



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

PROPOSTA ALTERNATIVA DE GLOBO NEGRO PARA OBTENÇÃO DE TEMPERATURA RADIANTE EM AMBIENTES INTERNOS

**Luciana Girardi Omar (1); Soneize A. de Miranda (2); Bismarck Castillo Carvalho (3);
Roberto Apolonio (4);**

(1) (2) (3) (4) PPGEAA - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Edificações e
Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil – e-mail:

luomar@terra.com.br (1), soneize@bol.com.br (2), bcc@cpd.ufmt.br (3),
apolonio@ufmt.br (4).

RESUMO

A temperatura média radiante é uma variável ambiental de relevância para avaliação das condições de conforto térmico em ambientes internos. Esta temperatura pode ser obtida com auxílio do termômetro de globo negro, que consiste numa esfera oca de cobre, com dimensões padronizadas e pintada externamente na cor preta fosca. No interior deste arranjo é inserido um termômetro de mercúrio ou algum outro tipo de sensor de temperatura. Nessa perspectiva, o presente trabalho apresenta os resultados alcançados com um globo negro alternativo, confeccionado a partir de material plástico, utilizado para a medição da temperatura de globo em ambientes internos. A aferição do desempenho do modelo proposto foi realizada através da comparação dos resultados de ensaios obtidos em laboratório com um instrumento padrão e o dispositivo sob avaliação. Inicialmente, foram avaliados três globos plásticos, de 12 cm e com 9 cm de diâmetro, dotados internamente de termo-higrômetros com *data logger* HT- 400 da Icel, e termopar TMC 50-HD, da Onset com Hobo. A partir dos dados obtidos nas medições com os termômetros de globo alternativos e o termômetro de globo padrão, foram calculadas as temperaturas médias riantes e posteriormente confrontadas e analisados estatisticamente

Palavras-chave: temperatura média radiante; termômetro de globo; conforto térmico.

1 INTRODUÇÃO

A norma Internacional Standard, ISO 7730/2005, define conforto térmico como o estado mental que expressa a satisfação com o ambiente térmico que o circunda. A insatisfação pode ser causada pelo desconforto sentido no corpo, por calor ou por frio.

A avaliação das condições térmicas do ambiente requer o estabelecimento de critérios e valores de referência baseados em índices e escalas de conforto térmico. Estes índices expressam através de valores numéricos a relação entre a causa e efeito do comportamento humano frente às variações térmicas do ambiente (BARBOSA, 1997).

As primeiras propostas de índices de conforto térmico foram limitadas às combinações dos efeitos da temperatura do ar, umidade, velocidade do ar, e se destinavam avaliação de conforto em pessoas em repouso ou em atividades sedentárias. Posteriormente a temperatura radiante foi incorporada ao estudo, principalmente nos estudos de conforto térmico em fábricas, escritórios e residências. Mais tarde ainda, os efeitos das taxas metabólicas, do vestuário e da radiação solar foram levados em conta (GIVONI, 1981).

Segundo a ASHRAE (2009) os índices *Predicted Mean Vote*, PMV, e o *Predicted Percentage Dissatisfied*, PPD, adotados pela norma ISO 7730/2005 são amplamente aceitos para projetos e avaliações das condições de conforto em ambientes internos, principalmente escritórios e residências, desde que sejam observados alguns limites para as condições ambientais e humanas. O PMV é válido para prever as reações de conforto térmico de pessoas vestidas normalmente com trajes comuns para ambientes internos e que estejam desenvolvendo atividades sedentárias de níveis metabólicos baixos ou moderados, e em ambientes em estado estacionário (ISO 7730/2005).

Os índices PMV e PPD da norma ISO 7730/2005 baseiam-se nos estudos do dinamarquês, Ole Fanger, publicado em 1970. Esses índices são obtidos a partir da formulação de uma expressão que traduz o conforto térmico através da correlação de parâmetros físicos de um ambiente, tais como temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade do ar, e parâmetros pessoais como tipo de atividade desempenhada e vestimenta.

