

Avaliação de abrigos alternativos para termo-higrometros em função do custo, manuseio e análise estatística do desempenho

Alternative shelters rating thermo-hygrometers due to cost, handling and performance of the statistical analysis

Marcos de Oliveira Valin Jr , Karyn Ferreira Antunes Ribeiro, Victor André Botelho, Geraldo Aparecido Rodrigues Neves, Flávia Maria de Moura Santos e Marta Cristina de Jesus Albuquerque Noqueira

Instituto Federal de Mato Grosso/IFMT, Cuiabá, MT, Brasil.
marcos.valin@cba.ifmt.edu.br; karyn.ribeiro@cba.ifmt.edu.br; victor.abotelho@gmail.com;
garneves@gmail.com; flavia_mms@hotmail.com; mcjanp@gmail.com

Resumo

A padronização dos instrumentos de coleta de dados é fundamental para a qualidade dos estudos microclimáticos. Devido a limitações financeira e necessidades específicas muitos sensores, abrigos e sistemas alternativos aos padrões são desenvolvidos, baseados na experiência e criatividade dos pesquisadores. O objetivo deste trabalho é fornecer subsídio aos estudos de clima urbano, verificando as influências de diferentes tipos de abrigos alternativos para termo-higrômetros em pontos fixos, sendo que foram construídos cinco tipos de abrigos e avaliados quanto ao desempenho, a facilidade de execução, os materiais e ferramentas utilizados, e os custos envolvidos. Com base no desempenho dos abrigos alternativos analisados, tem-se que os abrigos do tipo vertical e o com pote de sorvete não se demonstram eficientes para a coleta de dados em pontos fixos, principalmente se utilizados durante o dia. É possível também concluir que não apenas o material utilizado está associado ao desempenho, mas também quanto à sua arquitetura.

Palavras-chave: Abrigos. Abrigos alternativos. Termo-higrometros.

Abstract

The standardization of data collection instruments is critical to the quality of the microclimate studies. Due to financial constraints and specific needs many sensors, shelters and alternative systems the standards are developed, based on experience and creativity of researchers. The objective of this study is to provide subsidy to the urban climate studies, checking the influence of different types of alternative shelters thermo-hygrometers at fixed points, and were built five types of shelters and evaluated for performance, ease of implementation, materials and tools used, and the costs involved. Based on the performance of alternative shelters analyzed, it has the shelter of the vertical type and the ice cream pot does not demonstrate efficient to collect data at fixed points, especially if used during the day. It can also conclude that not only material used is linked to the performance, but also on its architecture.

Keywords: Shelters. Alternative shelters. Thermo-hygrometers.

1 Introdução

Garantir a moradia com qualidade de vida aos cidadãos é de suma importância, os primeiros estudos começaram a se desenvolver na época da revolução industrial onde ocorreram surtos de doenças por falta de infraestrutura, e nos dias atuais a preocupação é com o conforto térmico, lumínico, acústico e ambiental.

Nos estudos da climatologia, que são importantes para a garantia da qualidade de vida, é imprescindível a realização de trabalhos em campo, visando à obtenção de dados para serem analisados, envolvendo mais do que somente observação e análise, normalmente visam à obtenção de dados de temperatura do ar, e umidade relativa do ar, precipitação, radiação, entre outros. Esses dados só podem ser obtidos através do uso de equipamentos e sensores específicos, sendo que muitos desses necessitam de abrigos meteorológicos para proteção dos sensores e também para garantir a qualidade e padronização dos dados.

A padronização dos instrumentos de coleta e abrigos utilizados é fundamental para a qualidade desses estudos microclimáticos, visto que esses dados geralmente são a base desses estudos, bem como garantir que sejam de fácil acesso e baixo custo. Outro ponto relevante nos estudos microclimáticos nas cidades é a questão da segurança patrimonial dos equipamentos, seja quanto ao furto ou vandalismo.

Em Cuiabá - MT, e não diferentemente em outras cidades do Brasil, pesquisas de sistemas urbanos são desenvolvidas majoritariamente por universidades e centros de ensino, onde os recursos são limitados e dependentes de editais ou mesmo de recursos próprios de pesquisadores. Para contornar essas dificuldades muitos sensores, abrigos e sistemas alternativos aos padrões são desenvolvidos, baseados na experiência e criatividade dos pesquisadores.

Pesquisas microclimáticas são realizados constantemente com o objetivo de subsidiar estudos de ilhas de calor, projetos de edificações, conforto ambiental e o planejamento urbano.

Autores da área de clima urbano utilizam, entre outros, estações fixas padrões, pontos de coleta fixo em vários pontos da cidade, o método do transecto móvel, entre outros para verificar

diferenças entre os parâmetros climáticos em pontos de diferentes ocupações do solo. Estes estudos compreendem medidas de temperatura do ar e umidade relativa do ar relacionados com o perfil de uso e ocupação do solo, vegetação e altitude, sendo que os métodos de coleta dos dados.

Um dos desafios atuais na área de pesquisa de clima urbano refere-se a padronização dos procedimentos de coleta e análise de dados (Oke, 2005).

Os abrigos utilizados em termo-higrômetros devem permitir uma boa ventilação natural por todos os lados, bloquear a entrada de chuva e de radiação solar direta, permitir a entrada de radiação solar difusa. Pensado nisso, diferentes autores desenvolveram abrigos alternativos para realização de pesquisas, porém observa-se diferenças em seus formatos e posições de instalação.

Conhecer os tipos de abrigos possíveis e avaliá-los quanto a utilização em situações diversas é de grande importância para validação e precisão de estudos microclimáticos. Além disso esses abrigos devem ser leves e duráveis para serem viáveis de se utilizar.

A padronização envolve nomenclaturas, métodos de trabalho e análise, de forma que a transmissão da tecnologia desenvolvida possa ser melhor compreendida e aplicada para as diversas realidades. Essa é uma preocupação também brasileira que detém diversos grupos de estudo na área de clima urbano se consolidando, só que trabalhando muitas vezes de forma isolada (COSTA, et al., 2007).

Como forma de fornecer subsídio aos estudos de clima urbano, é proposto como objetivo geral verificar as influências de diferentes tipos de abrigos alternativos para termo-higrômetros em pontos fixos.

Os objetivos específicos consistem em construir os principais tipos de abrigos identificados; calibrar termo-higrômetros; realizar coleta de dados com os diferentes tipos de abrigos; e analisar os dados obtidos quanto ao custo, manuseio e o desempenho através de análises estatísticas.

2 Materiais e métodos

2.1 Construção dos abrigos alternativos

Para a realização desta pesquisa foram necessários confeccionar cinco tipos de abrigos para termo-higrometros, sendo avaliados a facilidade de execução, os materiais e ferramentas utilizadas, e os custos envolvidos, sendo escolhidos os seguintes tipos:

A. Abrigo com tubo de PVC horizontal – “horizontal”;

- B. Abrigo com tubo de PVC vertical – “vertical”;
- C. Abrigo com pratos plásticos brancos – “pratos”;
- D. Abrigo com pote de sorvete branco – “sorvete”;
- E. Abrigo de madeira – “madeira”.

