas constituídas no limite de 22 a 19 °C, 19 a 16 °C, 16 a 13 °C e menor que 13 °C.

Com os valores acima da faixa central constata-se um desconforto em razão da situação quente. Neste caso, o ambiente pode ser considerado ligeiramente quente, quente moderado, quente ou muito quente, se estiver nas faixas definidas, respectivamente, entre 25 a 28 °C, 28 a 31 °C, 31 a 34 °C e maior que 34 °C.

No caso da presente pesquisa, foram realizados os tratamentos dos ambientes em estudo e coletados os dados concernentes à temperatura do ar e umidades relativas do ar. Foi procedido o estudo de caracterização do ambiente, de acordo com o Índice de Temperatura e Umidade (THI), conforme apresentadas na Figura 3.

Figura 3 - Curvas de THI do quarto, sala e mezanino para (a) bandeira e janela abertas; (b) para bandeira aberta e janela fechada; (c) para bandeira e janela fechadas





Observa-se o comportamento das médias horárias considerando-se o período de intervenção das 7 às 18 h para os três diferentes tipos de tratamentos. Para o tratamento Bandeira e Janela fechadas, verifica-se que as curvas do THI para a sala apresentou os maiores índices para este tratamento atingindo o valor máximo de 26,35 °C, por volta das 13:30 h. A área destacada é classificada como Zona em que as pessoas estão satisfeitas termicamente e engloba a faixa CONFORTÁVEL.

CONCLUSÃO

De acordo com os Índices relacionados apenas com as variáveis climáticas, observa-se que, para o WBGT, todos os ambientes podem ser classificados como toleráveis à realização de atividades pesadas e em trabalho contínuo, sem grandes prejuízos à saúde e à produtividade humana.

Em estudo com o Índice de Desconforto (DI) concluiu-se que o ambiente sala é caracterizado como termicamente confortáveis durante o turno matutino. No entanto, deve-se adotar medidas para melhorar o conforto da habitação no turno da tarde. Em nenhuma situação ocorreu classificação de ambiente com desconforto generalizado.

Mediante a análise dos resultados, é possível concluir que os ambientes da sala, quarto com laje e mezanino são caracterizados, segundo DI, como termicamente confortáveis durante o turno matutino. No entanto, deve-se adotar medidas para melhorar o conforto da habitação no turno da tarde.

Por sua vez, quanto ao Índice de Temperatura e Umidade (THI), a sala pode ser classificada como confortável termicamente ao longo de todo o dia.

REFERÊNCIAS

- 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. **Revista Ambiente Construído**, v.7, n.3, p.43-58, Jul./Set. 2007.
- Nogueira, C. E. C.; Siqueira, J. A. C.; Souza, N. M. de; Niedzialkoski, R. K.; Prado, N. V. Avaliação do conforto térmico nas residências convencional e inovadora do “Projeto CASA”, Unioeste, Campus de Cascavel. **Revista Acta Scientiarum. Technology**, v.34, n.1, p.3-7, Jan./Mar. 2012.
- Oliveira, L. M. F. de; Yanagi Junior, T.; Ferreira, E.; Carvalho, L. G. de; Silva, M. P. da. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Revista Engenharia Agrícola**, v.26, n.3, pp. 1-11, Set./Dez. 2006.
- Rocha, V. P. T. Análise do conforto térmico de eco residência edificada no semiárido paraibano. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande. 168 p. 2016