O autor da teoria observou que de todas as variáveis ambientais medidas *in loco*, a temperatura média radiante é a mais complexa de ser calculada e medida. A temperatura média radiante é determinada em relação ao corpo humano e pode ser obtida através da soma algébrica de todas as trocas térmicas das partes expostas aos fluxos radiantes de diferentes direções. Cada fluxo pode ser calculado conhecendo-se as dimensões, localização e características térmicas da fonte e do corpo ou parte da roupa exposta. Devido a complexidade e do tempo que envolve para se por em prática este cálculo, a ISO 7726/1996 sugere alguns métodos para a determinação das temperaturas radiantes, são eles: medição utilizando termômetro de globo; medição utilizando dois radiômetros esféricos; método de cálculo através das temperaturas das superfícies ao redor; cálculo da temperatura plana radiante e assimétrica através de sensores de calor de disco refletivo e absorvente ou radiômetros tipo *net radiometer*.

2 ESTUDOS REALIZADOS PARA A OBTENÇÃO DE TEMPERATURA MÉDIA RADIANTE UTILIZANDO GLOBOS NEGROS

Segundo a ISO 7726/1996 o uso do termômetro de globo para a obtenção da temperatura média radiante é uma forma de razoável de se quantificar esta variável. A forma esférica do termômetro de globo apresenta uma aproximação da forma do corpo humano, no caso de uma pessoa sentada. O termômetro de globo negro consiste em um globo negro no qual é inserido um sensor de temperatura, que pode ser um termômetro de mercúrio ou um termopar.

Teoricamente o globo pode ter qualquer diâmetro. Entretanto, esta dimensão deve ser considerada na formulação utilizada para a obtenção da temperatura média radiante. A norma ISO 7726/1996 recomenda a utilização de globos de 15 cm de diâmetro, uma vez que globos com diâmetros menores podem conduzir a leituras ligeiramente superiores, em termos de temperatura e velocidade do ar. Este

fato influirá no valor da obtido para a temperatura média radiante, o que significa uma redução na precisão da medição.

Outros fatores a serem considerados nas medições de temperaturas radiantes com termômetros de globo é o tempo de resposta do termômetro de globo, que é em torno de 20 a 30 min conforme as características físicas do globo e do ambiente, e ainda, quanto a sua alta inércia que restringe o seu uso na obtenção de temperatura radiante em ambientes que as condições ambientais variam muito rapidamente (ISO 7726/1996).

A obtenção da temperatura radiante média (T_{rdmed}) é obtida através das medições das temperaturas de globo, expresso na Eq.1 (ISO 7726/1996).

$$T_{rdmed} = \sqrt[4]{\frac{T_g^4 + h_{cg} \cdot (T_g - T_a)}{\epsilon_g \cdot \sigma}} \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

T_{rdmed} = Temperatura radiante média (K);

T_g = Temperatura de globo (K);

T_a = Temperatura do ar (K);

h_{cg} = coeficiente de transferência de calor por convecção ao nível do globo, em $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$;

ϵ_g = emissividade do globo negro (adimensional);

σ = constante de Stefan-Boltzman = $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$.

Sendo que:

Em casos de convecção natural, h_{cg} é expresso na Eq.2.

$$h_{cg} = 1,4 \left(\frac{\Delta T}{D} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (\text{Eq.2})$$

Para casos de convecção forçada, h_{cg} é expresso na Eq.3:

$$h_{cg} = 6,3 \frac{V_a^{0,6}}{D^{0,4}} \quad (\text{Eq.3})$$

Em que:

D = diâmetro do globo, em metros;

V_a = velocidade do ar ao nível do globo, em m/s;

$\Delta T = T_a - T_g$.

Alguns estudos realizados por Barbosa et al. (2007), Navarine et al. (2007) e Souza et al. (2002), apresentaram alternativas para a substituição de termômetros de globos negros com esfera de cobre e diâmetros de 15 cm por termômetros de globos negro alternativos, confeccionados a partir de materiais plásticos e metálicos, e com diâmetros variados.

