AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO CONFORTO TÉRMICO RESULTANTE DA CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI COM DADOS DE PESQUISA DE SENSAÇÃO TÉRMICA EM RESIDÊNCIAS EM FLORIANÓPOLIS [1]

PAPST, A.L., Instituto Federal de Santa Catarina, email: ana.abreu@ifsc.edu.br; DAL'ANNIO, L.B., Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail: lorenabdalannio@gmail.com; NARDI, A.S.L.V., Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail: aline.nardi@ifsc.edu.br, KLEIN, G.M.B., Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail: gustavombklein@gmail.com

ABSTRACT

In this study, the residential buildings thermal comfort in Florianópolis was investigated based on field research of thermal sensation. The aim of this paper is to compare the thermal sensation of residential dwellers in Florianópolis with the comfort zone results presented by the Givoni Bioclimatic Chart. The data of the field study were organized by the thermal sensation, while the hourly internal data (temperature and relative humidity) had been plotted in Givoni Bioclimatic Chart. The comparison, of the field study with the results of hourly data plotted on the Givoni Bioclimatic Chart, has showed that the dwellers have an acceptance of comfort superior to those delimited by comfort area in the bioclimatic Chart. Although the quantitative values of the Analysis Bio software report have not corresponded to the field survey data, the plotted of the internal climatic data enables the evaluation of the thermal comfort if considering the ventilation zone also comfort zone.

***Keywords**: Thermal Comfort. Givoni Bioclimatic Chart. Thermal sensation.*

1 INTRODUÇÃO

O conforto térmico pode ser definido como o estado da mente que expressa satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda (ASHRAE, 2013), dependendo de uma série de fatores fisiológicos associados a fatores ambientais (RUPP; VÁSQUEZ; LAMBERTS, 2015), além da atividade física e a vestimenta usada (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). Ressalta-se, igualmente, que a expectativa de conforto térmico é diferente em ambientes que sejam naturalmente ventilados (através da abertura ou fechamento de janelas), e em ambientes condicionados artificialmente (ASHRAE, 2013).

Conhecendo-se os fatores e os limites de conforto térmico humano, este pode ser buscado dentro de uma edificação através do uso de medidas: passivas, como ventilação cruzada, sombreamento; que dependem das características da edificação, como orientação, forma, disposição das aberturas, envoltória, cor da parede, cobertura, entre outros; e ambientais (CHAVES et al., 2016). Segundo Buriol et. al. (2015) o clima de uma região está entre o principal fator que condiciona o comportamento humano, interferindo principalmente na alimentação, vestimenta e tipo de atividade que o

[1] PAPST, A.L., DAL'ANNIO, L.B., NARDI, A.S.L.V., KLEIN, G.M.B. Avaliação Comparativa do Conforto Térmico Resultante da Carta Bioclimática de Givoni com Dados de Pesquisa de Sensação Térmica em Residências em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

indivíduo realiza.

A avaliação de conforto térmico em função do clima, e definição de estratégias construtivas pode ser feita através da Carta Bioclimática de Givoni (GIVONI, 1992). O programa Analysis Bio desenvolvido na UFSC, permite plotar os dados medidos de temperatura e umidade relativa sobre uma carta psicrométrica com as zonas bioclimáticas propostas por Givoni (GOULART et al., 1994). Givoni (1992) comenta que pessoas que moram em ambientes naturalmente ventilados aceitam maiores variações de temperatura e velocidade do ar. Nas edificações de uso residencial é onde os ocupantes tem a maior oportunidade de adaptações do ambiente. (BAKER e STANDEVAN, 1995).

Para analisar o conforto térmico para os moradores residenciais da cidade de Florianópolis, esta pesquisa monitorou, por 181 dias, dados horários de temperatura e umidade nos ambientes destas edificações. Neste período, estes residentes responderam esporadicamente sua sensação de conforto (379 respostas) sem o uso de ar condicionado, desconsiderando sua vestimenta e a atividade que estavam desempenhando. A carta bioclimática de Givoni possibilita esta avaliação, e o software Analysis Bio possibilita quantificar a porcentagem de horas de conforto.

O objetivo deste artigo é comparar a sensação térmica de moradores residenciais em Florianópolis, com os resultados de conforto apresentados pela Carta Bioclimática de Givoni. Se a ferramenta for confiável, tendo-se dados de temperatura e umidade internos, pode-se estimar o conforto ou desconforto dos ocupantes neste ambiente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas medições de temperatura e umidade nos ambientes internos de cinco residências, monitorados por sistema de aquisição de sinais Hobo Temp/RH da Onset Corporation, onde dez pessoas participaram da pesquisa no período de 09/11/16 a 18/05/17. Para as medições externas, utilizou-se o modelo HOBO® Pro v2 U23-00. As medições ocorreram de quinze em quinze minutos, estabelecendo-se, posteriormente, uma média horária em planilha Excel.