A. *Abrigo com tubo de PVC horizontal*

O abrigo foi produzido com tubos de PVC rígidos, na cor branca, sendo necessário 0,6 m de comprimento no diâmetro de 100 mm e 0,5 m de comprimento no diâmetro de 75 mm, Figura 1.

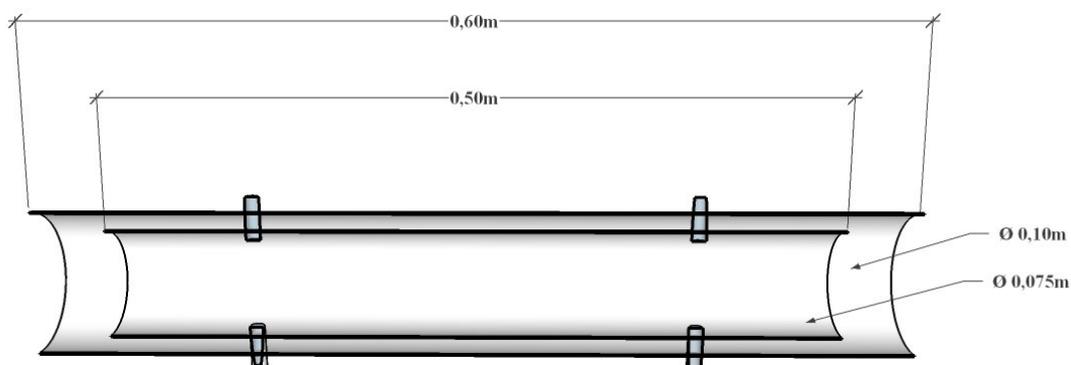


Figura 1 – Dimensões do abrigo horizontal

O tubo menor foi revestido na sua face externa por papel aluminizado (de uso convencional no preparo de alimentos) com o auxílio cola branca comum, para proteger de possíveis efeitos de radiação térmica, Figura 2.



Figura 2 – Revestimento do tubo interno com papel aluminizado.

Para centralizar o tubo menor no interior do tubo maior, utilizou-se de parafusos, Figura 3, permitindo dessa maneira que o datalogger (sensor) ficasse centralizado, com ventilação e protegido de intempéries.

As ferramentas utilizadas foram uma trena, uma chave de fenda e uma serra de arco, conhecida como “segueta”.



Figura 3 – Centralização do tubo interior com o auxílio de parafusos.

Para a instalação desse abrigo em locais fixos é fundamental conhecer o sentido da direção do vento predominante.

B. Abrigo Vertical

Para sua produção utilizou-se um tubo de PVC rígido, cor branca, de 75 mm de diâmetro e 0,25 m de comprimento, Figura 4.

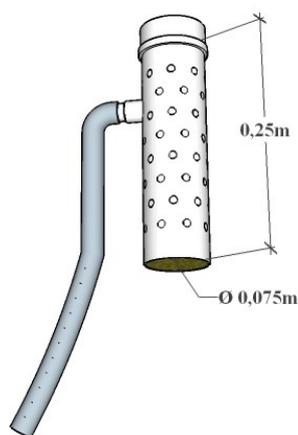


Figura 4 – Dimensões do abrigo vertical.



Figura 5 – Realização de furos no entorno do tubo.



Figura 6 – Preparação do fundo do abrigo com esponja.

O tubo foi perfurado, com o auxílio de uma furadeira com broca de 4mm, para permitir a passagem de ar, Figura 5.

As ferramentas utilizadas foram uma trena, um estilete, uma serra de arco e uma furadeira com broca de 4 mm.

C. Prato

Foi construído utilizando seis pratos redondos de plástico na cor branca, com as dimensões de 0,12m no fundo do prato (aba menor), 0,215 m na aba maior do prato e 0,03 m de profundidade do prato, Figura 7.

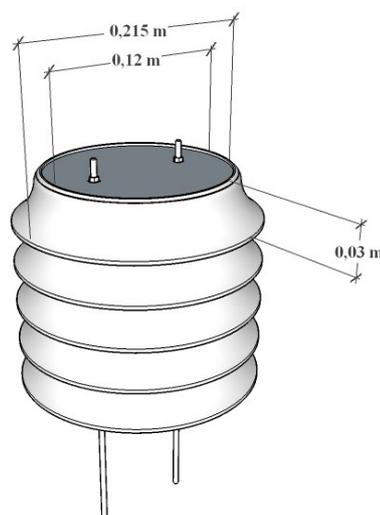


Figura 7– Dimensões do abrigo com pratos plásticos.

Nos pratos intermediários foram realizadas aberturas para o posterior posicionamento do sensor, Figura 8.



Figura 8– Pratos intermediários sendo furados.

A distância entre os pratos foi de 2,5 cm, assegurados através de mangueira de nível transparente contados, sustentados por duas barras galvanizadas roscadas de tamanho e 0,4 cm diâmetro, de modo a fixar os pratos sobrepostos, Figura 9.

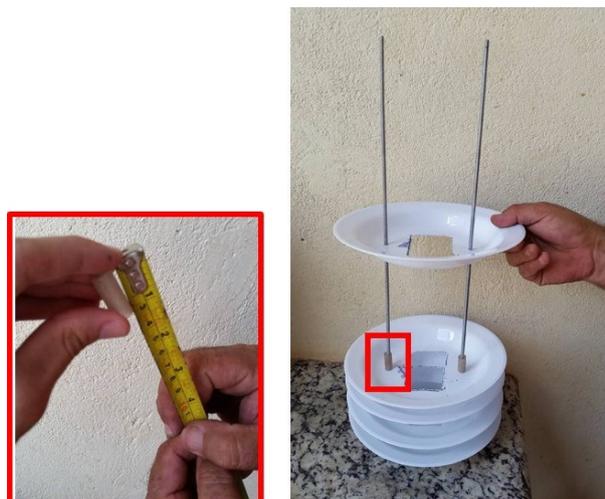


Figura 9– Espaçamento entre os pratos.

Os pratos superiores e os intermediários foram travados com o auxílio de porcas e arruelas junto com os espaçadores, sendo apenas o último prato inferior fixado com porcas do tipo borboleta, para facilitar o manuseio. As ferramentas utilizadas foram uma trena, um estilete, uma serra de arco e uma furadeira.

D. Sorvete

O pote utilizado é o convencionalmente utilizado para venda de sorvete de 2 litros, sendo que possui 0,15 m de comprimento por 0,11 m de largura e 0,12 m de altura (Figura 10).

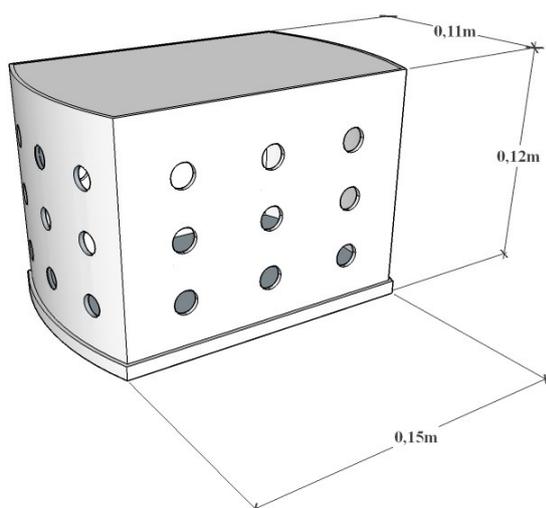


Figura 10 – Dimensões do abrigo com pote de sorvete.