Nesses estudos, os pesquisadores investigaram a precisão das temperaturas de globo obtidas através de termômetros de globo confeccionados a partir de materiais alternativos, tendo em vista a utilização em grande escala do termômetro de globo negro nos experimentos de ambiência. Para Souza et al. (2002) faz-se necessário o empenho de pesquisadores que, com base em resultados de pesquisas bem elaboradas e conduzidas, sejam capazes de indicar alternativas para substituição do material padrão (cobre) utilizado na confecção do equipamento, parâmetro que altera de maneira significativa o custo total de montagem experimental.

Em Barbosa et al. (2007) é descrito um experimento realizado no interior de uma sala no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termo-Físicas (LMPT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), objetivando testar um globo confeccionado a partir de material plástico disponível no mercado, como por exemplo, enfeite de natal e um globo metálico. Os globos apresentavam diâmetros de 9 cm, e foram pintados externamente na cor preta fosca, sendo introduzido em seu interior termopares. Os dados das temperaturas foram registradas em Hobos HBli. Após o período de estabilização os globos foram submetidos a um aumento progressivo da potência da fonte geradora de radiação. As diferenças verificadas entre os registros no globo metálico e no globo de plástico variaram entre $-0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$, com média de $-0,08\text{ }^{\circ}\text{C}$ e desvio padrão de 0,06. Os resultados

Souza et al. (2002) estudaram a influência das características físicas de globos alternativos e suas implicações nos resultados obtidos para as temperaturas de globo negro. As temperaturas de globo negro foram utilizadas nos cálculos dos índices de conforto animal, Carga Térmica Radiante (CTR) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU). No experimento foram testados seis tipos de globos negros alternativos com termômetros de mercúrio inseridos no interior dos globos. Três foram confeccionados de plástico, do tipo cloreto de polivinila (PVC), com diâmetros de 15, 11,5 e 3,6 cm; um de alumínio com 13 cm de diâmetro; um de latão com 9 cm de diâmetro e um de cobre com 13 cm de diâmetro. Este último foi utilizado como padrão ou referência na comparação dos resultados obtidos com os outros dispositivos confeccionados.

O experimento foi conduzido nas dependências da Área Experimental de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa/ MG. A coleta das variáveis ambientais: temperatura do ar, temperatura de globo negro, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e velocidade do ar foram realizadas durante oito dias, no verão, a partir das 6h00min, em intervalos de duas horas. A partir dos dados coletados, determinaram-se os índices de conforto CTR e ITGU para cada tipo de globo. Os dados obtidos receberam tratamento estatístico, através da determinação de uma equação de regressão para definição de fatores de correção dos valores de ITGU e CTR, comparativamente ao globo tomado como padrão. O resultado final do experimento concluiu que de todos os globos negros testados, os globos plásticos de 15 e 11,5 cm de diâmetro foram os que obtiveram melhores resultados, em relação ao custo X benefício.

Em pesquisa semelhante, Souza et al. (2002) Navarine et al. (2007), avaliaram a utilização de diferentes materiais e diâmetros para confecção de globos negros para a obtenção de índices de conforto térmico animal. O experimento foi testado numa área experimental da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon. A coleta dos dados foi realizada durante três meses de verão, em três dias da semana e nos horários das 09h00min, 12h00min, 15h00min e 18h00min. As temperaturas de globo negro foram obtidas por meio de termômetros de mercúrio, posicionados nos centros de esferas de polietileno (globo negro). Os globos negros utilizados possuíam diâmetros de 4, 5, 7,5 e 15 cm, com superfície externa e interna pintada de preto fosca.