Durante este período, os participantes da pesquisa responderam através de smartphone a uma pesquisa de sensação térmica elaborado no Google Forms. As respostas foram dadas pelos usuários mais de uma vez, e estes respondiam livremente quando estavam em casa. A primeira pergunta era quem estava respondendo ao questionário (para relacionar com os dados climáticos medidos); depois o ambiente da casa em que se encontrava; qual a sensação térmica (muito calor; calor; levemente com calor; neutro; levemente com frio; frio; muito frio); como se encontrava o ambiente (janela aberta; ventilador ligado; nenhum).

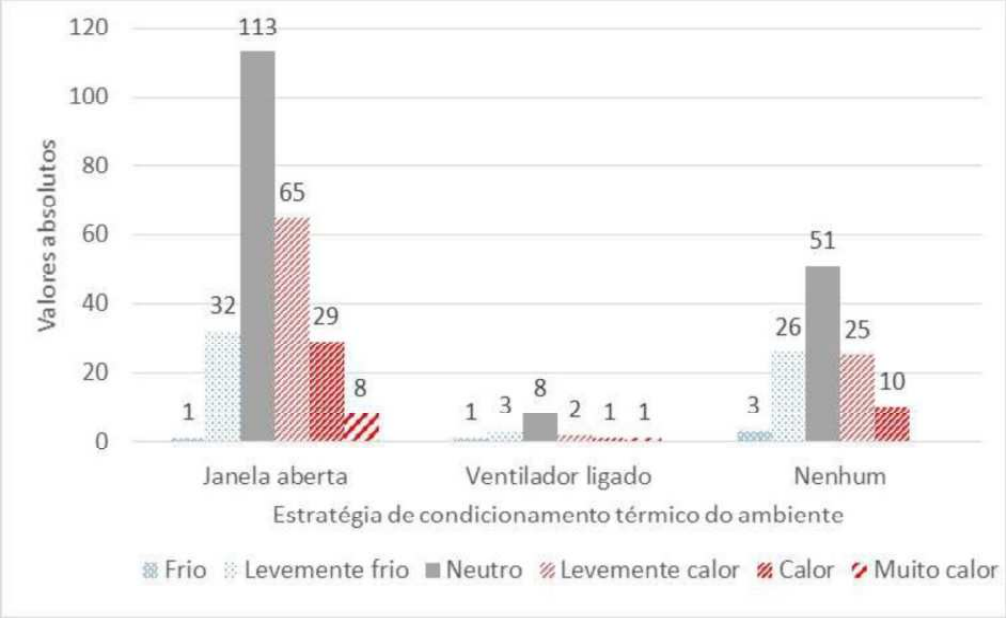
As respostas da pesquisa de sensação térmica foram relacionadas com os valores de temperatura e umidade do ambiente no horário do envio da

reposta. Apesar de um período de 4.344 horas de medição, somente os dados de temperatura e umidade que tinham resposta de sensação térmica (370 respostas), foram plotados na Carta Bioclimática de Givoni através do software Analysis Bio.

3 ANÁLISE DOS DADOS

A Figura 1 apresenta a distribuição das respostas de sensação térmica em função das condições de ventilação (natural: janela aberta; complementar pela artificial: ventilador ligado; ou janela fechada: Nenhum) do ambiente que a pessoa se encontrava.

Figura 1 – Gráfico com as respostas de sensação térmica separadas em função das características de ventilação do ambiente.



Fonte: Os autores

Das 379 respostas, observa-se que a maior ocorrência de respostas foi o ambiente com janela aberta (248 respostas), após os ambientes com as janelas fechadas (115 respostas) e por último o uso de ventilador (16 respostas). Não ocorreu resposta com sensação térmica "muito frio", devido ao fato da pesquisa ter sido realizada num período com temperaturas elevadas.

Observa-se 172 respostas com sensação térmica "neutra", sendo a sua maioria encontrada nos ambientes com janela aberta. As sensações de "levemente calor" e "levemente frio" foram encontradas em, respectivamente, 92 e 61 respostas. Já as sensações de frio e muito calor, apresentaram menos de 10 votos somados. Estes não foram analisadas através da plotagem nos gráficos do Analysis Bio, por não terem representatividade estatística.

A Figura 2 apresenta os gráficos de Givoni com os dados de temperatura e umidade interna do ambiente de onde veio a resposta, separando os dados em função da resposta à pesquisa de sensação térmica.

Importante ressaltar que a Carta Bioclimática divide em zonas, com um limite bem definido, as estratégias bioclimáticas. Por exemplo, na faixa de temperaturas de 18°C a 28°C, com uma umidade relativa for 79,9%, considera-se como zona de conforto. Diferente da umidade relativa de 80,1% para a mesma faixa de temperaturas, o qual a zona bioclimática propõe a estratégia de ventilação. Desta forma, apesar de terem sido apresentados os valores da porcentagem de conforto e desconforto térmico, as análises serão mais genéricas em cima da nuvem de pontos na carta bioclimática.

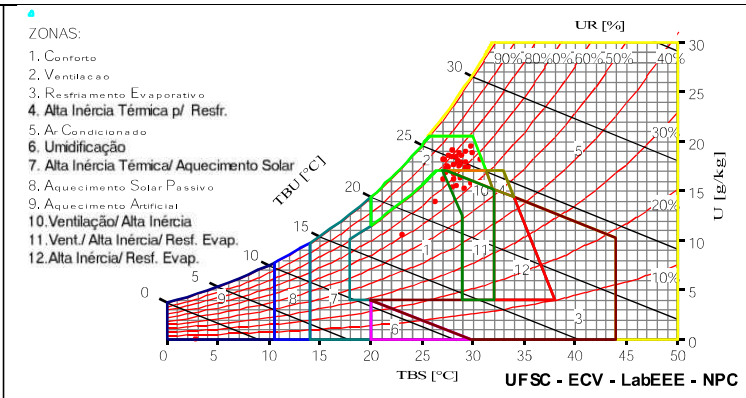
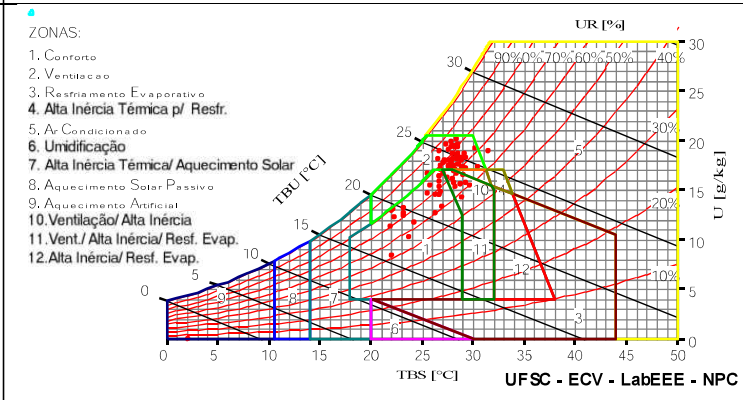
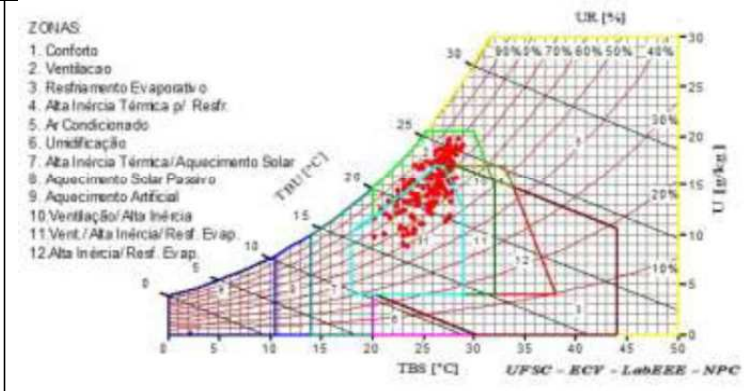
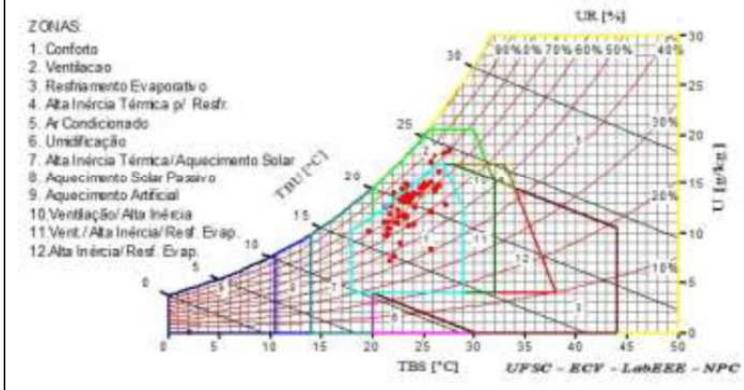
Pela análise visual da Figura 2, verifica-se a tendência dos dados de temperatura e umidade, irem para a zona de conforto quando os votos de sensação térmica vão vindo da resposta "Calor" para a reposta "Levemente com frio".

A maior ocorrência percentual de pontos dentro da zona de conforto da Carta Bioclimática de Givoni, ocorreram com dados de temperatura e umidade quando o voto de sensação térmica foi "Levemente com frio". Nesta opção de resposta, ocorreram poucos pontos com umidade relativa acima de 80%, considerado desconforto por calor na faixa de temperaturas em que se encontram. Uma justificativa, seria a velocidade do ar estar alta, e a atividade metabólica ser baixa. Ou que pelo fato de Florianópolis ter em média umidade relativa externa superior a 80%, o qual as pessoas já se encontram aclimatadas. Outro aspecto também, é que a resposta "levemente com frio" pode ser considerada como não desconforto térmico.

A resposta "Neutro" para os dados de temperatura e umidade medidos no ambiente que a pessoa estava, apresentou percentualmente quase 40% das respostas em desconforto, necessitando da ventilação natural. Possivelmente, esta foi a estratégia adotada na edificação, para que as pessoas se sentissem "Neutras", mesmo com valores de temperatura e umidade mais elevados do que os estabelecidos por Givoni para a zona de conforto.

Sobre os três pontos locados na zona de conforto da Carta Bioclimática para a resposta "calor" - dois destes centralizados – acredita-se que tenha ocorrido devido a alguma atividade física que a pessoa realizava naquele momento.

Figura 2 – Carta Bioclimática de Givoni com dados climáticos internos separados por sensação térmica, referentes ao dia e horário das respostas relacionadas ao ambiente.

Calor		Conforto:7.7% Desconforto:92.3%
Levemente com calor		Conforto:29.3% Desconforto:70.7%
Neutro		Conforto:61.2% Desconforto:38.8%
Levemente com frio		Conforto:85% Desconforto:15%

Fonte: Os autores

4 CONCLUSÃO

Com o intuito de avaliar a utilização da Carta Bioclimática de Givoni como uma ferramenta que permite estimar a sensação de conforto, plotou-se dados de temperatura e umidade em ambientes residenciais e se aferiu as respostas com a sensação de conforto real sentida.

Na pesquisa de sensação térmica houve uma predominância de votos Neutro e levemente com calor e levemente com frio, o que pode ser considerado como "não desconforto térmico".

Os valores da porcentagem de horas de conforto e estratégias bioclimáticas da carta de Givoni possuem regiões bem delimitadas de temperatura e umidade. A variação de 0,1 pontos percentuais da umidade do ar ou da temperatura, pode alterar um dado estar ou não na zona de conforto. Assim, quando se trata de medições internas residenciais, recomenda-se uma avaliação qualitativa dos resultados da Carta Bioclimática de Givoni. Os valores quantitativos dos relatórios do Software Analysis Bio possibilitam um indicativo da frequência de ocorrência, facilitando a análise visual dos dados.

As repostas das sensações térmicas sentidas por moradores em seus ambientes residenciais mostraram que os usuários apresentaram uma aceitação de conforto mesmo com umidades relativas do ar mais elevadas às propostas por Givoni. Possivelmente por que os moradores deveriam estar com janela aberta e ou usando ventilador para melhorar a sensação de conforto, estratégia esta, recomendada pela Carta Bioclimática. Um outro aspecto a se destacar é a possível aclimatação das pessoas que moram em Florianópolis, onde se tem umidade relativa média anual acima de 80%.

Assim, apesar de não poder se utilizar os valores quantitativos do software Analysis Bio, a plotagem de dados de temperatura e umidade interna de ambientes residenciais naturalmente ventilados possibilita uma avaliação do conforto térmico quando também se considera a zona de ventilação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos participantes da pesquisa e ao IFSC e ao CNPq pela bolsa de pesquisa de graduação.

REFERÊNCIAS

ASHRAE STANDARD 55-2013. **ASHRAE 55-2013**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia: American Society of Heating Refrigerating and Air- onditioning Engineers, 2013.

BAKER, N.V. STANDEVAN, M.A. A behavioural approach to thermal comfort assessment in naturally ventilated buildings. In: CIBSE National Conference, Eastbourne,1995. **Proceedings**... Eastbourne: CIBSE, 1995. pp 76-84.

BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; RIGHI, E.Z.; BRESSAN, V.C. Conforto térmico para os seres humanos nas condições de ambiente natural em Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n.2, p.223-230, fev., 2015. ISSN 0103-8478.

CHAVES, V. L. et al. Análise de conforto térmico para diferentes estratégias de melhorias climáticas em salas de aulas: Comparação entre dados técnicos e a percepção dos usuários. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16. 2016, São Paulo. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

GIVONI, B. Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines. **Energy and Buildings**, v.18, n.1, p.11-23, 1992.

GOULART, S. V. G et al. Bioclimatologia aplicada ao projeto e edificações visando o conforto térmico. Relatório Interno: NPC, UFSC, Florianópolis, 1994.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.

RUPP, R. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. **Energy and Buildings**, v. 105, p. 178-205, jul., 2015.