O pote de sorvete branco, inclusive a tampa na cor branca, com furos realizados com o

auxílio de uma furadeira com broca de 4mm, para permitir a passagem de ar, Figura 11.



Figura 11 – Furos para passagem do ar no abrigo com pote de sorvete.

O plástico utilizado neste tipo de recipiente é do tipo poliestireno (PS), que tem como principais características ser impermeável, inquebrável, rígido, transparente, leve e brilhante.

A ferramenta utilizada foi uma furadeira com broca de 4 mm.

E. Madeira

O abrigo possui as dimensões de 54 cm de comprimento, 35 cm de largura e 60 cm de altura, com furos 20 furos de 2 cm de diâmetro em cada uma das 2 portas e outros 20 furos de 3,5 cm nas laterais (Figura 12 12).

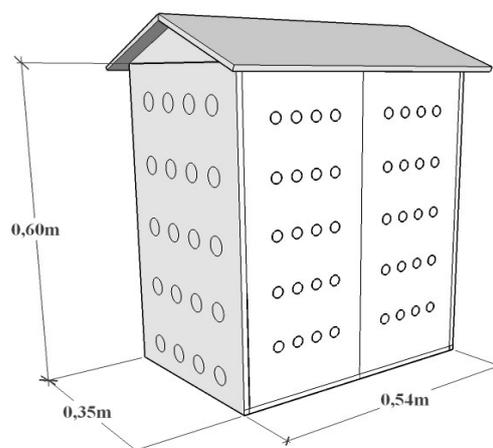


Figura 12 – Dimensões do abrigo de madeira.

Após a montagem do abrigo foi confeccionado um suporte para deixá-lo na altura de 1,1m, Figura 13.

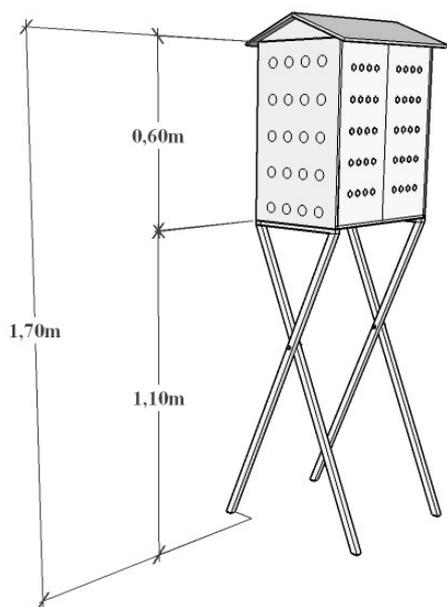


Figura 13 – Dimensão do abrigo com o suporte.

O abrigo foi construído com chapas de madeira, pintadas com tinta esmalte branca e furada nas portas e laterais para a circulação do ar, Figura 14.



Figura 14- Abrigo de madeira sendo construído.

As ferramentas utilizadas foram uma trena, uma serra de arco, uma furadeira, uma serra copo de 32 mm e outra de 19 mm, uma chave de fenda e um rolo de pintura.

2.2 Sensores utilizados

Os sensores utilizados nos abrigos alternativos neste estudo são do tipo Data Logger, modelo U12-012, de fabricação da Onset Compter Corporation (Figura Figura 1515).

O HOBO U12-012 é capaz de registrar medidas de temperatura, umidade relativa do

ar, intensidade de luz. Com medidas de resolução de 12 bits, este registrador de dados reúne uma gama de dados gravados de 43.000 medições. (Onset Computer Corporation, 2015).

O Data Logger tem as dimensões de 58 x 74 x 22 mm, é alimentado por baterias de substituição de lítio, e suporta também mais uma saída.

Como padrão para referência de para comparar o desempenho dos abrigos alternativos foi utilizado uma estação automatizada, modelo Vantage Pro 2™ da marca Davis (Erro! Fonte de referência não encontrada.16), que é composta por sensor termo-higroanemômetro (mod. 6382, Davis Instruments, USA). A estação também é composta por conjunto de sensores que reúnem pluviômetro, velocidade e direção do vento e pressão barométrica.



Figura 15 - U12-012 Data Logger



Figura 16 - Estação automatizada, modelo Vantage Pro 2™ da marca Davis

A Tabela 1 apresenta os dados de precisão dos sensores utilizados.

Tabela 1 - Dados de precisão dos sensores

Sensor:	Data Logger Hobo U12-012	
Faixa de medição:	Temperatura do ar: -20° a 70°C Umidade relativa do ar: 5% a 95%	Temperatura do ar: -40°C a +65°C Umidade relativa do ar: 1% a 100%
Acurácia:	Temperatura do ar: $\pm 0,35^\circ\text{C}$ Umidade relativa do ar: $\pm 2,5\%$	Temperatura do ar: $\pm 0,4^\circ\text{C}$ Umidade relativa do ar: $\pm 3\%$

Os sensores utilizados foram calibrados na sua aquisição, entretanto foram verificados novamente antes da utilização, sendo que foram ligados nas mesmas configurações e condições ambientais, em uma sala fechada e sem circulação de pessoas. A análise da comparação foi feita para os dados do sensor interno e também para o externo. O procedimento foi realizado durante o mês de março de 2015. Os resultados foram expressos através de uma matriz de correlação, em que apresentaram valores sempre maiores do que 0,99 demonstrando a acurácia entre os sensores.

2.3 Instalação dos abrigos

O estudo foi desenvolvido nas dependências da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em espaço reservado para o desenvolvimento e monitoramento de pesquisas ambientais, localizada no município de Santo Antônio de Leverger (15°46' S e 56°05' W), conforme localização na

Figura 17– Localização17. Santo Antônio de Leverger faz parte da Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá, porém o município não apresenta desenvolvimento comercial ou industrial, sendo predominante rural