Na experimentação utilizou-se como referência um globo negro de cobre com 15 cm de diâmetro e termômetro de mercúrio em seu interior. A partir dos dados de velocidade umidade do ar e das temperaturas obtidas, foram determinados os índices de Carga Térmica Radiante (CTR) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU). A partir dos índices calculados foi realizado teste de média de Student Newman Keuls, para o nível de significância de 5%, de forma a comparar os valores de temperatura para os diferentes diâmetros de globo. Os resultados obtidos na pesquisa permitiram concluir que os globos alternativos podem substituir o globo padrão na obtenção dos índices de conforto ITGU e CTR.

3 OBJETIVO

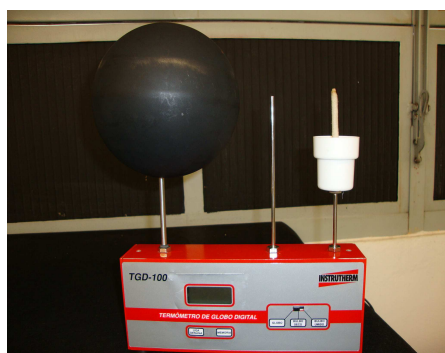
O estudo descrito neste trabalho teve por finalidade verificar e comparar os resultados obtidos por globos alternativos com a inserção integral de termo-higrômetros. Comparando-os a um instrumento de cobre de dimensões padronizadas e um termopar, na determinação das temperaturas médias radiantes, a partir de medições de temperatura do ar e temperatura de globo. Para tanto, foram

construídos e utilizados globos de plástico de 9 e 12 cm de diâmetro, combinados com os dois tipos de sensores, termo-higrômetro *datalogger* e termopar com HOBO.

4 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no interior do Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade de Cuiabá (UNIC), Cuiabá - MT. Foram testados: um termômetro de globo de cobre com 15 cm de diâmetro, considerado como padrão ou referência nas medições de temperatura e umidade do ar, e temperatura de globo (Figura 1a); três termo-higrômetros com *datalogger* e um termopar com HOBO.

O termopar e dois dos termo-higrômetros testados foram inseridos nos globos plásticos para a obtenção das temperaturas de globo. O terceiro termo-higrômetro testado foi destinado à medição das condições ambientais de temperatura e umidade do ar, no local do experimento. Segundo as recomendações da ISO 7726/1996, para reduzir os efeitos da radiação no sensor, este instrumento foi protegido por um abrigo cilíndrico e de material refletivo. Com essa finalidade, foi adotada a recomendação constante em Barbosa et al. (2008) na confecção do abrigo, valendo-se de materiais alternativos como embalagem de refrigerante de 2 litros, revestida por papel alumínio (Figura 1b).



(a)



(b)

Figura 1 - Foto ilustrativa do Termômetro de Globo e abrigo para o termo-higrômetro

Os globos alternativos foram confeccionados a partir de duas tipologias de esferas ocas com diâmetros de 9 cm e 12 cm, de material plástico, utilizadas em decorações natalinas. As esferas tiveram recortadas uma das bases para adaptação de bocais rosqueáveis, retirados de embalagens de pigmentos para tintas, utilizadas na construção civil. Após realizar a adaptação dos bocais nas esferas, utilizando-se cola plástica, foram aplicadas nas superfícies externas das esferas duas demãos de tinta *spray* na cor preta fosca.

No interior dos globos foram inseridos os sensores com *data logger*, responsáveis pela medição e registro dos sinais, respectivamente. Nos globos de diâmetros de 9 cm e 12 cm foram inseridos os termo-higrômetros com *data logger*, modelo HT-4000, do fabricante ICEL (Figura 2). Em outra unidade de 9 cm de diâmetro, foi inserido um sensor termopar TMC 50-HD, conectado a um HOBO *data logger* U-12-012, do fabricante ONSET.



Figura 2 – Globos negros alternativos e os termo-higrômetros com *data logger*

A Tabela 1 apresenta a especificação técnica de cada sensor.

