



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Ambiente térmico do laboratório de materiais de construção do UNIFEG¹



Dian Lourençoni²; Karen Cristina Ricciardi de Moraes³; Tadayuki Yanagi Junior⁴; Otávio Augusto Carvalho Nassur⁵; Marcos Venício Pereira Vilhena⁶; Vinícius Pereira Mello Ribeiro⁷

¹Pesquisa realizada no Laboratório da Engenharia Civil - UNIFEG

²Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, Fone: (35)9136-9613, dlourenconi@hotmail.com

³Graduanda em Engenharia Civil, UNIFEG, karenricciardi@unifeg.edu.br

⁴Engenheiro Agrícola, Prof. Dr. Associado, UFLA, yanagi@deg.ufla.br

⁵ Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, otavionassur@yahoo.com.br

⁶Engenheiro Civil, Prof. Ms, Adjunto, UNIFEG, mvpvilhena@gmail.com

⁷ Graduando em Engenharia Civil, UNIFEG, viniciuspmmr_00@yahoo.com.br

RESUMO: Este estudo foi conduzido no Laboratório de Materiais de Construção do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG), com o objetivo de avaliar o ambiente térmico no interior do laboratório, visando à melhoria da saúde, do bem-estar e da segurança de toda comunidade acadêmica que frequenta o laboratório. Foi realizada análise bioclimática do clima da região, através da aplicação da Carta Bioclimática. Para avaliação do ambiente térmico foram coletados a tbs, temperatura de bulbo úmido (tbu), temperatura de ponto de orvalho (tpo), UR e temperatura do globo negro (tgn), cujos valores foram usados para determinação do IBUTG. Os resultados indicaram que as técnicas utilizadas para construção do laboratório estão em desacordo com as recomendações da carta bioclimática.

PALAVRAS-CHAVE: Insalubridade, Conforto térmico, Carta bioclimática

Thermal and acoustical environment of the building materials laboratory UNIFEG

ABSTRACT: This study was carried out at the Laboratory of Building Materials Course of Civil Engineering of the University Center Guaxupé Educational Foundation (UNIFEG), in order to evaluate the thermal environment inside the lab, aiming at improving the health, welfare and the safety of the entire academic community who attend the lab. Bioclimatic analysis of the climate of the region was performed by applying the Bioclimatic Chart. To evaluate the thermal environment were collected the tbs, wet bulb temperature (tbu), dew point temperature (tpo), UR and black globe temperature (tgn), whose values were used to determine the WBGT. The results indicated that the techniques used to build the lab are at odds with the recommendations of the bioclimatic chart.

KEYWORDS: Insalubrity, Thermal comfort, Charter bioclimatic

INTRODUÇÃO

O ser humano é um animal homeotérmico, ou seja, tem capacidade de manter a temperatura corporal num valor praticamente constante, próximo dos 37°C, e possui um mecanismo de termorregulador que lhe permite adaptar-se às variações climáticas. Segundo Ruas (1999) esse processo apesar de ser um meio natural de controle das perdas e ganhos de calor pelo organismo, representa um esforço extra e, por conseguinte, uma queda de potencialidade de trabalho do ser humano.

Segundo a ISO 7730 (1994), o conforto térmico pode ser definido como a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico ou a sensação de neutralidade térmica experimentada pelo

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

ser humano, em determinado ambiente. Os fatores que influem na sensação térmica do homem são a temperatura de bulbo seco (t_{bs}), umidade relativa (UR), a velocidade do ar (V) e a radiação térmica. Geralmente, a análise isolada destes fatores não permite caracterizar adequadamente o ambiente térmico, desta forma, a legislação brasileira de insalubridade propõe a utilização de um índice térmico para quantificar e classificar o ambiente térmico, o índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG), indicada pela NR-15 (MTE, 1990), no seu anexo nº 03 (Limites de tolerância para exposição ao calor).

De acordo com BUDD (2008), o índice IBUTG foi desenvolvido pelo exército dos Estados Unidos na década de 50 com a intenção de monitorar os campos de treinamento de tropas, controlando doenças relacionadas ao calor. A principal limitação inerente ao IBUTG está na sua aplicabilidade, devido ao inconveniente de medir a temperatura de globo negro (t_{gn}) (Epstein & Moran, 2006). A t_{gn} é medida por um sensor de temperatura localizado no centro de um globo de cobre, com 15 cm de diâmetro, de coloração preto fosco.

O IBUTG é determinado considerando-se os ambientes internos ou externos sem carga solar (equação 1) fornecendo uma escala de tempo de trabalho e de repouso para uma determinada situação (COUTO, 1995).

$$\text{IBUTG} = 0,7 t_{bn} + 0,3 t_{gn} \quad (1)$$

em que,

t_{bn} = temperatura do bulbo úmido (°C);

t_{gn} = temperatura do globo negro (°C).

As medições devem ser efetuadas no local onde permanece o trabalhador, ou onde se quer avaliar o ambiente. Diante do exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o ambiente térmico do Laboratório de Materiais de Construção do Curso de Engenharia Civil do UNIFEG, visando à melhoria da saúde, do bem-estar e da segurança de toda comunidade acadêmica que frequenta o laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Materiais de Construção do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG), realizado no mês de setembro de 2014. O clima da região de acordo com Köppen é Cwa, clima temperado úmido, com estação seca no inverno e verão quente.

Foi realizada análise bioclimática do clima da região, através da aplicação da Carta Bioclimática sugerida por GIVONI (1992), pegando como base as normais climatológicas do município de São Sebastião do Paraíso dos anos de 1961 a 1990, processando esses dados no software Analysis BIO 2.2 desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE – NPC – UFSC.

O ambiente térmico foi monitorado simultaneamente em quatro pontos distribuídos uniformemente no laboratório, conforme Figura 1. Para avaliação do ambiente térmico foram coletados a t_{bs} , temperatura de bulbo úmido (t_{bu}), temperatura de ponto de orvalho (t_{po}), UR e temperatura do globo negro (t_{gn}), cujos valores foram usados para determinação do IBUTG. Sensores registradores (precisão de $\pm 3\%$ da leitura) foram usados para a medição da t_{bs} , t_{bu} , t_{po} , UR e t_{gn} .

As variáveis térmicas foram medidas a cada 30 minutos, durante todo o dia, duas vezes por semana durante o mês de setembro, totalizando 6 dias de medição.

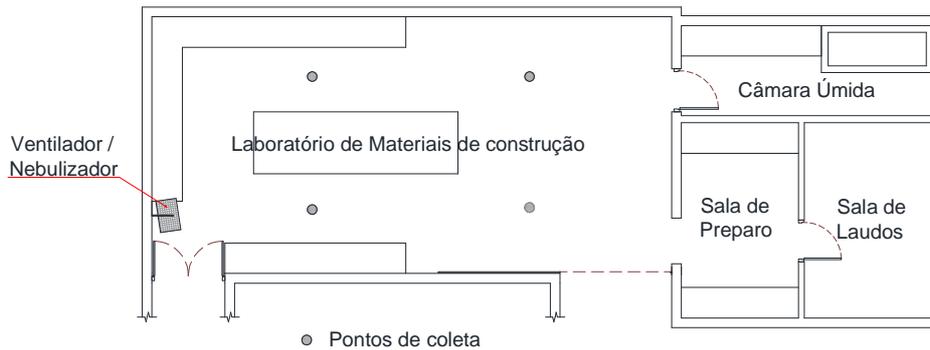


Figura 1. Croqui do laboratório de materiais de construção com a distribuição dos pontos de monitoramento do ambiente térmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a Carta Bioclimática da região (Figura 2), é possível observar que a região apresenta um grande percentual dos dados climáticos dentro dos limites da zona de conforto (66,2%). Em torno de 25% dos dados climáticos estão na zona onde requer um aquecimento solar passivo, associado a uma alta inércia térmica, 5,2% dos dados estão na zona que requer apenas um aquecimento solar passivo e 3,6% dos dados se encontram na zona onde requer o uso de ventilação. De acordo com a distribuição mensal destas zonas (Figura 3), observa-se que os meses de janeiro, fevereiro e dezembro são os meses que necessitam de utilizar a ventilação como forma de manter o ambiente termicamente adequado, e o aquecimento solar passivo associado a uma alta inércia térmica é requerido durante todos os meses do ano. Apesar destes resultados não representarem muito bem o microclima dentro do laboratório, a carta serve de embasamento para determinar qual ferramenta utilizar visando à melhoria do ambiente térmico do laboratório.

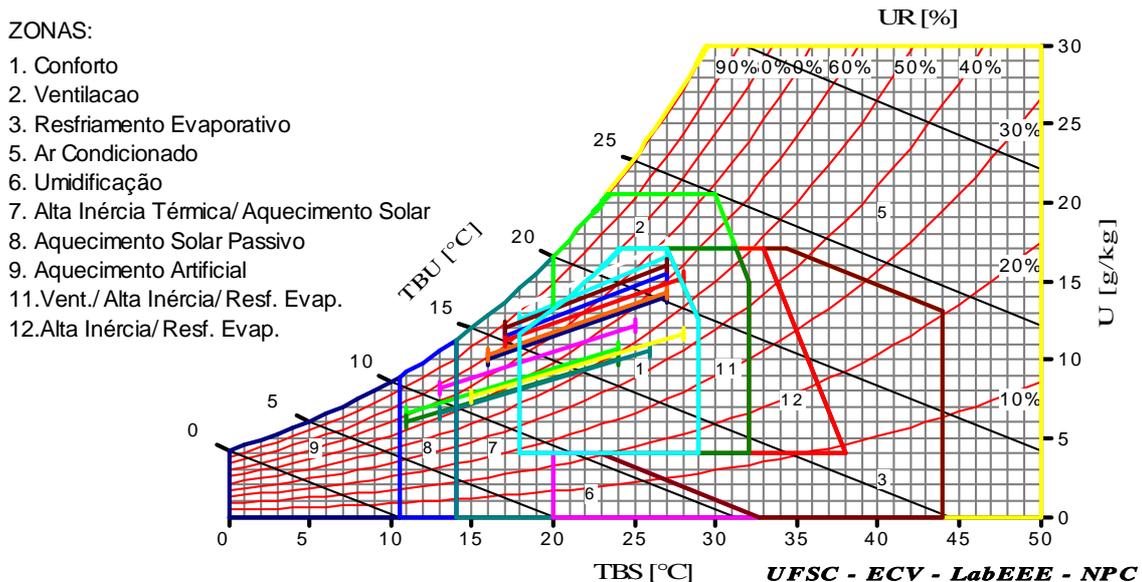


Figura 2. Carta Bioclimática da região.

Como o laboratório de materiais de construção não possui laje, e sim apenas um forro de PVC e cobertura com telhas de cimento-amianto, cuja característica é possuir uma baixa inércia térmica,

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

contrariando o que recomenda a carta bioclimática da região, o ambiente térmico dentro do laboratório pode estar em determinados períodos do ano em situação desfavorável para o conforto humano.

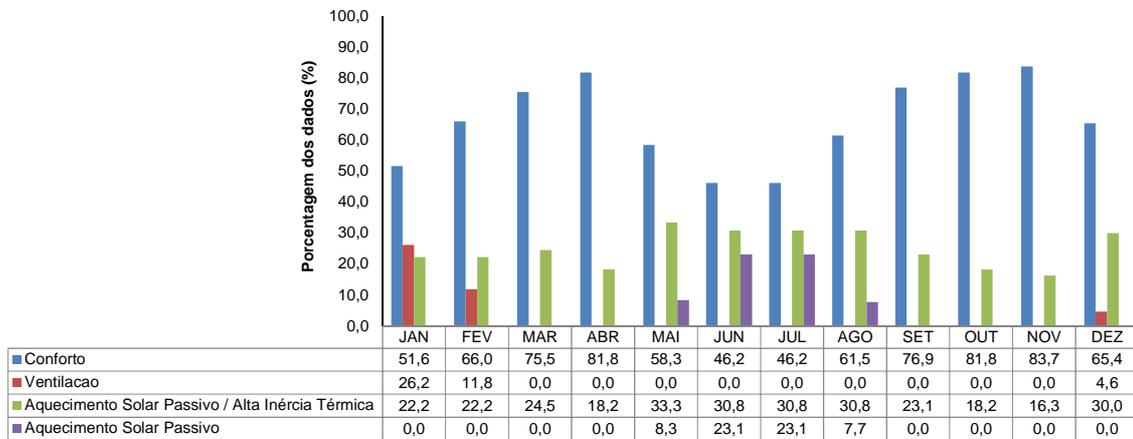


Figura 3. Distribuição mensal das zonas de classificação retiradas da carta bioclimática.

Durante o período analisado, os valores de IBUTG mantiveram-se entre 16,8 a 23,9 conforme pode ser observado na Figura 4. Resultados estes que estão de acordo com a NR-15 (MTE, 1990), que preceitua que qualquer trabalho, seja ele contínuo ou não, pode ser realizado até o valor limite de 25 de IBUTG sem que haja danos à saúde humana.

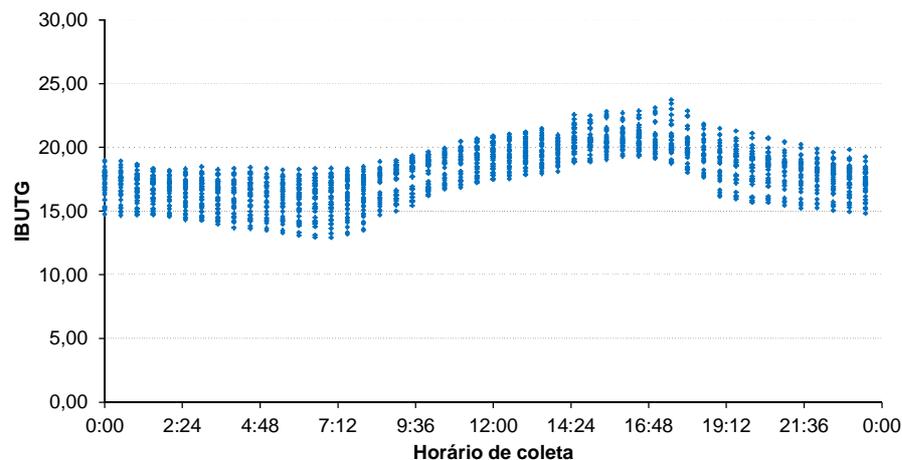


Figura 4. Valores de IBUTG observados no laboratório de materiais de construção.

CONCLUSÕES

As técnicas utilizadas para construção do laboratório de materiais de construção estão em desacordo com as recomendações da carta bioclimática obtida através das normas climatológicas da região, fazendo com que o ambiente térmico dentro do laboratório possa estar em determinados períodos do ano em situação desfavorável para o conforto humano.

Com relação ao IBUTG, não foram observados valores que estivessem em desacordo com a NR-15 (MTE, 1990). Para uma análise mais aprofundada deste índice, sugere-se uma pesquisa mais abrangente, coletando dados durante o ano inteiro.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
23 a 28 de agosto de 2015
Lavras – MG – Brasil
Agrometeorologia no século 21:
O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à FAPEMIG, CAPES, CNPq, DEG/UFLA e UNIFEG pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUDD, Grahame M. Wet-bulb globe temperature (WBGT)—its history and its limitations. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, n. 1, p. 20 - 32, 2008.

COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Editora Ergo, v.1, 1995. 353p.

EPSTEIN, Y.; MORAN, D. S. Thermal comfort and the heat stress indices. **Industrial Health**, Tel Aviv, n. 44, p. 388-398. 2006.

GIVONI, B. (1992). Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines. **Energy and Building**, 18 (1), 11-23.

ISO 7730 – Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort. International Organisation for Standardisation, 1994.

MTE. Normas Regulamentadora de segurança e saúde no trabalho (**NR-15**): atividades e operações insalubres. Brasília, 1990. Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm>>. Acesso em: abril de 2013.

RUAS, ÁLVARO CESAR. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. Fundacentro. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e medicina do Trabalho, 1999.