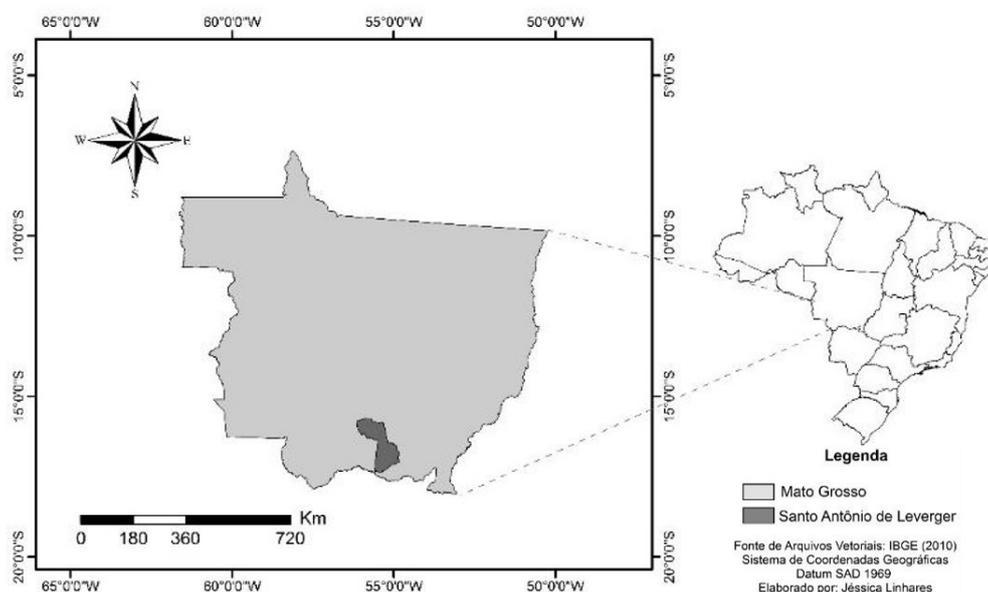


Figura 17– Localização do local de estudo.

A região possui duas estações do ano bem definidas: uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão) (MAITELLI, 1994). O índice pluviométrico anual varia de 1250 a 1500 mm (CAMPELO JUNIOR, et al., 1991). Apresenta ainda baixa frequência e velocidade média do ar e está classificado como Aw, segundo a Classificação de Köppen.

Os abrigos construídos foram instalados de forma a manter a estrutura do solo e vegetação para que não haja alteração nas variáveis de medidas, sendo um campo aberto. Um cavalete foi construído para fixação dos abrigos (sorvete, horizontal, vertical e de pratos) com altura de aproximadamente 1,5m, conforme normas da OMM, sendo o abrigo de madeira e a estação de referências posicionadas cada um próximo a uma das extremidades do cavalete (

Figura 1818).

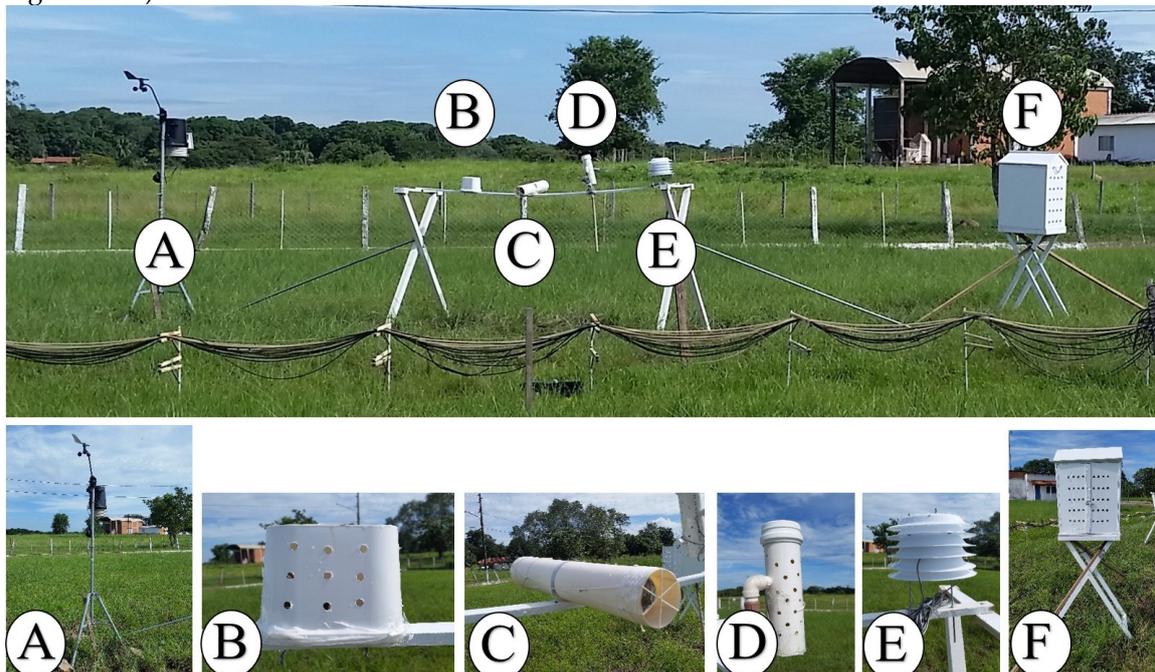


Figura 18 - Equipamentos instalados.

A instalação ocorreu de maneira a ficar no sentido predominante da direção do vento, no caso Norte-Noroeste (45°).

Os abrigos foram instalados no mês de abril do ano de 2015, sendo na mesma data o início das medições, e ocorreram por um período de 40 dias.

2.4 Análise dos dados

Foram contabilizadas as ferramentas utilizadas, necessidade de serviços terceiros e tamanho para transporte foram registrados durante a preparação dos abrigos.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram organizados em planilhas no Microsoft Excel, bem como a geração de gráficos com as médias horárias e tabelas com as diferenças de

temperatura registrada no padrão com os abrigos alternativos.

A análise estatística procedeu-se com a análise de variância multivariada (MANOVA) para verificação da significância dos dados, e

também testes dos efeitos entre grupos em cada variável (ANOVA).

Para verificar se entre os abrigos as diferenças na temperatura e umidade relativa são significativas, realizaram-se os testes de comparações múltiplas Tukey HSD. Ambos os testes foram realizados utilizando-se o software SPSS Statistics versão 22.0.

3 Resultados e discussões

3.1 Custo

A Tabela 2 traz a composição de custo dos materiais necessários para construção dos abrigos, sendo o de menor valor o do tipo “Sorvete” por R\$ 1,50 (um real e cinquenta centavos), seguido pelo “Horizontal” por R\$ 19,96 (dezenove reais e noventa e seis centavos), após o “Vertical” por R\$ 29,39 (vinte e nove reais e trinta e nove centavos), o “Prato” por R\$ 33,20 (trinta e três reais e vinte centavos) e o de maior custo foi o de “Madeira” por R\$ 101,40 (cento e um reais e quarenta centavos).