Tabela 1 – Especificação dos equipamentos

	Temperatura		
	Intervalo	Precisão	Resolução
Termômetro de globo, TGD -100, Instruterm	- 10 °C a + 150 °C	± 0,1 °C	0,1 °C
Termo-higrômetro <i>datalogger</i> , HT- 4000, ICEL	- 40 °C a + 70 °C	± 1,0 °C	0,1 °C
Termopar TMC 50-HD, Onset	-20°C a + 70 °C	± 0,4 °C	0,1 °C

Como fontes de calor foram utilizadas duas lâmpadas incandescentes, inicialmente de 40 W de potência e, na sequência, 100 W. Os termo-higrômetros e o HOBO foram configurados para adquirirem sinais a cada 30 segundos, durante um período de uma hora.

Visado proporcionar uma irradiação o mais homogênea possível para a todos os componentes sob teste, os globos plásticos foram nivelados na mesma altura do globo de cobre. Os globos negros foram montados sobre uma mesa e distribuídos uniformemente nos vértices de um quadrado equilátero, com espaçamento de um metro entre eles. A fonte de calor, como dito, formada por uma luminária foi disposta no ponto central da diagonal do quadrado equilátero (Figura 3).

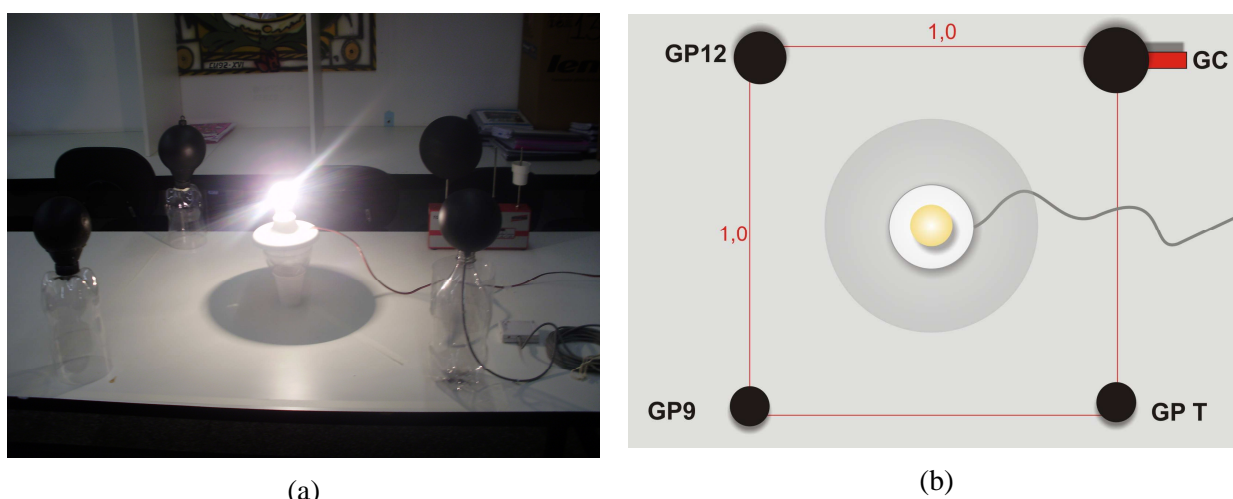


Figura 3 – Foto do arranjo e esquema de montagem do experimento

A partir dos dados obtidos com as medições de temperatura do ar (T_a) e globo (T_g) calculou-se as temperaturas médias radiantes (T_{rmed}) para cada tipo de globo com seu respectivo sensor, através da Equação 1 apresentada anteriormente no Capítulo 2. Considerou-se nos cálculos das temperaturas médias radiantes os diâmetros de cada globo ($d=9, 12$ e 15 cm), a emissividade (ϵ_g) de 0,95 devido a cor preta do globo, a constante de Stefan-Boltzman (σ) de $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$. Por se tratar de um ambiente fechado com a velocidade do ar muito próxima de zero adotou-se o coeficiente de transferência de calor (h_{cg}) calculado pela equação Eq.2, dada para convecção natural.