Tabela 2 - Custo dos materiais para fabricação dos abrigos alternativos

Item	Descrição	Unidade de comercialização	Valor Unitário (R\$)	Quantidade necessária	Valor Total (R\$)
1. HORIZONTAL					
1.1	Tubo esgoto 100mm	Barra 6 m	35,49	0,60	3,55
1.2	Tubo esgoto 75mm	Barra 6 m	37,28	0,50	3,11
1.3	Papel aluminizado	Rolo	7,00	1,00	7,00
1.4	Cola	Tubo	1,50	1,00	1,50
1.5	Parafuso	Unid.	0,80	6,00	4,80
TOTAL =					19,96
2. VERTICAL					
2.1	Tubo esgoto 75mm	Barra 6 m	37,28	0,25	1,55
2.2	CAP esgoto 75mm	Unid.	3,90	1,00	3,90
2.3	Nípel roscável 1/2	Unid.	0,53	2,00	1,06
2.4	Joelho roscável 1/2	Unid.	0,88	1,00	0,88
2.5	Cano de água 1/2	Barra 6 m	20,00	1,00	20,00
2.6	Esponja (limpeza / cozinha)	Unid.	2,00	1,00	2,00
TOTAL =					29,39
3. PRATO					
3.1	Prato plástico branco	Unid.	3,00	6,00	18,00
3.2	Mangueira de nível 1/4'	Metro	1,00	0,25	0,25
3.3	Barra roscada 3/8 - 1 metro	Unid.	8,71	1,00	8,71
3.4	Porca	Unid.	0,20	12,00	2,40
3.5	Porca borboleta	Unid.	0,80	2,00	1,60
3.6	Arruela	Unid.	0,16	14,00	2,24
TOTAL =					33,20
4. SORVETE					
4.1	Pote 2l branco com tampa	Unid.	1,50	1,00	1,50
TOTAL =					1,50
5. MADEIRA					
5.1	Painel 2440 mmx1220 mmx2,5 mm	m ²	14,00	1,3	18,20
5.2	Tinta branca esmalte	Lata 3,6l	35,60	1,00	35,60
5.3	Dobradiça para Porta 3.1/2" Aço	Unid.	7,90	4,00	31,60
5.4	Parafuso	Unid.	0,80	20,00	16,00
TOTAL =					101,40

Para a construção dos abrigos, é importante ressaltar que os tipos Horizontal, Vertical, Prato e Sorvete puderam ser confeccionados de maneira simples e "artesanal", enquanto que o "Madeira" foi necessário equipamento e mão de obra específica para o corte das chapas de madeira, conforme detalhado na Tabela 3

Tabela 3 - Custo das ferramentas para fabricação dos abrigos alternativos

Item	Descrição	Unidade de comercialização	Valor Unitário (R\$)	Quantidade necessária	Valor Total (R\$)
1. HORIZONTAL					
1.1	Trena 3 metros	Unid.	15,00	1,00	15,00
1.2	Serra de arco	Unid.	7,00	1,00	7,00
1.3	Chave fenda	Unid.	12,00	1,00	12,00
				TOTAL =	34,00
2. VERTICAL					
2.1	Trena 3 metros	Unid.	15,00	1,00	15,00
2.2	Serra	Unid.	7,00	1,00	7,00
2.3	Furadeira	Unid.	150,00	1,00	150,00
2.4	Broca 4mm	Unid.	5,00	1,00	5,00
				TOTAL =	177,00
3. PRATO					
3.1	Trena 3 metros	Unid.	15,00	1,00	15,00
3.2	Furadeira	Unid.	150,00	1,00	150,00
3.3	Estilete	Unid.	8,00	1,00	8,00
				TOTAL =	173,00
4. SORVETE					
4.1	Furadeira	Unid.	150,00	1,00	150,00
4.2	Broca 4mm	Unid.	5,00	1,00	5,00
				TOTAL =	155,00
5. MADEIRA					
5.1	Trena 3 metros	Unid.	15,00	1,00	15,00
5.2	Furadeira	Unid.	150,00	1,00	150,00
5.3	Rolo de pintura	Unid.	3,50	1,00	3,50
5.4	Serra copo 32mm	Unid.	22,14	1,00	22,14
5.5	Serra copo 19mm	Unid.	16,58	1,00	16,58
5.6	Serra circular	Unid.	340,00	1,00	340,00
5.7	Chave fenda	Unid.	12,00	1,00	12,00
				TOTAL =	559,22

Caso fosse necessário realizar a aquisição das ferramentas para confeccionar os abrigos, o de menor custo seria o “Horizontal” por R\$ 34,00 (trinta e quatro reais), seguido pelo “Sorvete” por R\$ 155,00 (cento e cinquenta e cinco reais), após o “Prato” por R\$ 173,00 (cento e setenta e três reais), o “Vertical” por R\$ 177,00 (cento e setenta e sete reais) e o de maior custo foi o “Madeira” por R\$ 559,22 (quinhentos e cinquenta e nove reais e vinte e dois centavos).

3.2 Manuseio

O transporte dos abrigos e sensores foi uma fase crítica, pois os tipos Horizontal, Vertical, Prato e Sorvete puderam ser transportados com facilidade em veículo de passeio, seja no porta malas ou no banco traseiro, e todos de uma só vez.

Já para o transporte do abrigo “Madeira”, devido suas dimensões não é possível de ser transportado em veículo de passeio, sendo necessário a utilização de veículo com carroceria, além de que devido ao peso e tamanho são

necessários 2 (duas) pessoas para o seu transporte, enquanto que os demais podem ser transportados com facilidade por um único indivíduo.

Referente a limpeza, constatou-se que os abrigos com material de pvc não acumularam sujeira (poeira) em sua superfície, assim como nenhuma alteração em sua cor no período de 6 meses (abril a setembro).

Já os abrigos com o pote de sorvete e o com pratos plásticos acumularam poeira, sendo que foram realizadas limpezas com flanela a cada quinze dias, de modo simples e rápido.

O abrigo de madeira, apesar de pintado com tinta esmalte branca, própria para este tipo de superfície, acumulou sujeira em sua superfície, sendo que a limpeza foi realizada também a cada quinze dias, porém notou-se que foram ocorrendo mudanças gradativas na sua cor (Figura 19).

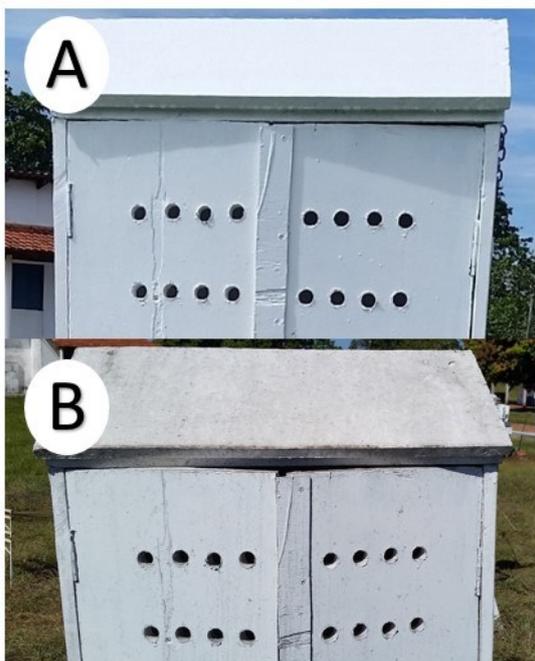


Figura 19 - Avaliação da cor do abrigo de madeira: A – abril/2015; B – Agosto/2015.

A observação das médias horárias da temperatura do ar do abrigo padrão com os abrigos alternativos está ilustrada na Figura 20, e da umidade relativa do ar na Figura 21.

Entre as 18:00 e 6:00 horas, quando não há incidência de raios solares as temperaturas registradas nos abrigos alternativos foram menores do que o padrão, e quando há incidência dos raios solares a temperatura dos abrigos alternativos foram maiores do que o padrão.