Os dados obtidos das temperaturas médias radiantes para cada instrumento submetidos a radiação de 40 W e 100 W aplicaram-se testes estatísticos para a verificação das igualdades das médias e variâncias. Posteriormente calculou-se erro relativo máximo para cada equipamento.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir da metodologia definida foram calculadas as temperaturas médias radiantes dos equipamentos propostos neste trabalho. O período de análise contempla os primeiros 20 minutos de medições. Após este período as temperaturas tenderam a se estabilizar até o final da medição de 60 minutos. Os resultados e a análise estatística estão apresentados separadamente, para cada intensidade de radiação utilizada.

O Gráfico 1 ilustra as temperaturas médias radiantes obtidas com os instrumentos submetidos à radiação de 40W

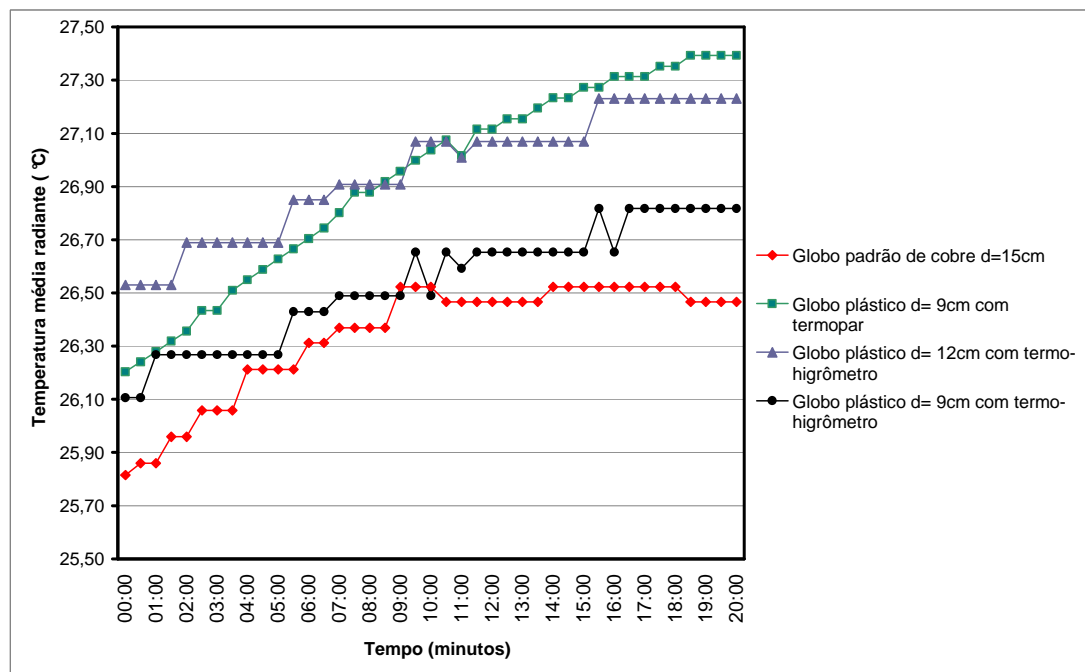


Gráfico 1 – Temperaturas médias radiantes calculadas para uma radiação térmica de 40W

Os dados das temperaturas médias radiantes foram analisados estatisticamente através do cálculo da ANOVA. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 2:

Tabela 2 – ANOVA para as temperaturas médias radiantes submetidas à radiação de 40 W

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
TG cobre	41	1079,994	26,34132	0,047916
TGP termopar	41	1104,173	26,93105	0,142187
TGP d= 12 cm	41	1105,104	26,95376	0,054068
TGP d= 9 cm	41	1087,975	26,53597	0,048332

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	11,19196904	3	3,730656	51,01705	3,41814E-23	2,661108311
Dentro dos grupos	11,70010917	160	0,073126			
Total	22,89207821	163				

Observa-se que para um nível de significância de 5 % os valores obtidos para as médias, variâncias e o valor –P, confirmam a hipótese de mesma igualdade de médias. A maior diferença na variância verificada foi a do dispositivo dotado de termopar, porém esta diferença não chega a ser significativa, pois o erro relativo máximo obtido para este equipamento foi de 3,5% em relação a temperatura média radiante obtida pelo termômetro de globo de cobre. Os demais erros relativos máximos calculados foram de: 2,88% para o termômetro de globo plástico de diâmetro de 12 cm, e de 1,57% para o termômetro de globo plástico de 9 cm.

O mesmo procedimento anterior foi repetido para a temperatura radiante de 100 W, cujos resultados são apresentados na sequência, no Gráfico 2.

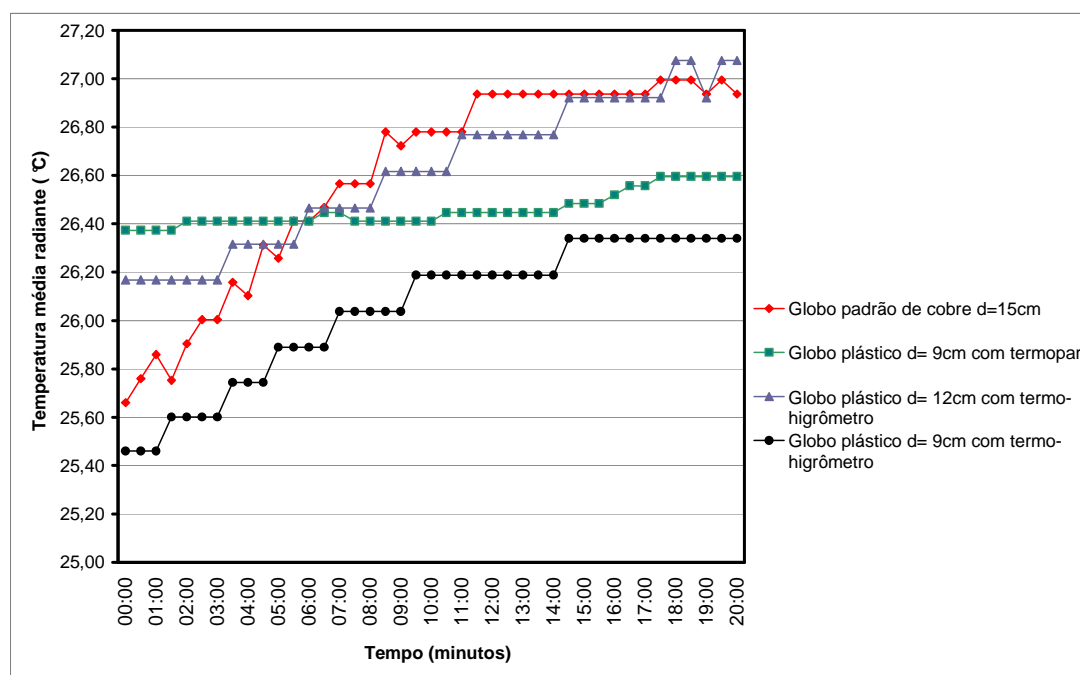


Gráfico 2 – Temperaturas médias radiantes calculadas para uma radiação térmica de 100 W

Os dados calculados para a ANOVA, desta vez para o caso de temperatura radiante de 100 W, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – ANOVA para as temperaturas médias radiantes submetidas à radiação de 100 W

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
TG cobre	41	1090,468	26,59677	0,179108797
TGP termopar	41	1084,757	26,45749	0,005093831
TGP d= 12 cm	41	1091,22	26,61513	0,093184208
TGP d= 9 cm	41	1067,706	26,0416	0,085734587

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	8,760628	3	2,920209	32,16785694	2,51337E-16	2,661108
Dentro dos grupos	14,52486	160	0,09078			
Total	23,28549	163				

Assim como no caso anterior, neste também se observa que para um nível de significância de 5 %, os valores obtidos para as médias, variâncias e o valor –P confirmam a hipótese de igualdade de médias. O maior erro relativo máximo calculado foi para o dispositivo dotado de termopar, com 2,77%, seguido pelo termômetro de globo plástico de diâmetro de 12 cm com 1,97 %, de 0,58% para o termômetro de globo plástico de diâmetro de 9 cm.