De maneira oposta ao que ocorreu com as temperaturas do ar registradas nos abrigos, com a umidade relativa do ar na média nos horários, observa-se que entre as 18hs e 07hs, quando não há incidência de raios solares as umidades relativas do ar registradas nos abrigos alternativos foram maiores do que o padrão, e

3.3 Desempenho – Análise estatística

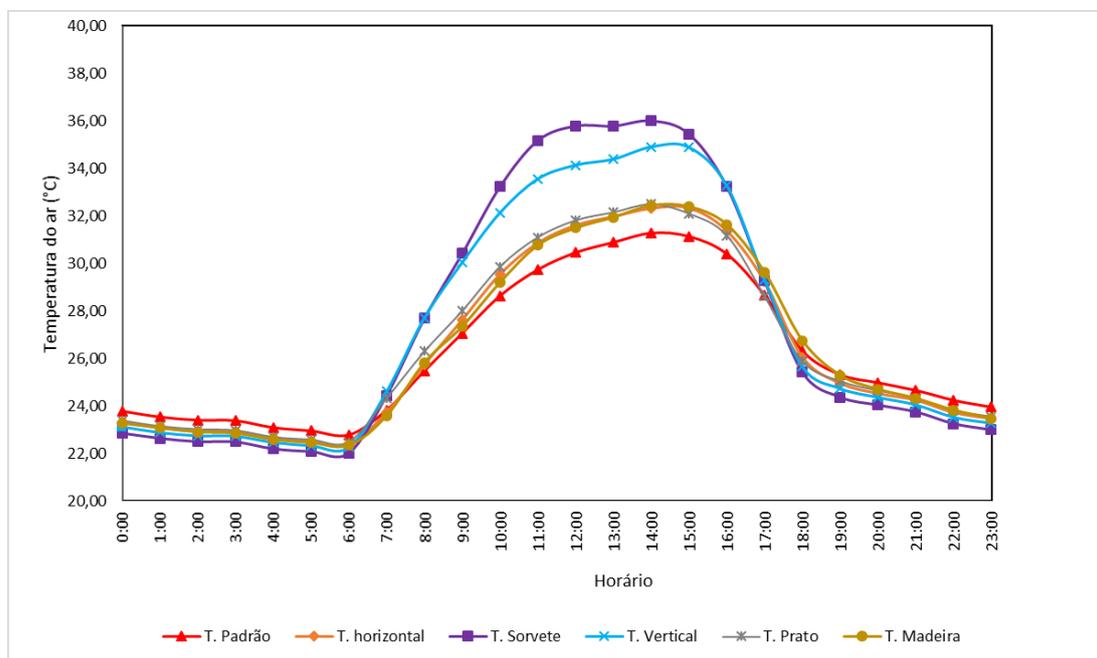


Figura 20 - Média horária das temperaturas do padrão e dos alternativos

quando há incidência dos raios solares a temperatura dos abrigos alternativos foi menor do que o padrão.

Nos abrigos do tipo sorvete e vertical observa-se que nos horários de maior insolação e aquecimento, entre 11 e 16 horas, ocorre um aumento da temperatura do ar dentro desses

abrigos, ocasionado pela menor ventilação passiva, sendo que os furos existentes não foram suficientes, e ainda pela emissão de ondas longas pelos próprios abrigos. Entre esses dois abrigos, observa-se também que o do tipo sorvete tem temperaturas mais elevadas que o vertical, atribuindo-se essa diferença a fina espessura do material se comparado ao vertical que é de PVC.

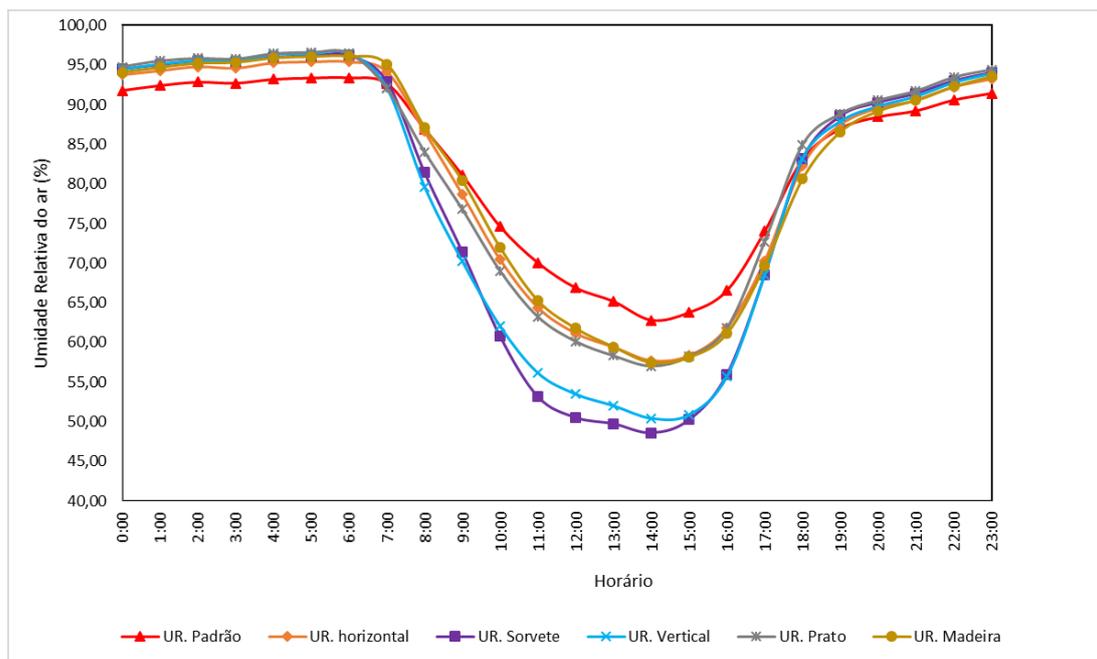


Figura 21 - Média horária das umidades relativas do padrão e dos alternativos

Sabendo que a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos é de $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$ e do padrão é de $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$, ao analisar a Tabela 4 considerando a maior acurácia que é

de $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$, observa-se que a maioria das diferenças entre as temperaturas dos abrigos alternativos e o padrão são maiores do que a sua acurácia.

Tabela 4 - Diferença entre as temperaturas dos abrigos comparados ao padrão

Horário	Temperatura do ar padrão (°C)	Diferença entre horizontal e padrão (°C)	Diferença entre sorvete e padrão (°C)	Diferença entre vertical e padrão (°C)	Diferença entre prato e padrão (°C)	Diferença entre madeira e padrão (°C)
0:00	23,79	-0,48	-0,93	-0,66	-0,39	-0,51
1:00	23,54	-0,45	-0,90	-0,66	-0,39	-0,46
2:00	23,41	-0,48	-0,91	-0,66	-0,38	-0,49
3:00	23,38	-0,46	-0,89	-0,66	-0,41	-0,53
4:00	23,09	-0,44	-0,89	-0,62	-0,39	-0,50
5:00	22,95	-0,44	-0,87	-0,63	-0,37	-0,49
6:00	22,79	-0,39	-0,77	-0,53	-0,30	-0,44
7:00	23,83	-0,09	0,62	0,79	0,50	-0,23
8:00	25,48	0,26	2,20	2,23	0,82	0,35
9:00	27,06	0,57	3,35	2,99	0,94	0,29
10:00	28,64	0,91	4,59	3,50	1,23	0,57
11:00	29,74	1,13	5,43	3,82	1,36	1,03
12:00	30,46	1,15	5,33	3,68	1,36	1,04
13:00	30,89	1,09	4,89	3,50	1,26	1,06
14:00	31,28	1,04	4,72	3,63	1,21	1,17
15:00	31,14	1,19	4,31	3,75	0,96	1,26
16:00	30,40	0,97	2,83	2,88	0,78	1,25
17:00	28,66	0,57	0,60	0,64	-0,05	0,98
18:00	26,32	-0,26	-0,90	-0,67	-0,43	0,44
19:00	25,32	-0,36	-0,95	-0,59	-0,28	-0,02
20:00	24,98	-0,45	-0,94	-0,62	-0,33	-0,27
21:00	24,66	-0,41	-0,91	-0,61	-0,33	-0,33
22:00	24,24	-0,52	-0,98	-0,72	-0,42	-0,41
23:00	23,95	-0,49	-0,95	-0,68	-0,40	-0,47

Já em relação a umidade relativa do ar, em que a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos é de $\pm 2,5\%$ e do padrão de $\pm 3\%$, tem-se diferenças maiores do que a acurácia

principalmente nos horários com incidência de radiação solar, observados entre 8:00 as 17:00, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Diferença entre as umidades relativas do ar dos abrigos comparados ao padrão.

Horário	Umidade relativa do ar padrão (%)	Diferença entre horizontal e padrão (%)	Diferença entre sorvete e padrão (%)	Diferença entre vertical e padrão (%)	Diferença entre prato e padrão (%)	Diferença entre madeira e padrão (%)
0:00	91,78	1,99	2,69	2,66	3,00	2,30
1:00	92,41	1,86	2,64	2,71	3,12	2,30
2:00	92,84	1,94	2,66	2,69	3,00	2,38
3:00	92,70	1,89	2,73	2,79	3,06	2,64
4:00	93,19	2,07	2,77	3,12	3,24	2,70
5:00	93,35	2,04	2,80	3,06	3,23	2,71
6:00	93,38	2,01	2,82	3,10	3,11	2,73
7:00	92,68	1,48	0,27	-0,55	-0,60	2,45
8:00	86,94	-0,33	-5,50	-7,28	-2,89	0,23
9:00	81,11	-2,45	-9,69	-10,88	-4,31	-0,70
10:00	74,61	-4,17	-13,85	-12,57	-5,59	-2,63
11:00	70,05	-5,65	-16,90	-13,90	-6,81	-4,77
12:00	66,89	-5,74	-16,35	-13,41	-6,76	-5,10
13:00	65,18	-5,76	-15,42	-13,16	-6,85	-5,73
14:00	62,82	-5,10	-14,20	-12,38	-5,79	-5,35
15:00	63,78	-5,43	-13,53	-12,91	-5,56	-5,65
16:00	66,55	-4,70	-10,56	-10,85	-4,72	-5,43
17:00	74,03	-3,72	-5,47	-5,48	-1,28	-4,35
18:00	83,05	-0,73	0,10	0,16	1,90	-2,43
19:00	86,97	0,47	1,60	0,91	1,88	-0,42
20:00	88,45	1,12	1,84	1,35	2,10	0,73
21:00	89,21	1,29	2,21	1,83	2,51	1,36
22:00	90,58	1,65	2,44	2,21	2,88	1,69
23:00	91,42	1,82	2,61	2,50	3,00	2,13

Para testar a existência de diferenças significativas entre os abrigos quanto à temperatura do ar (T) e umidade relativa do ar (UR) foi utilizada a análise de variância multivariada (MANOVA). A temperatura e a umidade relativa foram consideradas como variáveis dependentes, e o fator "Tipos de abrigos" como variável independente. Os pressupostos de homocedasticidade e aderência dos resíduos a distribuição Normal foram avaliados pelos testes de Levene e Kolmogorov-Smirnov, respectivamente.

A MANOVA detectou diferenças significativas, conforme apresentado na Tabela 6 - Teste multivariado 6, indicando que ao menos um tipo abrigo difere para um nível de significância menor que 0,1% (altamente significativo) para as variáveis temperatura e na umidade relativa. A avaliação dos efeitos entre

grupos em cada variável foi detalhada por Análises de variância Univariadas, detectando, em consonância, que o abrigo tem um efeito estatisticamente significativo tanto para temperatura ($F = 957.238$; $p < 0.001$) como para umidade relativa ($F = 1143.931$; $p < 0.001$).

Tabela 6 - Teste multivariado

Efeito do abrigo	Valor	Z	Significância
Lambda de Wilks	0,804	617,902	< 0,001

A comparação post hoc entre as médias foi efetivada pelo procedimento de Tukey HSD, sendo os resultados apresentados na Tabelas 7 e 8 e nas figuras 22 e 23.

Quanto à temperatura (Tabela 7) apenas não existem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) entre “casa” (M = 26.43; DP = 4.12) e “horizontal” (M = 26.39; DP = 4.08). As diferenças

são estatisticamente significativas ($p < 0.05$ ou $p < 0.01$) nas comparações múltiplas entre todos os outros pares de abrigos.

Tabela 7 - Caracterização da temperatura (°C) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos.

ABRIGO	M (DP)	COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS ⁽¹⁾ (diferenças entre as médias dos abrigos)					
		Casa	Horizontal	Padrão	Prato	Sorvete	Vertical
Casa	26.43 (4.12)	-	0.044	0.173**	-0.067*	-0.956**	-0.790**
Horizontal	26.39 (4.08)	-0.044	-	0.129**	-0.111**	-1.000**	-0.834**
Padrão	26.26 (3.43)	-0.173**	-0.129**	-	-0.240**	-1.129**	-0.963**
Prato	26.50 (4.10)	0.067*	0.111**	0.240**	-	-0.889**	-0.724**
Sorvete	27.39 (5.89)	0.956**	1.000**	1.129**	0.889**	-	0.166**
Vertical	27.22 (5.33)	0.790**	0.834**	0.963**	0.724**	-0.166**	-

(1) Testes de comparações múltiplas Tukey HSD: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

A análise do gráfico com as temperaturas médias (Figura 22) mostra que o abrigo com temperatura média mais elevada foi o “sorvete” (M = 27.39; DP = 5.89), seguindo-se o “vertical” (M = 27.22; DP = 5.33), o “prato” (M = 26.50; DP =

4.10), a “casa” (M = 26.43; DP = 4.12) e “horizontal” (M = 26.39; DP = 4.08), e o “padrão” (M = 26.26; DP = 3.43) com a temperatura média mais baixa.

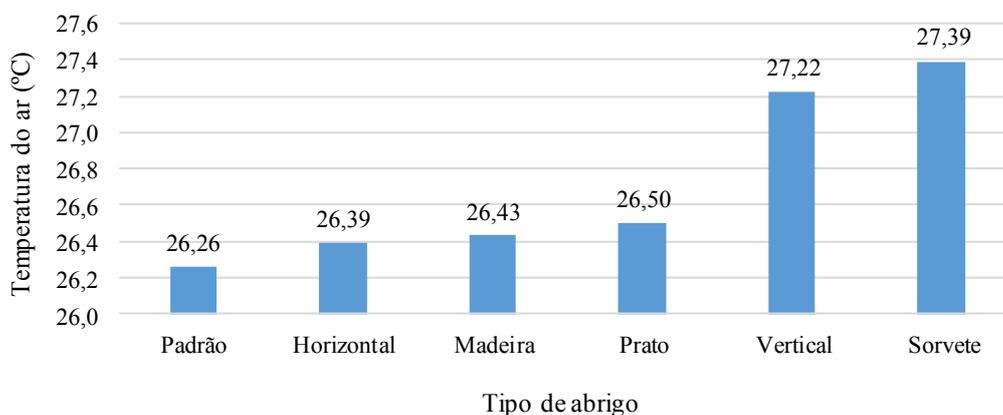


Figura 22 - Temperatura média (°C) por abrigo.

Quanto à umidade relativa (Tabela 8) apenas não existem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) entre “casa” (M = 82.01; DP = 15.84) e “prato” (M = 82.07; DP = 16.42). As diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0.05$ ou $p < 0.01$) nas comparações múltiplas entre todos os outros pares de abrigos.

A análise do gráfico com as umidades relativas médias (Figura 2323) mostra que o abrigo com umidade relativa média mais elevada foi o “padrão” (M = 82.07; DP = 12.38), seguindo-se o “prato” (M = 82.07; DP = 16.42), a “casa” (M = 82.01; DP = 15.84) e “horizontal” (M = 81.78; DP = 15.48), o “vertical” (M = 79.17; DP = 19.40), e o “sorvete” (M = 78.90; DP = 20.03) com a umidade relativa média mais baixa.

Tabela 8 - Caracterização da umidade relativa (%) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos

ABRIGO	M (DP)	COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS ⁽¹⁾ (diferenças entre as médias dos abrigos)					
		Casa	Horizontal	Padrão	Prato	Sorvete	Vertical
Casa	82.01 (15.84)	-	0.224*	-0.710**	-0.065	3.101**	2.839**
Horizontal	81.78 (15.48)	-0.224*	-	-0.934**	-0.289**	2.876**	2.615**
Padrão	82.72 (12.38)	0.710**	0.934**	-	0.645**	3.811**	3.549**
Prato	82.07 (16.42)	0.065	0.289**	-0.645**	-	3.165**	2.904**
Sorvete	78.90 (20.03)	-3.101**	-2.876**	-3.811**	-3.165**	-	-0.262**
Vertical	79.17 (19.40)	-2.839**	-2.615**	-3.549**	-2.904**	0.262**	-

⁽¹⁾Testes de comparações múltiplas Tukey HSD: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

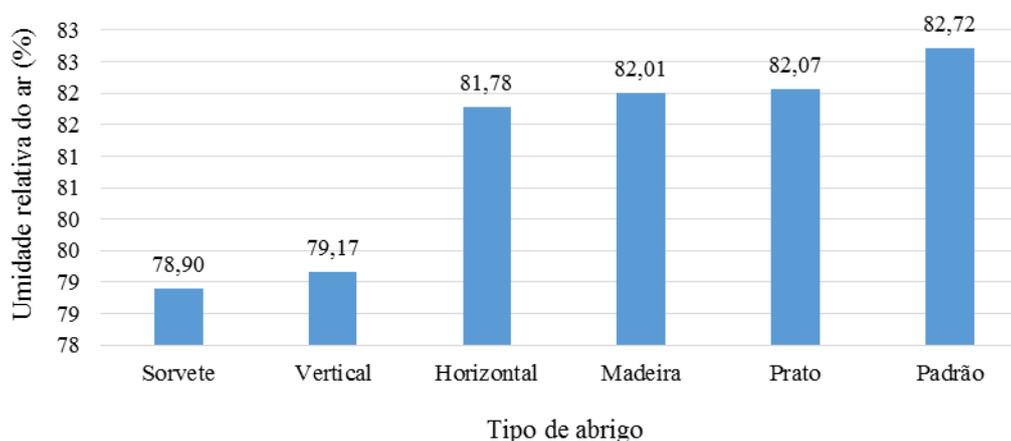


Figura 23 - Umidade relativa média (%) por abrigo

4 Considerações finais

Com base no desempenho dos abrigos alternativos analisados, tem-se que os abrigos do tipo vertical e o sorvete não se demonstram eficientes para a coleta de dados em pontos fixos, principalmente se utilizados durante o dia.

É possível também concluir que não apenas o material utilizado está associado ao desempenho, mas também quanto à sua arquitetura, pois como observado nos abrigos “vertical” e “horizontal” que ambos foram construídos com PVC e apresentaram resultados diferentes.

Quanto aos demais tipos (prato, horizontal e o de madeira) se mostraram alternativas viáveis,

cabendo analisar o local onde será utilizado para definir qual deles melhor se adapta, pois o horizontal depende de já conhecer o sentido da direção do vento; o de madeira do espaço disponível devido ao seu tamanho e peso; e quanto ao de prato da disponibilidade de pratos plásticos na cor branca.

Para trabalhos futuros recomenda-se verificar o desempenho dos diferentes abrigos em transecto móvel, verificando se terão o mesmo comportamento de quando instalados fixos. Também recomenda-se avaliar a durabilidade dos abrigos, aumentando o período de coleta dos dados.

Agradecimentos

Os autores gostariam de expressar seus agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental (PGFA) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Referências

CAMPELO JUNIOR, J. H., PRIANTE FILHO, N. e CASEIRO, F. T. **Caracterização macroclimática de Cuiabá**. Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente. 1991.

COSTA, A., LABAKI, Lucila Chebel e ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de. 2007. **A methodology to study the urban distribution of air temperature in fixed points**. Proceedings of 2nd PALENC Conference and 8th AIVC Conference. 2007, Vol. 1, pp. 227-230.

Instruments, Davis. **Wireless Vantage Pro2™ with Standard Radiation Shield**. DAVIS. [Online] [Citado em: 01 de 05 de 2015.] Disponível em: http://www.davisnet.com/weather/products/weather_product.asp?pnum=06152.

MAITELLI, G. T. 1994. **Uma abordagem Tridimensional do clima urbano em área Tropical Continental: o exemplo de Cuiabá/MT**. USP. Tese (Doutorado em Climatologia). 1994.

Onset Computer Corporation. 2015. **HOBO U12 Temperature/Relative Humidity/Light/External Data Logger - U12-012**. Onset Hobo Data Logger. [Online] 2015. [Citado em: 11 de Março de 2015]. Disponível em: <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-012>.

Oke, T. R. 2005. **Towards better scientific communication in urban climate**. Austria: Theoretical and Applied Climatology, 2005.