Considerando a média de erros encontrados, pode-se definir a expressão de uma reta $y = a \cdot x$ para efetuar-se a correção dos valores através da regressão linear. As equações obtidas e o coeficiente de determinação (R^2) que expressa o percentual dos pontos medidos explicados pela regressão estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Equações de correção e coeficiente de determinação

	$Y = a \cdot x$	R^2
Temperatura de globo: TGD-100 x Globo plástico d= 9 cm + termopar	$Y = 0,994547 x$	0,999804
Temperatura de globo: TGD x Globo plástico d= 9 cm + HT-400	$Y = 0,979051 x$	0,999970
Temperatura de globo: TGD x Globo plástico d= 12 cm + HT-400	$Y = 1,000609 x$	0,999957

Nota-se, que os coeficientes de correção e coeficiente de determinação (R^2) estão muito próximos de unidade o que confirma a hipótese de igualdade entre os valores obtidos pelos quatro dispositivos testados.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que os globos alternativos confeccionados de material de plástico, associados a termo-higrômetros ou ao termopar com Hobo, podem ser considerados como uma alternativa válida para a substituição do globo de cobre na obtenção das temperaturas de globo em ambientes internos, uma vez que os resultados alcançados são altamente satisfatórios.

Merece destaque a utilização desta alternativa, que além dos menores custos envolvidos, disponibiliza a possibilidade de realização de estudos com menor dependência de equipamentos encontrados comercialmente, que muitas vezes podem dificultar ou até impedir este tipo de experimentação.

Evidentemente, a realização de novos testes é interessante de maneira a realizar avaliações sob condições diferentes e por tempos de observação maiores, que permitam atestar de maneira mais conclusiva a sua confiabilidade para este tipo de estudo científico.

7 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, **Fundamentals Handbook**. Atlanta: ASHRAE, 2009.

BARBOSA, M. J., WEILLER, G. C. B., LAMBERTS, R. Disposição dos equipamentos para medição da temperatura do ar em edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 89-108, jul./set. 2007.

BARBOSA, M. J., LAMBERTS, R., GUTHS, S. Uso de barreiras de radiação para minimizar o erro no registro das temperaturas do ar em edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 117-136, out./dez. 2008.

FANGER, P.O. **Thermal confort, analysis and applications in environmental engineering**. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970. 244p.

GIVONI, B. **Man, climate and Architecture**. 2 ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1981. 483p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730**: Moderate thermal environments: Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, 2005.

_____. **ISO 7726**: Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities, 1996.

NAVARINI, F. C., KLOSOWSKI, E. S., TORRES, A. C., ROCKENBACH, E. K., EYNG, C., LIMA M. Avaliação de Diferentes Diâmetros e Materiais para Confecção de Globos Negros para estimativa de índice de conforto térmico em condições de pasto. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ZOOTECNISTAS, 2007, Brasília. **Anais eletrônicos...**, Brasília: ABZ, 2007. Disponível em: <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/bioclimatologia-ambiencia>>. Acesso em: 20 Mar.2010.

SOUZA, C.F., TINÔCO, I.F.R., BAÊTA, F.C., FERREIRA, W.P.M., SILVA, R.S. **Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo**. Revista Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v.26, n.1, p.157-164, jan./fev., 2002. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/revista/26_1/art18.PDF> Acesso em: 10 de mar.2010.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES pela bolsa de estudos. Aos professores Eduardo Chilletto e João Mário Adrião do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Cuiabá (UNIC), a técnica do Laboratório de Conforto Ambiental da UNIC, Juliana Mendes, ao professor de estatística Dr. Norman Barros Longsdon e ao Curso de Mestrado de Engenharia de Edificações e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso.