

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL**

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE ABRIGOS TERMO-
HIGROMÉTRICOS ALTERNATIVOS PARA PONTOS
FIXOS**

MARCOS DE OLIVEIRA VALIN JR

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS

**CUIABÁ – MT
Dezembro – 2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL**

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE ABRIGOS TERMO-
HIGROMÉTRICOS ALTERNATIVOS PARA PONTOS
FIXOS**

*Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Física Ambiental da
Universidade Federal de Mato Grosso, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Física Ambiental.*

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS

**CUIABÁ – MT
Dezembro – 2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

V173a VALIN JR, MARCOS DE OLIVEIRA.
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE ABRIGOS TERMO-HIGROMÉTRICOS
ALTERNATIVOS PARA PONTOS FIXOS / MARCOS DE OLIVEIRA VALIN JR.
-- 2015
69 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2015.
Inclui bibliografia.

1. abrigos meteorológicos. 2. temperatura do ar. 3. umidade relativa do ar. I.
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE ABRIGOS TERMO-
HIGROMÉTRICOS ALTERNATIVOS PARA PONTOS
FIXOS

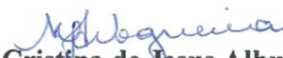
AUTOR: MARCOS DE OLIVEIRA VALIN JR

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 04 de dezembro de 2015, pela comissão julgadora:



Profa. Dra. Flávia Maria de Moura Santos
Orientadora

Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia – UFMT



Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Examinadora Interna

Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia - UFMT



Profa. Dra. Ângela Santana de Oliveira
Examinadora Externa

Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT

DEDICATÓRIA

À Gloria do Grande Arquiteto do Universo.

AGRADECIMENTOS

- A Prof.^a Dr.^a Flávia Maria de Moura Santos, pela amizade, paciência e dedicação na orientação e na elaboração desse trabalho;
- A Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, pelo empréstimo dos equipamentos e auxílios na elaboração desse trabalho;
- Ao Prof. Dr. Carlo Ralph De Musis, pelo auxílio nas análises estatísticas;
- Ao Geraldo Aparecido Rodrigues Neves, pelo auxílio e dedicação em toda a fase experimental e preparação dos equipamentos;
- Aos professores e servidores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT);
- Aos alunos de Iniciação Científica pela ajuda na elaboração das imagens, em especial ao Victor André Botelho;
- Aos meus pais Marcos e Carmem;
- Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá, em especial à Chefe de Departamento da Área de Construção Civil, Prof.^a Dr.^a Ângela Santana de Oliveira, pelo incentivo e apoio;
- Aos colegas de Pós-graduação, em especial a Karyn Ferreira Antunes Ribeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. JUSTIFICATIVA	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. IMPORTÂNCIA DAS MEDIÇÕES CLIMÁTICAS	4
2.2. PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE COLETA DE DADOS CLIMÁTICOS	7
2.2.1. TIPOS DE ABRIGOS PARA PROTEÇÃO DE SENSORES TÉRMICOS.....	7
2.2.1.1. ABRIGO DE MADEIRA COM VENEZIANAS.....	7
2.2.1.2. ABRIGO DE MADEIRA COM FUROS	8
2.2.1.3. ABRIGO DE PVC NA HORIZONTAL	10
2.2.1.4. ABRIGO DE PVC NA VERTICAL	12
2.2.1.5. ABRIGO DE PRATOS	12
2.2.1.6. ABRIGO COM POTE DE SORVETE	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1. CONFECÇÃO DOS ABRIGOS.....	16
3.1.1. ABRIGO COM TUBO DE PVC HORIZONTAL	16
3.1.2. ABRIGO COM TUBE DE PVC VERTICAL	18
3.1.3. ABRIGO COM PRATOS PLÁSTICOS.....	20
3.1.4. ABRIGO COM POTE DE SORVETE	22
3.1.5. ABRIGO DE MADEIRA.....	23
3.2. ESTAÇÃO DE REFERÊNCIA	25
3.3. SENSORES UTILIZADOS NOS ABRIGOS	26

3.4. INSTALAÇÃO DOS ABRIGOS	28
3.5. ANÁLISE DOS DADOS	32
3.5.1. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	32
3.5.2. ANÁLISES DO DESEMPENHO DOS ABRIGOS.....	33
3.5.3. CUSTO, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DA SIGNIFICÂNCIA DAS VARIÁVEIS TERMO-HIGROMÉTRICAS	34
4.2. DESEMPENHO DAS VARIÁVEIS TERMO-HIGROMÉTRICAS	38
4.2.1. TEMPERATURA DO AR	38
4.2.1.1. DIFERENÇAS NAS TEMPERATURAS DO AR REGISTRADAS EM RELAÇÃO AO PADRÃO ANALISADAS COM BASE NA ACURÁCIA DOS SENSORES	41
4.2.1.2. DIFERENÇAS NAS TEMPERATURAS DO AR REGISTRADAS EM RELAÇÃO AO PADRÃO ANALISADAS COM BASE NO COMPORTAMENTO ENTRE OS PERÍODOS ANALISADOS	45
4.2.2. UMIDADE RELATIVA DO AR	48
4.2.2.1. DIFERENÇAS NAS UMIDADES RELATIVAS DO AR REGISTRADAS EM RELAÇÃO AO PADRÃO ANALISADAS COM BASE NA ACURÁCIA DOS SENSORES	51
4.2.2.2. DIFERENÇAS NAS UMIDADES RELATIVAS DO AR REGISTRADAS EM RELAÇÃO AO PADRÃO ANALISADAS COM BASE NO COMPORTAMENTO ENTRE OS PERÍODOS ANALISADOS	54
4.3. CUSTOS, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO	58
4.3.1. CUSTO PARA CONSTRUÇÃO DOS ABRIGOS.....	58
4.3.2. TRANSPORTE	61
4.3.3. LIMPEZA E CONSERVAÇÃO	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
5.1. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	63
6. BIBLIOGRAFIAS	65
6.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS	65
6.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abrigo de madeira com venezianas	8
Figura 2 - Abrigo de madeira com furos – uso de HOBO	8
Figura 3 - Abrigo de madeira com furos – uso de psicrômetro	9
Figura 4 - Abrigo de madeira utilizado em estudos da USP em MG.....	9
Figura 5 - Abrigo horizontal em PVC para medições.....	10
Figura 6 – Abrigo horizontal com ventilação forçada para medições	10
Figura 7 - Abrigo horizontal para medição - projeto	11
Figura 8 – Abrigo horizontal para medições fixo - instalados.....	11
Figura 9 – Abrigo vertical de PVC para medições	12
Figura 10 - Esquema de instalação do abrigo vertical de PVC em veículo	12
Figura 11 – Abrigo com pratos de chapa de ferro.....	12
Figura 12 – Abrigo de pratos utilizado em estudos da USP em São Paulo – SP.....	13
Figura 13 - Montagem abrigo prato	13
Figura 14 - Abrigo de pratos montado	14
Figura 15 - Abrigo termométrico com pratos plásticos quadrados de PVC	14
Figura 16 - Abrigo com utilização de potes de sorvete	15
Figura 17 - Abrigo com pote de sorvete instalado em árvore.....	15
Figura 18 - Preparação do abrigo horizontal.....	17
Figura 19 –Dimensões do abrigo horizontal	18
Figura 20 - Preparação de abrigo vertical (a) marcação dos pontos para os furos (b) furando os pontos (c) abrigo montado (d) colocação do fundo com esponja	19
Figura 21 – Dimensões do abrigo vertical	19
Figura 22 - Abrigo com pratos.....	21
Figura 23 – Dimensões do abrigo com pratos plásticos.....	22
Figura 24 - Abrigo com pote de sorvete	22
Figura 25 – Dimensões do abrigo com pote de sorvete	23
Figura 26 - Abrigo de madeira.....	24
Figura 27 – Dimensões do abrigo de madeira.....	24
Figura 28 – Dimensão do abrigo com o suporte	25
Figura 29 - Estação automatizada - modelo Vantage Pro 2™.....	26
Figura 30 - Receptor do sinal wireless.....	26

Figura 31 - U12-012 datalogger.....	27
Figura 32 – Localização do local de estudo.....	29
Figura 33 - Equipamentos instalados.....	30
Figura 34 – Implantação dos abrigos.....	31
Figura 35 - Pastagem no local da instrumentação.....	32
Figura 36 - Temperatura média (°C) por abrigo.....	36
Figura 37 - Umidade relativa média (%) por abrigo.....	38
Figura 38 - Média horária das temperaturas do padrão e dos alternativos no período quente-úmido.....	39
Figura 39 - Média horária das temperaturas do padrão e dos alternativos no período quente-seco.....	40
Figura 40 - Temperatura do "padrão" nos horários de 02, 08, 14 e 20 horas.....	41
Figura 41 – Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	42
Figura 42 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	43
Figura 43 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	44
Figura 44 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	45
Figura 45 – Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão.....	46
Figura 46 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão.....	46
Figura 47 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão.....	47
Figura 48 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão.....	48
Figura 49 - Média horária das umidades relativas do padrão e dos alternativos no período quente-úmido.....	49
Figura 50 - Média horária das umidades relativas do padrão e dos alternativos no período quente-seco.....	50

Figura 51 – Umidade relativa do ar do "padrão" nos horários de 02, 08, 14 e 20 horas	50
Figura 52 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	51
Figura 53 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	52
Figura 54 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	53
Figura 55 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores.....	54
Figura 56 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão	55
Figura 57 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão	55
Figura 58 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão	57
Figura 59 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão	57
Figura 60 – Custo total dos abrigos	61
Figura 61 – Avaliação da cor do abrigo de madeira	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de precisão dos sensores da estação automatizada.....	26
Tabela 2 - Dados de precisão dos sensores dos dataloggers	27
Tabela 3 - Matriz de correlação - temperatura do ar	28
Tabela 4 - Matriz de correlação - umidade relativa do ar	28
Tabela 5 - Teste multivariado.....	34
Tabela 6 – Teste ANOVA para avaliação dos efeitos entre grupos.....	35
Tabela 7 - Caracterização da temperatura (°C) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos – quente úmido	35
Tabela 8 - Caracterização da temperatura (°C) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos – quente seco.....	36
Tabela 9 - Caracterização da umidade relativa (%) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos – quente úmido.....	37
Tabela 10 - Caracterização da umidade relativa (%) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos – quente seco.....	37
Tabela 11 - Custo dos materiais para fabricação dos abrigos alternativos.....	59
Tabela 12 - Custo das ferramentas para fabricação dos abrigos alternativos.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ANOVA - análise da variância

°C – graus Celsius

cm – centímetros

DP – desvio-padrão

F – teste da ANOVA

GMT - Greenwich Meridian Time

h – hora

m – metros

M – média

MANOVA - análise multivariada da variância

OMM - Organização Mundial de Meteorologia

p – Valor de significância

PVC - Policloreto de vinila

T – temperatura

TBS – temperaturas de bulbo seco

TBU - temperaturas de bulbo úmido

UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso

UR – Umidade relativa

USP – Universidade de São Paulo

Z – teste da MANOVA

RESUMO

VALIN JR, M. O. **Análise da utilização de abrigos termo-higrométricos alternativos para pontos fixos**. Cuiabá, 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

A padronização dos instrumentos de coleta de dados é fundamental para a qualidade dos estudos microclimáticos. Devido a limitações financeiras e necessidades específicas, muitos sensores, abrigos e sistemas alternativos aos padrões são desenvolvidos, baseados na experiência e criatividade dos pesquisadores. O objetivo geral deste trabalho é analisar o desempenho termo-higrométrico de abrigos micrometeorológicos de diferentes materiais alternativos em coletas de dados em pontos fixos. Para tanto, a metodologia consistiu em construir cinco tipos de abrigos, instalados em campo aberto para garantir o mesmo ambiente para o estudo, e avaliados quanto ao desempenho das variáveis termo-higrométricas, a facilidade de execução, os materiais e ferramentas utilizados, e os custos envolvidos. Os resultados apontaram 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. Quanto aos demais tipos, com pratos plásticos, tubo de pvc na horizontal e casa de madeira, se mostraram alternativas viáveis quanto ao desempenho, 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 o de pratos depende da disponibilidade de pratos plásticos na cor branca. É possível também concluir que o desempenho termo-higrométrico não está associado apenas ao material empregado, mas também à sua forma.

Palavras-chave: Abrigos meteorológicos; temperatura do ar; umidade relativa do ar.

ABSTRACT

VALIN JR, M. O. **Analysis of using thermo-hygrometric alternative shelters for fixed points**. Cuiabá, 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

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 aim of this study is to analyse the thermo-hygrometric performance Micrometeorological shelters of different alternative materials for data collection at fixed points. There fore, the methodology is to build five types of shelters, installed in the open to ensure the same environment for the study, and evaluated the performance of variable term-hygrometric, ease of execution, materials and tools used, and costs involved.. The results showed that the shelters 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. As for the other types, with plastic plates, pvc pipe horizontally and wooden house, proved to be viable alternatives for performance, fitting analyse where will be used to determine which one best fits because the horizontal depends on already know sense of wind direction, the wood of the available space due to its size and weight and the dishes depends on the availability of plastic plates in white. It is possible to also conclude that the term-hygrometric performance is not only associated to the material used, but also to its form.

Keywords: Weather shelters; air temperature; relative humidity.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

A revolução industrial ocorrida na Europa entre os séculos XVIII e XIX, além de alterar o modo de produção e de consumo, também influenciou diretamente na qualidade de vida das pessoas e da infraestrutura urbana, pois o homem deixou o campo, onde produzia seus próprios alimentos, para viver nas cidades.

No Brasil este processo não foi diferente, gerando um crescimento populacional das cidades, as quais não estavam preparadas para recebê-los, assim a consequência imediata foi uma ocupação desordenada, com precárias condições técnicas, ambientais e higiênicas.

Esse crescimento urbano veio desacompanhado de um planejamento que pudesse absorver as necessidades de oferta de moradia, equipamentos urbanos, serviços públicos de transporte, educação e saúde. Neste contexto surgem as favelas, conduzindo assim, à proliferação de habitações edificadas sem primor técnico e em condições subumanas, provenientes da autoconstrução e implantação em regiões sem infraestrutura básica.

Aliado a este desenvolvimento das cidades e a conseqüente destruição da vegetação, as condições naturais do meio urbano foram significativamente alteradas. O grande volume de construções provocou uma elevação nas temperaturas e uma diminuição das umidades de centros urbanos.

Garantir a qualidade de vida das pessoas é de suma importância, desde a época da revolução industrial onde ocorriam surtos de doenças por falta de infraestrutura, e nos dias mais recentes proporcionando moradias de qualidade e conforto aos trabalhadores.

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, o que implica em uma falta de padronização para estas pesquisas, dificultando a repetitividade e comparações dos estudos por outros pesquisadores.

1.2. JUSTIFICATIVA

Pesquisas microclimáticas são realizadas constantemente com o objetivo de subsidiar estudos de ilhas de calor, projetos de edificações, conforto ambiental, planejamento urbano e até para controle epidemiológico de vetores causadores de doenças como a dengue.

Autores da área de clima urbano utilizam 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.

Os abrigos utilizados têm a função de permitir uma boa ventilação natural por todos os lados, bloquear a entrada de chuva e de radiação solar direta. 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.

Como forma de fornecer subsídio aos estudos de clima urbano, é proposto como objetivo geral analisar o desempenho termo-higrométrico de abrigos micrometeorológicos de diferentes materiais alternativos em coletas de dados em pontos fixos. Os objetivos específicos consistem em identificar na literatura os tipos de abrigos para termo-higrômetros já estudados / utilizados em Cuiabá; 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.

Desta maneira o trabalho buscou subsidiar os pesquisadores do clima quanto a informações que possam auxiliar na escolha dos abrigos para suas pesquisas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPORTÂNCIA DAS MEDIÇÕES CLIMÁTICAS

De acordo com Koenigsberger (1997) apud Maciel (2011)¹, o clima é o resultado dinâmico de fatores globais (latitude, altitude, continentalidade, etc), locais (revestimento do solo, topografia) e elementos (temperatura, umidade, velocidade dos ventos, etc) que dão feição a uma certa localidade.

Os elementos climáticos são importantes de serem mensurados, seja nas áreas rurais ou nas urbanas.

Basicamente, nos trabalhos de biogeografia e climatologia, dados de temperatura e de umidade relativa do ar são utilizados como indicativos das características gerais da área de estudo, como por exemplo, sobre o período sazonal, a localização latitudinal, a proximidade com o mar, ou mesmo os tipos de uso e ocupação do solo ali predominantes (SERAFINI JÚNIOR, et al., 2014).

No campo, o estudo da “meteorologia agrícola” é importante para definição de qual cultura plantar em cada região, época do ano para semear, qual o melhor tipo de irrigação, as probabilidades de ocorrências de doenças, onde usar de quebra-ventos, quando aplicar defensivos agrícolas, entre outros.

Existe também a “biometeorologia”, que é segundo Oliveira (2013) um campo científico interdisciplinar responsável pelo estudo das interações entre a atmosfera e a biosfera. Neste segmento as condições climáticas podem condicionar a proliferação dos insetos, e o conhecimento e monitoramento dos dados possibilitam o controle das suas populações para que não alcancem quantidades máximas.

¹ MACIEL, C. R. Análise da relação entre características do ambiente urbano e comportamento de variáveis microclimáticas: Estudo de caso em Cuiabá-MT. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

Já o clima urbano é definido por Andrade (2005) como o resultado das interações entre os fatores urbanos com o clima regional e com o meio físico pré-existentes.

Para Oke (1978) o clima urbano é a modificação do clima local, resultado das condições particulares do meio ambiente urbano.

No caso do clima urbano, conforme Azevedo (2001) apud Castelhana e Roseghini (2011)² a problemática é ainda maior, uma vez que, neste ambiente, em função das rugosidades geradas pela cobertura e uso do solo, que se somam as edificações e ações antrópicas, é gerado um complexo climatológico único, que aumenta a responsabilidade da escolha dos pontos de coleta. Complementarmente, Franco (2010) diz que o maior desafio das grandes cidades é o crescimento e desenvolvimento urbano que proporcione geração de riqueza, qualidade de vida e qualidade ambiental para seus atuais e futuros habitantes.

De acordo com Carlos (1995) apud Barros (2012)³ é a dinâmica das atividades humanas que determina o espaço construído, os diferentes usos do solo e o movimento da vida, elementos que se destacam na composição da paisagem urbana.

Romero (2006) define que as alterações no clima de uma região causadas pela intervenção urbana e dão origem a um clima local específico, o clima urbano. Referente a este clima urbano, Givoni (1998) diz que a altura dos edifícios, a subdivisão dos lotes, a densidade da área construída, as áreas verdes, e a orientação e largura das ruas são os principais elementos morfológicos.

O clima local se insere em climas sub-regionais e sazonais, assim como pode ser subdividido até os microclimas. A cidade tanto se integra em níveis superiores como se divide em setores, bairros, ruas, casas, ambientes internos etc. As divisões do ponto de vista sistêmico são inconsequentes, importando predominantemente as relações entre as diferentes partes em que se compõe ou decompõe o sistema para o desenvolvimento das funções organizadoras. (Monteiro, et al., 2003)

Conforme Frota et al. (2001) as modificações climáticas podem ser tais que as áreas urbanas, notadamente as maiores, resultem em verdadeiras Ilhas de Calor.

² CASTELHANO, F. J., ROSEGHINI, W. F. F. A utilização de policloreto de vinila (PVC) na construção de mini-abrigos meteorológicos para aplicação em campo. Revista brasileira de climatologia. Vol. 9, jun/dez, 2011.

³ BARROS, M. P.; Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano. (Doutorado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

Dentre os elementos do clima, pode-se afirmar que os que mais afetam o conforto humano são a temperatura e a umidade do ar, sendo a radiação solar e ventilação, os fatores climáticos mais representativos no processo (GIVONI, 1976).

O monitoramento da temperatura e umidade do ar são importantes para o estudo do clima urbano, pois conforme Maciel (2011) a substituição da cobertura natural do solo por materiais como o asfalto e o concreto modificam o balanço de energia nas áreas urbanas. As cidades acabam então, por apresentar temperaturas médias maiores do que as zonas rurais de mesma latitude. Dentro delas, as temperaturas aumentam das periferias em direção ao centro. As máximas temperaturas no período noturno nas cidades são superiores às encontradas nas áreas rurais, enquanto que, a umidade relativa do ar da área rural é superior ao das cidades, devido ao aumento da capacidade de absorção do vapor de água nas altas temperaturas da cidade e também pela evaporação do solo mais permeável e da transpiração das plantas, o que chamamos de evapotranspiração.

Segundo Pereira et al. (2002) a temperatura do ar é um dos efeitos mais importantes da radiação solar. A variação temporal e espacial da temperatura do ar é condicionada pelo balanço de energia na superfície, de modo que as variações microclimáticas desta variável são determinadas principalmente pela cobertura do terreno.

A presença de água na atmosfera e suas mudanças de estado desempenham papel importantíssimo em vários processos físicos naturais, como transporte e distribuição de calor na atmosfera, evapotranspiração, entre outros. Apesar de ser um elemento variável no tempo e espaço, o vapor d'água, como um dos constituintes do ar atmosférico, possui extrema relevância, tanto no aspecto físico associado as suas características moleculares, como no aspecto fisiológico, decorrente da dependência pelos seres vivos (OMETTO, 1981).

Conforme Oliveira (2013) a variação da umidade relativa está diretamente ligada a variação da temperatura.

2.2. PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE COLETA DE DADOS CLIMÁTICOS

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

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).

A OMM recomenda que as principais observações meteorológicas de um dia típico devam acontecer às 00 h, 06h, 12 h e 18 h GMT (Greenwich Meridian Time), correspondentes às 20 h, 02 h, 08 h e 14 h, horário de Cuiabá/MT (Franco, 2013).

Modna e Vecchia (2003) evidenciaram em estudos de clima urbano a importância da posição dos pontos de medição, sensores e abrigos meteorológicos na leitura dos registros de temperatura que podem variar até 5°C, dependendo de cada caso.

2.2.1. Tipos de abrigos para proteção de sensores térmicos

2.2.1.1. Abrigo de madeira com venezianas

De acordo com Varejão-Silva (2006) os abrigos utilizados normalmente seguem as ordenações da Organização Meteorológica Mundial (OMM), assim sendo, estes são confeccionados em madeira, compondo-se de duas caixas, uma dentro da outra, possuindo venezianas em sentidos opostos, que permitem a ventilação, porém não permitem que o vento bata diretamente sobre o termômetro, pintados na cor branca, com o intuito de diminuir a absorção de energia (Figura 1).

Para atender a estes critérios, usualmente o instrumento é colocado em um abrigo meteorológico pintado de branco e com venezianas de ventilação, posicionado a 1 metro e meio acima do solo, em área aberta com grama, longe de árvores e outros obstáculos (CASTELHANO e ROSEGHINI, 2006).



Figura 1 - Abrigo de madeira com venezianas
Fonte: Lobato, (2005)

2.2.1.2. Abrigo de Madeira com furos

Nince (2013) utilizou registradores automáticos, marca HOBO, modelo U13, disposto no interior de abrigo meteorológico de madeira, com furos para ventilação a 1,5m de altura em relação ao nível do solo (Figura 2). O mesmo tipo de abrigo de madeira foi utilizado por Oliveira^B (2007), mas, no entanto, foi instalado um psicrômetro onde foram coletadas informações sobre temperaturas de bulbo seco (TBS) e temperaturas de bulbo úmido (TBU) (Figura 3).



Figura 2 - Abrigo de madeira com furos – uso de HOBO
Fonte: Nince, (2013)



Figura 3 - Abrigo de madeira com furos – uso de psicrômetro
Fonte: Oliveira^B (2007)

Conforme Serafini Júnior et al. (2014) esse modelo também foi utilizado em trabalho de campo para o plano de manejo do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu (MG) em 2002, estudo este que foi conduzido pelo Departamento de Geografia da USP (Figura 4).



Figura 4 - Abrigo de madeira utilizado em estudos da USP em MG
Fonte: Serafini Júnior, et al. (2014)

Castelhano e Reseghini (2011) ressaltam que esse tipo de abrigo usando caixas de madeira em pesquisas de campo tem como principal problema a falta de praticidade, em função de seu peso, tamanho e formato, além de que em presença de chuva, situação corriqueira em uma pesquisa de campo, a madeira absorve uma quantidade muito grande de água, o que por ventura pode interferir nos valores medidos no termômetro, modificando os resultados finais, além de afetar a durabilidade do equipamento.

2.2.1.3. Abrigo de PVC na horizontal

Barros (2012) utilizou um tubo de PVC (Policloreto de vinila) branco no sentido horizontal para passagem de ar com 50mm de diâmetro por 50cm de comprimento fixado ao interior de um segundo tubo, com dimensões de 100mm de diâmetro por 60cm de comprimento, para medições móveis, (Figura 5), que também foi utilizado por Franco (2013) e é similar ao abrigo utilizado por Pezzuto (2007), que mesmo em medições móveis utilizou a ventilação forçada e revestimento térmico ao tubo de PVC (Figura 6).



Figura 5- Abrigo horizontal em PVC para medições

Fonte: Barros (2012)



Figura 6 – Abrigo horizontal com ventilação forçada para medições

Fonte: Pezzuto (2007)

Oliveira^A (2007) utilizou metodologia similar, porém em medições fixas, sendo um conjunto constituído por 4 tubos de PVC também de cor branca, de 30cm de comprimento e 100mm de diâmetro, todos dispostos horizontalmente em suporte metálico à altura de 2m do solo, com os respectivos sensores em seu interior, pendurados paralelos uns aos outros com uma distância de 45cm entre eles, sendo o suporte posicionado na direção perpendicular a direção do percurso do sol. Entre os 4 tubos utilizados, variou-se que no primeiro a ventilação é natural e sem isolamento, no

segundo com ventilação forçada, o terceiro com ventilação forçada e isolamento e no último com ventilação natural e isolamento térmico, conforme Figura 7 e Figura 8.

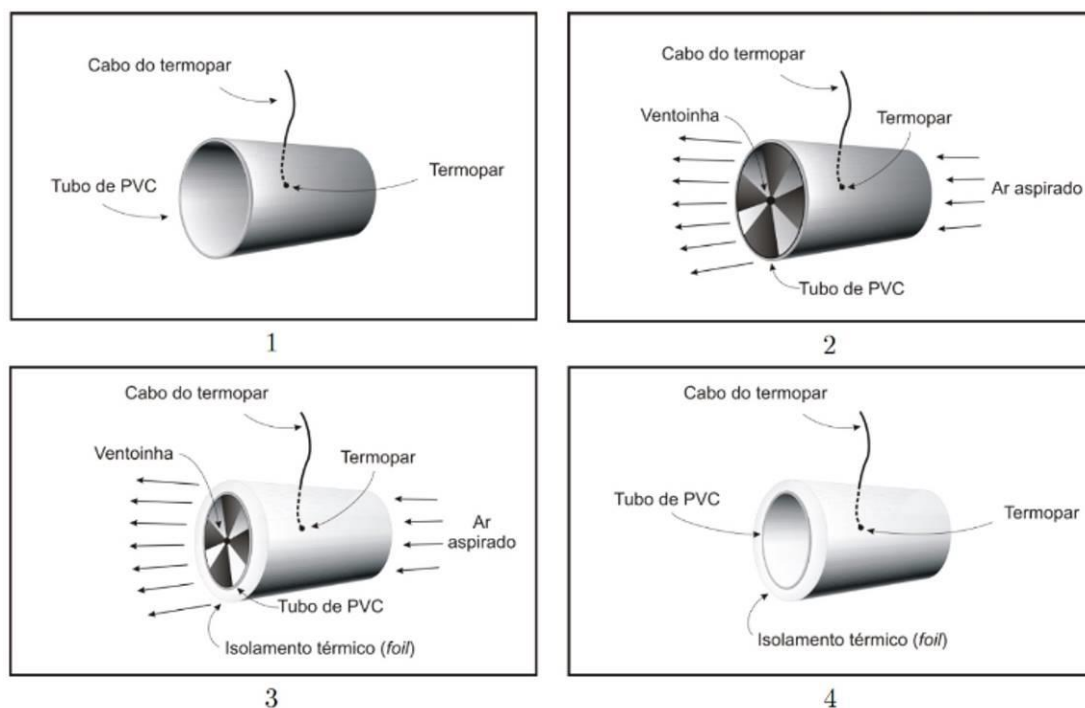


Figura 7 - Abrigo horizontal para medição - projeto
Fonte: Oliveira^A (2007)



Figura 8 – Abrigo horizontal para medições fixo - instalados
Fonte: Oliveira^A (2007)

2.2.1.4. Abrigo de PVC na vertical

Cox (2008), Franco (2010), Santos (2012) e Franco (2013) utilizaram um tubo de PVC branco no sentido vertical perfurado (Figura 9) e para permitir a passagem de ar na parte superior do tubo foi colocado um funil branco para proteger o sensor da radiação solar direta e precipitações para medições móveis, realizadas em transectos com automóveis (Figura 10).



Figura 9 – Abrigo vertical de PVC para medições
Fonte: Franco (2010)

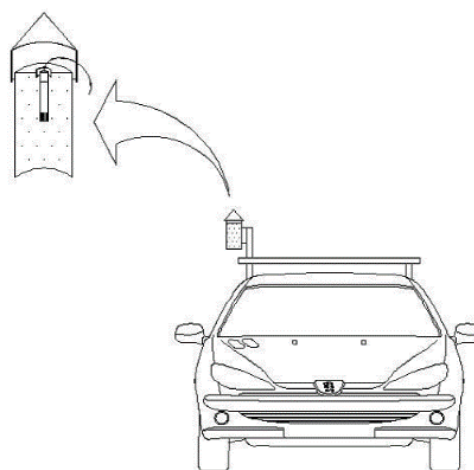


Figura 10 - Esquema de instalação do abrigo vertical de PVC em veículo
Fonte: Franco (2010)

2.2.1.5. Abrigo de Pratos

Armani e Galvani (2006) inspirados no modelo 41003 10 - Plate Gill Radiation Shield (Campbell Inc.), construíram um abrigo com chapa de ferro galvanizado de 0,5mm de espessura e pintado com tinta esmalte na cor branca brilhante, diâmetro de 220mm e pé direito central de 240mm (Figura 11).



Figura 11 – Abrigo com pratos de chapa de ferro
Fonte: Armani e Galvani, 2006

O mesmo modelo também foi utilizado em estudos de Departamento de Geografia da USP em estudo para o plano de manejo das unidades de conservação do trecho sul do rodovial Mario Covas em São Paulo – SP (Figura 12).



Figura 12 – Abrigo de pratos utilizado em estudos da USP em São Paulo – SP
Fonte: Serafini Júnior, et al. (2014)

Costa et al. (2007), também inspirado no modelo da Campbell, realizaram ajustes no modelo, substituindo as chapas metálicas por pratos plásticos em seu abrigo para medições fixas, Figura 13 e Figura 14.

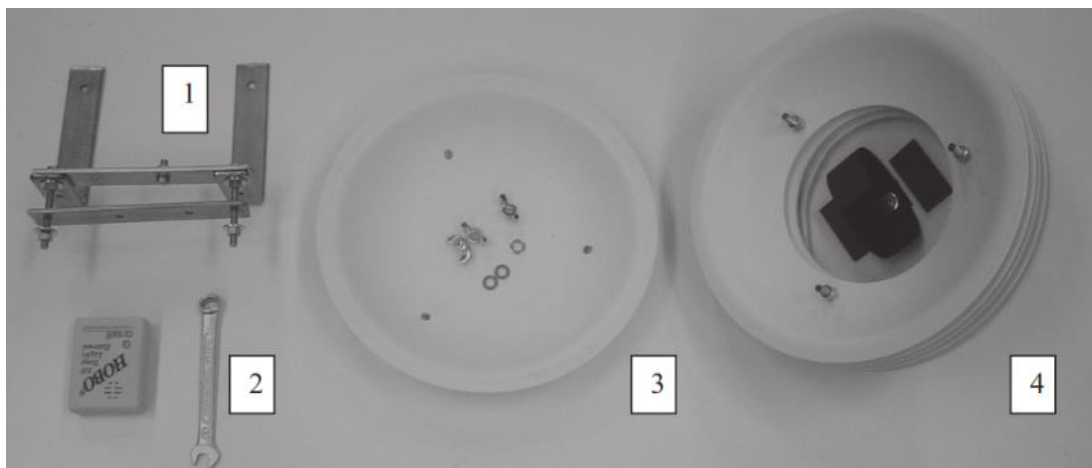


Figura 13 - Montagem abrigo prato
Fonte: Costa, et al. (2007)



Figura 14 - Abrigo de pratos montado

Fonte: Costa, et al. (2007)

Neves (2013) também construiu um abrigo utilizando cinco pratos quadrados com bordas arredondadas, de PVC de cor branca e dimensões 7,0cm por 7,0cm e 2,9cm de profundidade, sustentados por duas barras galvanizadas roscadas de 16 cm de tamanho e 0,4cm diâmetro, de modo a fixar os pratos sobrepostos mantendo um espaçamento de 1,7cm entre si (Figura 15), de forma semelhante ao modelo Vantage Pro2 (Davis).



Figura 15 - Abrigo termométrico com pratos plásticos quadrados de PVC

Fonte: Neves (2013)

2.2.1.6. Abrigo com pote de sorvete

Ribeiro et al (2015) instalaram os sensores dataloggers em abrigos de potes de sorvete com furos para garantir a circulação de ar (Figura 16), com o intuito de proteger os equipamentos da incidência de radiação e do intemperismo, instalados sob as copas das árvores das espécies (oiti e mangueira) em pesquisa sobre a avaliação do sombreamento (Figura 17).



Figura 16 - Abrigo com utilização de potes de sorvete



Figura 17 - Abrigo com pote de sorvete instalado em árvore

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os abrigos consistem na proteção contra a incidência de radiação e também proteção contra intempéries, sendo escolhidos os tipos já utilizados no Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, na cidade de Cuiabá – MT, com base no referencial de literatura os seguintes tipos:

- a) Abrigo com tubo de PVC horizontal – “*horizontal*”;
- b) Abrigo com tubo de PVC vertical – “*vertical*”;
- c) Abrigo com prato plásticos brancos – “*pratos*”;
- d) Abrigo com pote de sorvete branco – “*sorvete*”; e
- e) Abrigo de madeira – “*madeira*”.

3.1. CONFECÇÃO DOS ABRIGOS

3.1.1. Abrigo com tubo de PVC horizontal

O abrigo foi produzido com tubos de PVC rígidos, na cor branca, sendo necessário 0,6m de comprimento no diâmetro de 100 mm e 0,5m de comprimento no diâmetro de 75mm (Figura 18a e 18b).

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 18c, 18d e 18e).

Para centralizar o tubo menor no interior do tubo maior, utilizou-se de parafusos (Figura 18f), permitindo dessa maneira que o datalogger e sensor ficassem centralizados, com ventilação e protegido de intempéries.

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

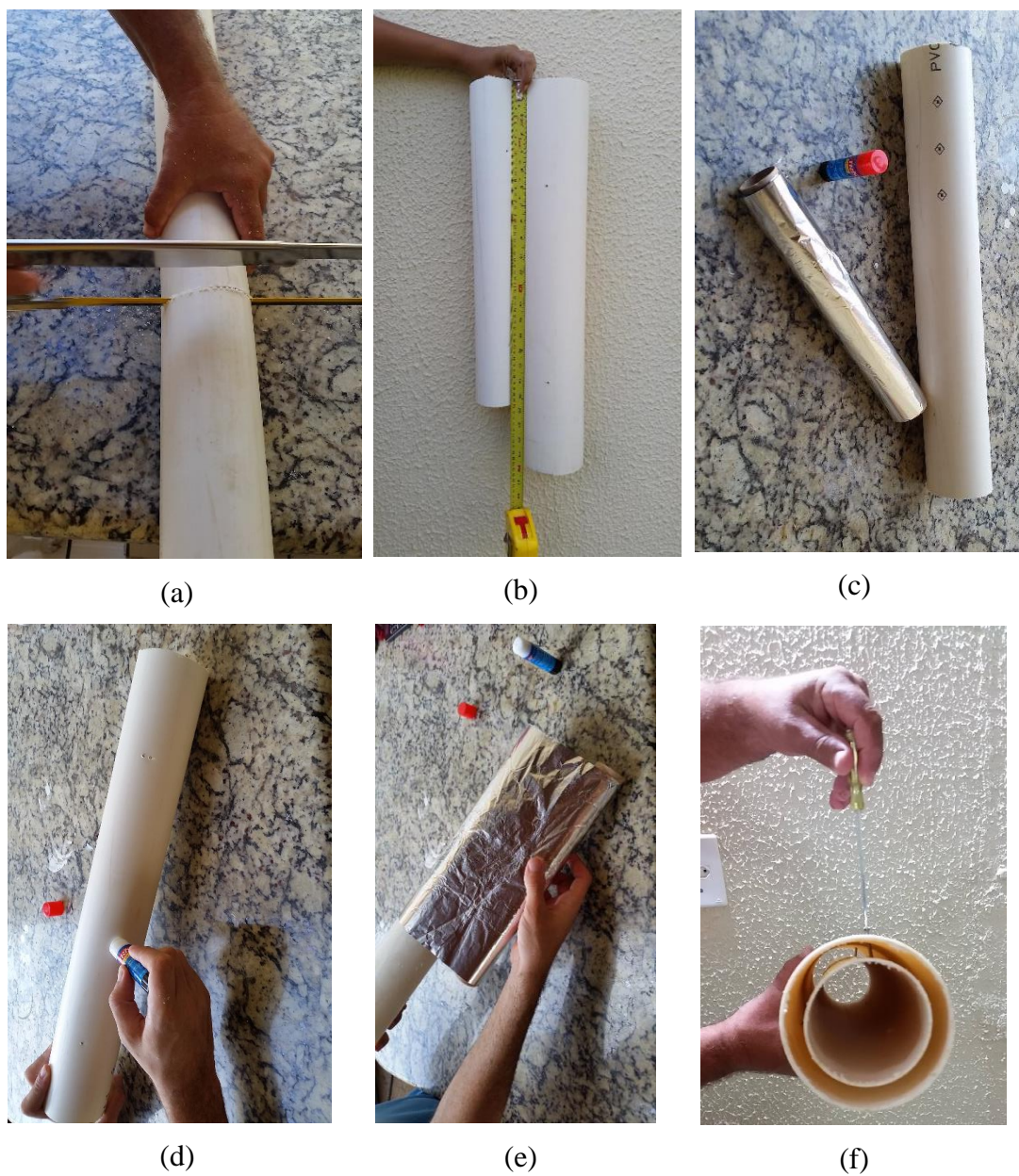


Figura 18 - Preparação do abrigo horizontal (a) cortando os tubos (b) tubos nas medidas (c) material para preparação do tubo de 75mm (d) preparação do tubo com cola (e) colando o papel aluminizado (f) fixação e posicionamento com o auxílio de parafusos

Na Figura 19 é apresentado o esquema ilustrativo em corte do abrigo.

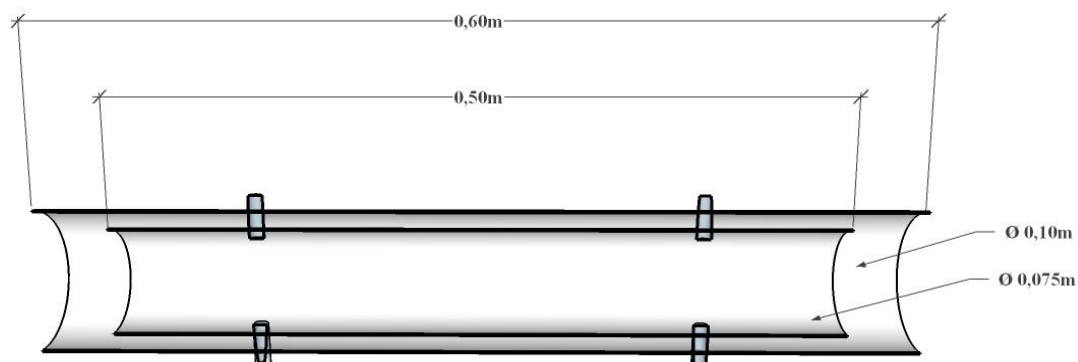


Figura 19 –Dimensões do abrigo horizontal

Para a instalação desse abrigo em coleta de dados em pontos fixos é fundamental conhecer o sentido da direção do vento predominante.

3.1.2. Abrigo com tubo de PVC vertical

Para sua produção utilizou-se um tubo de PVC rígido, cor branca, de 75mm de diâmetro e 0,25m de comprimento (Figura 20a).

O tubo foi perfurado, com o auxílio de uma furadeira com broca de 4mm, para permitir a passagem de ar (Figura 20b).

Na parte superior do tubo foi colocado um CAP (tampa para tubo de esgoto) para proteger o sensor da radiação solar direta e precipitações. Um suporte também foi confeccionado com peças de PVC.

Na parte inferior foi colocado uma esponja para servir de suporte ao sensor (Figura 20c e 20d).

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



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 20 - Preparação de abrigo vertical (a) marcação dos pontos para os furos (b) furando os pontos (c) abrigo montado (d) colocação do fundo com esponja

Na Figura 21 é apresentado o esquema ilustrativo do abrigo.

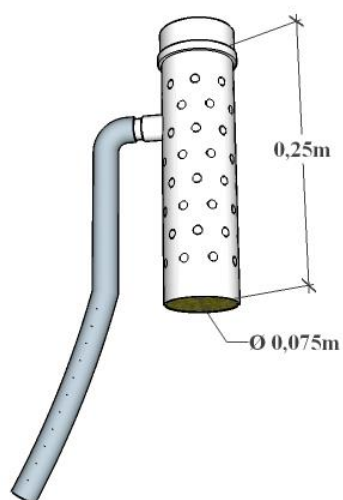


Figura 21 – Dimensões do abrigo vertical

3.1.3. Abrigo com pratos plásticos

Foi construído utilizando seis pratos redondos de plástico na cor branca (Figura 22a).

Nos pratos intermediários foram realizadas aberturas, para o posterior posicionamento do sensor (Figura 22b).

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 22c, 22d, 22e e 22f).

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.

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

As ferramentas utilizadas foram uma trena, um estilete, uma serra de arco e uma furadeira.

As dimensões dos pratos são as seguintes (Figura 23):

- a) Fundo do prato (aba menor): 0,12m;
- b) Aba maior do prato: 0,215m;
- c) Profundidade do prato: 0,03m.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 22 - Abrigo com pratos (a) pratos plásticos (b) furando os pratos do meio (c) mangueira de nível (d) espaçadores de 2,5cm de mangueira de nível (e, f) montagem do abrigo

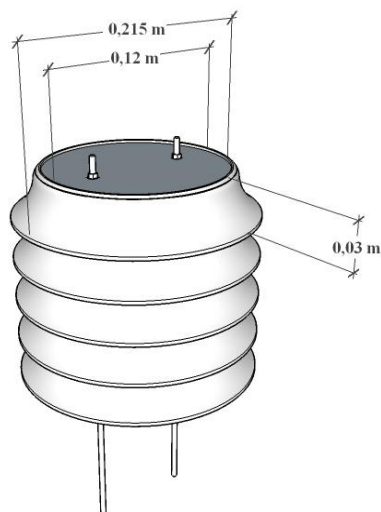


Figura 23 – Dimensões do abrigo com pratos plásticos

3.1.4. Abrigo com pote de sorvete

O abrigo foi construído utilizando um 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 24).

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

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



Figura 24 - Abrigo com pote de sorvete

O pote utilizado é o convencionalmente utilizado para venda de sorvete de 2 litros, sendo que possui 0,15m de comprimento, 0,11m de largura e 0,12m de altura (Figura 25).

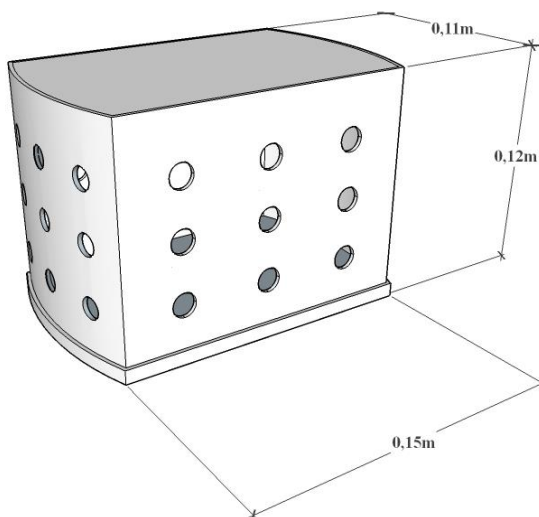


Figura 25 – Dimensões do abrigo com pote de sorvete

3.1.5. Abrigo de madeira

O abrigo de madeira, foi construído com chapas de madeira, que necessitaram ser pintadas com tinta esmalte branca e furada nas portas e laterais para a circulação do ar (Figura 26).

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

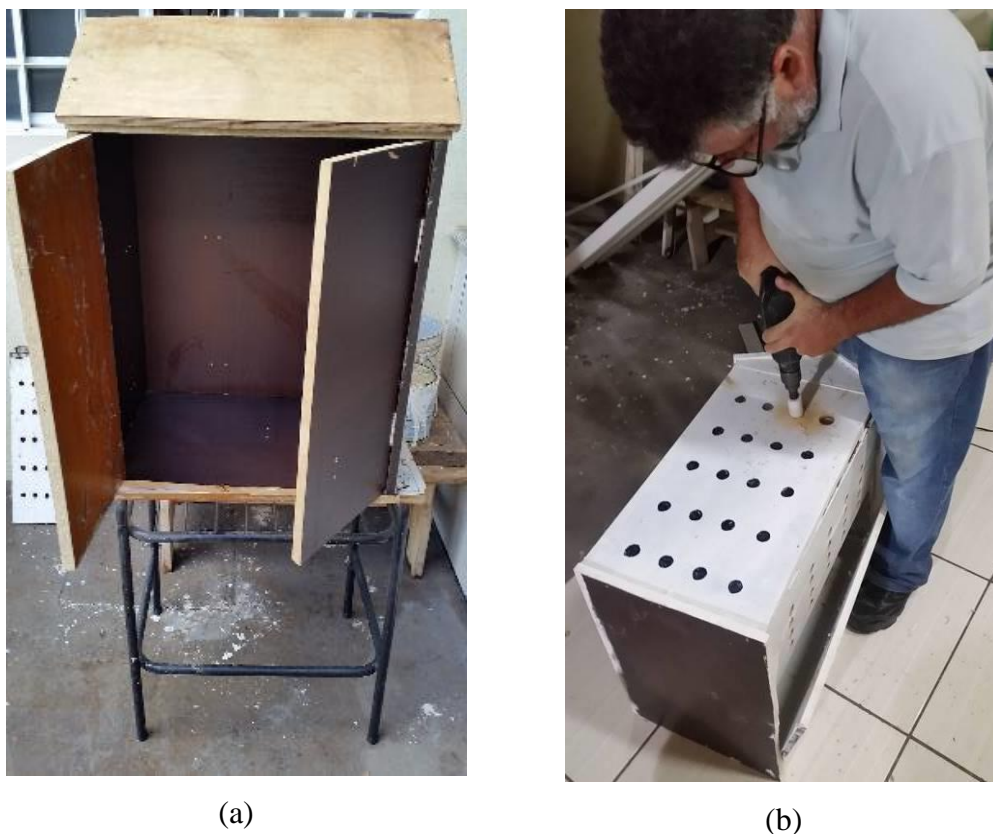


Figura 26 - Abrigo de madeira (a) – Antes de pintar e de realizar os furos
(b) – Sendo furado com auxílio de furadeira com serra copo

O abrigo possui as dimensões de 54cm de comprimento, 35cm de largura e 60cm de altura, com furos 20 furos de 2cm de diâmetro em cada uma das 2 portas e outros 20 furos de 3,5cm nas laterais (Figura 27).

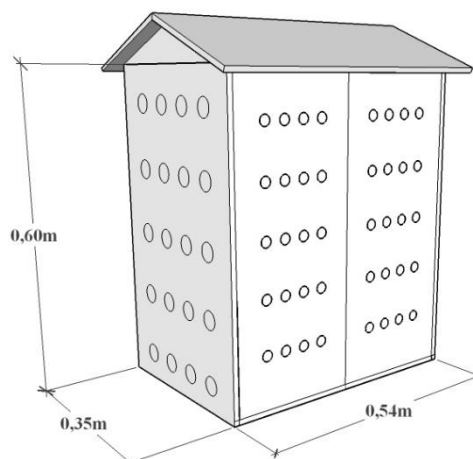


Figura 27 – Dimensões do abrigo de madeira

Após a montagem do abrigo foi confeccionado um suporte para deixá-lo na altura de 1,1m (Figura 28).

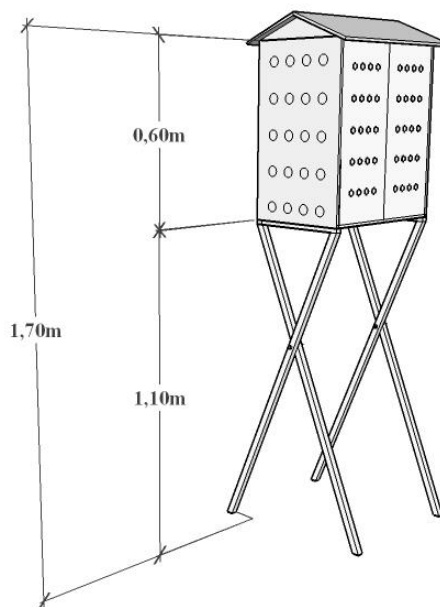


Figura 28 – Dimensão do abrigo com o suporte

3.2. ESTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Como referência de comparação dos dados, optou-se por uma estação automatizada, sendo o modelo Vantage Pro 2™ da marca Davis (Figura 29), que é composta por conjunto de sensores que reúnem pluviômetro, sensores de temperatura / umidade, velocidade e direção do vento e pressão barométrica.

O receptor do sinal wireless (Figura 30) tem alcance de até 300m, e foi instalado a 5m, em abrigo de *datalogger* existente no local, sendo os dados transferidos para o computador através de um cabo serial.



Figura 29 - Estação automatizada - modelo Vantage Pro 2™



Figura 30 - Receptor do sinal wireless

A umidade e temperatura do ar foram medidas por um termo-higroanemômetro (mod. 6382, Davis Instruments, USA) operando em intervalos de medição, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de precisão dos sensores da estação automatizada

Sensor:	Vantage Pro 2™
Faixa de medição:	Temperatura do ar: -40° a 65°C Umidade relativa do ar: 1% a 100%
Acurácia:	Temperatura do ar: ± 0,4°C Umidade relativa do ar: ± 3%
Resolução:	Temperatura do ar: 0,1°C Umidade relativa do ar: 0,5%

3.3. SENSORES UTILIZADOS NOS ABRIGOS

Em cada um dos abrigos confeccionados foram instalados sensores do tipo datalogger, modelo U12-012, de fabricação da Onset Compter Corporation (Figura 31).

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) e são transferidos ao computador através de um cabo USB.

O datalogger tem as dimensões de 58 x 74 x 22mm, é alimentado por baterias de substituição de lítio, e suporta também mais uma saída, o sensor TMC20-HD, capaz de medir a temperatura do ar, água ou solo com cabo de 6,1m, para uso em ambientes interiores, exteriores e submarinas.



Figura 31 - U12-012 datalogger

A Tabela 2 apresenta os dados de precisão dos sensores do datalogger.

Tabela 2 - Dados de precisão dos sensores dos dataloggers	
Sensor:	Datalogger Hobo U12-012
Faixa de medição:	Temperatura do ar: -20° a 70°C Umidade relativa do ar: 5% a 95%
Acurácia:	Temperatura do ar: ± 0,35°C Umidade relativa do ar: ± 2,5%
Resolução:	Temperatura do ar: 0,03°C Umidade relativa do ar: 0,03%

A interface de programação / configuração é bastante simples e compatível com o Sistema Operacional Windows.

Os sensores Hobo U12 – 012 utilizados foram calibrados na sua aquisição, e antes do uso foram verificados para conferência das medidas, 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 e os dataloggers utilizados no procedimento de comparação foram os mesmos instalados posteriormente no campo.

Os resultados são expressos através de uma matriz de correlação, em que apresentaram valores sempre maiores do que 0,99 demonstrando a acurácia entre os sensores, Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3 - Matriz de correlação - temperatura do ar

	<i>Vertical</i>	<i>Sorvete</i>	<i>Madeira</i>	<i>Horizontal</i>	<i>Prato</i>
Vertical	1				
Sorvete	0,999639	1			
Madeira	0,999497	0,99944	1		
Horizontal	0,998952	0,999079	0,999513	1	
Prato	0,999162	0,999398	0,999522	0,999598	1

Tabela 4 - Matriz de correlação - umidade relativa do ar

	<i>Vertical</i>	<i>Sorvete</i>	<i>Madeira</i>	<i>Horizontal</i>	<i>Prato</i>
Vertical	1				
Sorvete	0,999287	1			
Madeira	0,998104	0,998144	1		
Horizontal	0,998788	0,998883	0,999373	1	
Prato	0,99696	0,997583	0,998994	0,998748	1

3.4. INSTALAÇÃO DOS ABRIGOS

O estudo foi desenvolvido nas dependências da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), distante a 32Km da capital Cuiabá – MT, 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 32. Além disso neste local fica instalada uma estação meteorológica oficial do INMET, com condições de entorno ideais.

Santo Antônio de Leverger faz parte da Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá, que segundo a LEI COMPLEMENTAR N° 359 (MATO GROSSO, 2009) é composta pela capital do estado Cuiabá e pelos municípios vizinhos de Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio de Leverger, porém apesar de serem considerados pela lei como Região metropolitana, o município não apresenta desenvolvimento comercial ou industrial, sendo predominante rural. É comum

encontrar pessoas que desenvolvem suas atividades em Cuiabá, mas mantêm sua residência nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá.

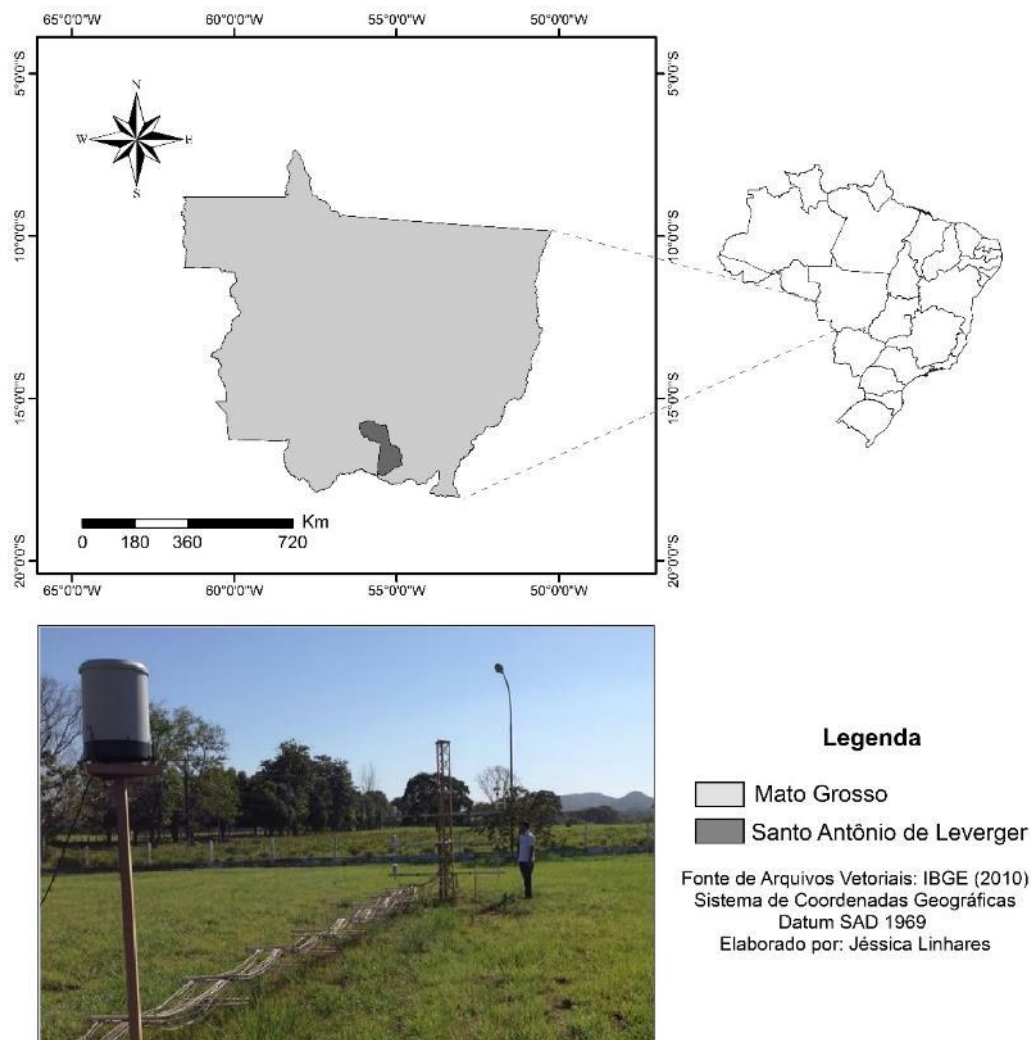
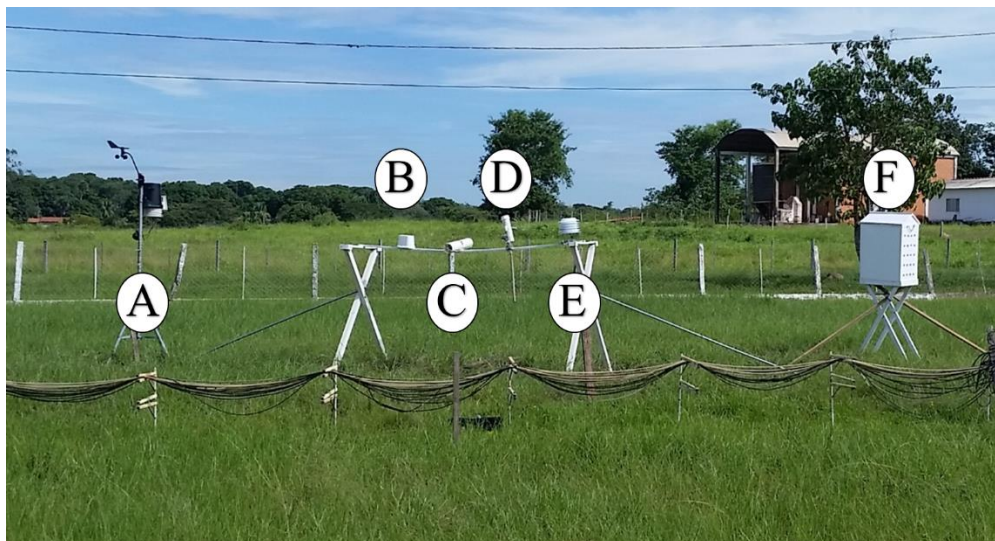


Figura 32 – Localização do local de estudo

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 próximo a uma das extremidades do cavalete (Figura 33).



A



B



C



D



E



F

Figura 33 - Equipamentos instalados

A instalação ocorreu de maneira a ficar no sentido predominante da direção do vento, no caso Norte-Noroeste (45°) (Figura 34).

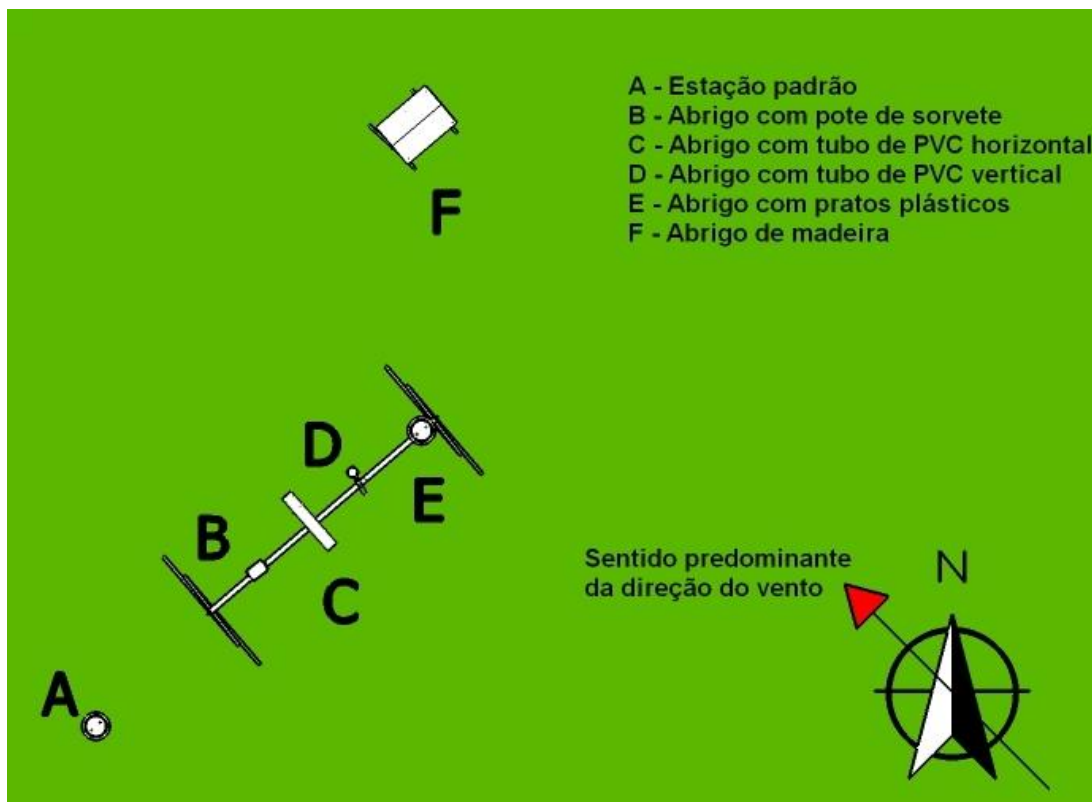


Figura 34 – Implantação dos abrigos

Os abrigos foram instalados no mês de abril do ano de 2015, sendo na mesma data o início das medições.

Para a análise dos dados foram utilizados 40 dias para cada período, com valores registrados a cada 10 minutos, sendo:

A. Úmido: abril e maio de 2015, sendo que neste ano o período de chuvas se estendeu além do convencional que é o mês de março (Figura 35a).

B. Seco: agosto e setembro de 2015 (Figura 35b).

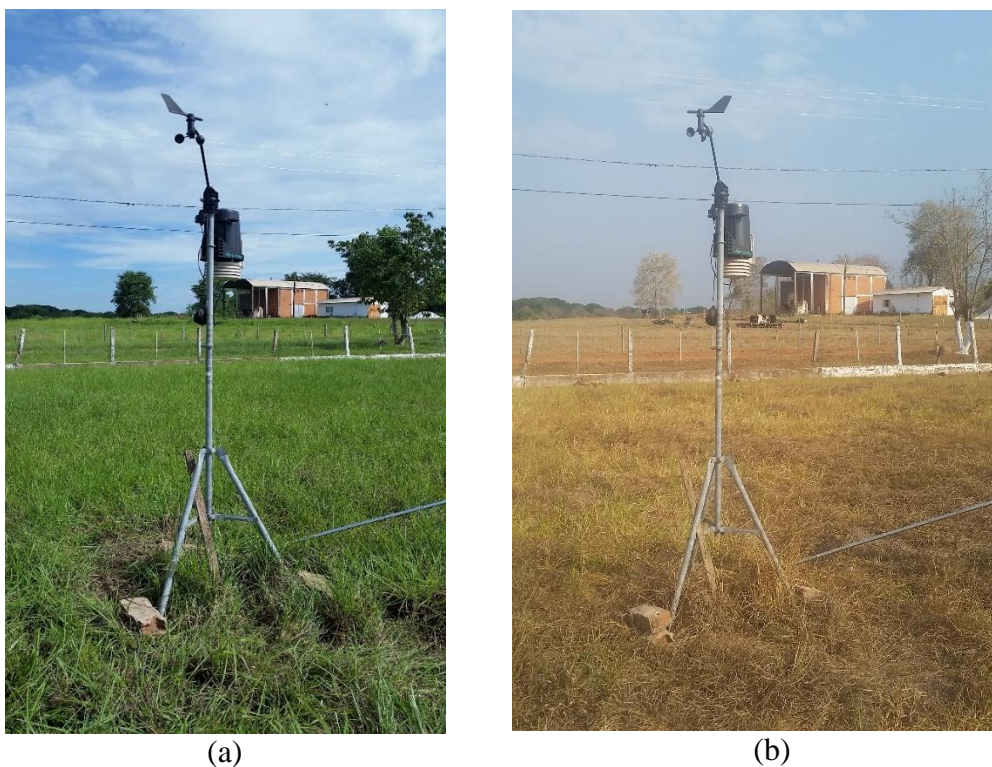


Figura 35 - Pastagem no local da instrumentação (a) – período quente-úmido
(b) – período quente seco

A diferença climática dos dois períodos, pode ser observada através da cor da pastagem e da quantidade de folhas nas árvores ao fundo no local de instalação dos abrigos.

3.5. ANÁLISE DOS DADOS

3.5.1. Análises estatísticas

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.

3.5.2. Análises do desempenho dos abrigos

Os dados foram organizados em planilhas no Microsoft Excel, e gerados gráficos com as médias horárias para a temperatura e umidade relativa do ar, e também com as diferenças de temperatura e umidade registradas no padrão com os abrigos alternativos.

3.5.3. Custo, construção e operação

Fatores como o tempo (horas) para fabricação de cada tipo de abrigo, bem como as ferramentas utilizadas, necessidade de serviços terceiros e tamanho para transporte também foram registrados durante a preparação dos abrigos.

Os valores dos materiais e ferramentas foram orçados e adquiridos no mês de março/2015 na cidade de Cuiabá – MT.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. ANÁLISES ESTATÍSTICAS DA SIGNIFICÂNCIA DAS VARIÁVEIS TERMO-HIGROMÉTRICAS

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 (Z) detectou diferenças significativas, conforme apresentado na Tabela 5, 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.

Tabela 5 - Teste multivariado

Efeito do abrigo	Valor	Z	Significância (p)
Lambda de Wilks (quente-úmido)	0,804	617,902	< 0,001
Lambda de Wilks (quente-seco)	0,967	113,467	< 0,001

Espera-se obter o *Lambda Wilks* menor que 1 para que seja significativo, e é tanto mais significativo quanto menor for seu valor, portanto o valor de 0,804 na estação quente-úmido e 0,967 na estação quente-seca, portanto foram significativos.

De acordo com Beigelman (1996) a significância é o limite que se toma como base para afirmar que um certo desvio é decorrente do acaso ou não. São aceitos como estatisticamente significativos os níveis $p = 0,05$ e $p = 0,01$, ou seja, 5% e 1% respectivamente. Considera-se satisfatório o limite de 5% de probabilidade de erro, não sendo significativas as diferenças que tiverem uma probabilidade acima desse limite. No caso apresentado, o valor da significância foi menor do que 0,001, sendo

então verdadeira a hipótese de que os abrigos tem efeito sobre a temperatura e umidade relativa.

A avaliação dos efeitos entre grupos em cada variável foi detalhado por Análises de Variância Univariadas – ANOVA (F), detectando, em consonância, que os abrigos tem um efeito estatisticamente significativo tanto para temperatura, como para umidade relativa (Tabela 6).

Tabela 6 – Teste ANOVA para avaliação dos efeitos entre grupos

	Temperatura	Umidade
Quente-úmido	$F = 957,238; p < 0.001$	$F = 1143,931; p < 0,001$
Quente-seco	$F = 136,243; p < 0.001$	$F = 56,849; p < 0,001$

A comparação *post hoc* entre as médias foram efetivadas pelo procedimento de Tukey HSD.

Quanto à temperatura na estação quente-úmida (Tabela 7), apenas não existem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) entre os abrigos de “madeira” e “horizontal”. As diferenças são estatisticamente significativas ($p < 0.05$) nas comparações múltiplas entre todos os outros pares de abrigos.

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

ABRIGO	M (DP)	COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS ⁽¹⁾					
		(diferenças entre as médias dos abrigos)					
		Padrão	Horizontal	Sorvete	Vertical	Prato	Madeira
Padrão	26,26 (3,43)	-	-,1291*	-1,1290*	-,9634*	-,2399*	-,1730*
Horizontal	26,39 (4,08)	,1291*	-	-1,0000*	-,8343*	-,1108*	-,0440
Sorvete	27,39 (5,89)	1,1290*	1,0000*	-	,1656*	,8892*	,9560*
Vertical	27,22 (5,33)	,9634*	,8343*	-,1656*	-	,7235*	,7904*
Prato	26,50 (4,10)	,2399*	,1108*	-,8892*	-,7235*	-	,0668*
Madeira	26,43 (4,12)	,1730*	,0440	-,9560*	-,7904*	-,0668*	-

⁽¹⁾Testes de comparações múltiplas Tukey HSD: * $p < 0,05$

Referente à temperatura na estação quente-seca (Tabela 8), não existem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre o abrigo “padrão” e “horizontal”; “padrão” e “madeira”; “horizontal” e “madeira”; “vertical” e “sorvete”. As diferenças são estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nas comparações múltiplas entre todos os outros pares de abrigos.

Tabela 8 - Caracterização da temperatura (°C) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos – quente seco

ABRIGO	M (DP)	COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS ⁽¹⁾					
		(diferenças entre as médias dos abrigos)					
		Padrão	Horizontal	Sorvete	Vertical	Prato	Madeira
Padrão	26,89 (7,05)	-	,09275	-,82239*	-,74748*	-,14554*	,01848
Horizontal	26,80 (7,87)	-,09275	-	-,91514*	-,84023*	-,23829*	-,07427
Sorvete	27,72 (9,76)	,82239*	,91514*	-	,07491	,67685*	,84087*
Vertical	27,64 (9,00)	,74748*	,84023*	-,07491	-	,60194*	,76596*
Prato	27,04 (7,68)	,14554*	,23829*	-,67685*	-,60194*	-	,16401*
Madeira	26,88 (7,82)	-,01848	,07427	-,84087*	-,76596*	-,16401*	-

⁽¹⁾Testes de comparações múltiplas Tukey HSD: * $p < 0,05$

A Figura 36 apresenta as temperaturas médias dos dois períodos.

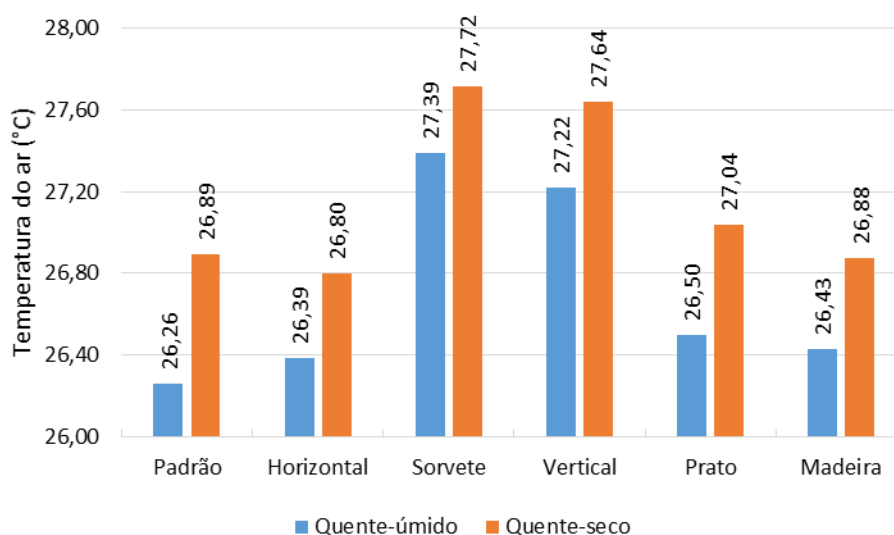


Figura 36 - Temperatura média (°C) por abrigo

Observa-se que a temperatura média na estação quente-úmida 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), o “madeira” (M = 26,43; DP = 4,12) o “horizontal” (M = 26,39; DP = 4,08), e o “padrão” (M = 26,26; DP = 3,43) com a temperatura média mais baixa.

Já para a estação quente-seca a temperatura média mais baixa foi o “horizontal”, diferente do quente-úmida onde foi o “padrão”.

As temperaturas médias na quente-seca foram em ordem decrescente o “sorvete” (M = 27,72; DP = 9,76), seguindo-se o “vertical” (M = 27,64; DP = 9,00), o

“prato) (M = 27,04; DP = 7,68), o “padrão” (M = 26,89; DP = 7,05), o “madeira” (M = 26,88; DP = 7,82) e o “horizontal” (M = 26,80; DP = 7,87).

Quanto à umidade relativa, na estação quente-úmida (Tabela 9), apenas não existem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre “madeira” e “prato”. As diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nas comparações múltiplas entre todos os outros pares de abrigos.

Tabela 9 - Caracterização da umidade relativa (%) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos – quente úmido

ABRIGO	M (DP)	COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS ⁽¹⁾					
		(diferenças entre as médias dos abrigos)					
		Padrão	Horizontal	Sorvete	Vertical	Prato	Madeira
Padrão	82,72 (12,38)	-	,9343*	3,8105*	3,5489*	,6452*	,7100*
Horizontal	81,78 (15,48)	-,9343*	-	2,8762*	2,6146*	-,2891*	-,2244*
Sorvete	78,90 (20,03)	-3,8105*	-2,8762*	-	-,2617*	-3,1653*	-3,1006*
Vertical	79,17 (19,40)	-3,5489*	-2,6146*	,2617*	-	-2,9036*	-2,8389*
Prato	82,07 (16,42)	-,6452*	,2891*	3,1653*	2,9036*	-	,0647
Madeira	82,01 (15,84)	-,7100*	,2244*	3,1006*	2,8389*	-,0647	-

⁽¹⁾Testes de comparações múltiplas Tukey HSD: * $p < 0,05$

Na estação quente-seca (Tabela 10), para os valores de umidade relativa do ar, não existem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre “horizontal” e “prato”; “horizontal” e “madeira”; “sorvete” e “prato”; “sorvete” e “madeira” e “prato” e “madeira”. As diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nas comparações múltiplas entre todos os outros pares de abrigos.

Tabela 10 - Caracterização da umidade relativa (%) por abrigo e comparações múltiplas entre os abrigos – quente seco

ABRIGO	M (DP)	COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS ⁽¹⁾					
		(diferenças entre as médias dos abrigos)					
		Padrão	Horizontal	Sorvete	Vertical	Prato	Madeira
Padrão	59,61 (21,88)	-	1,61451*	2,15165*	2,75622*	2,01908*	1,66895*
Horizontal	58,00 (24,26)	-1,61451*	-	,53714*	1,14171*	,40457	,05444
Sorvete	57,46 (27,14)	-2,15165*	-,53714*	-	,60457*	-,13257	-48270
Vertical	56,85 (26,47)	-2,75622*	-1,14171*	-,60457*	-	-,73714*	-1,08727*
Prato	57,59 (25,02)	-2,01908*	-,40457	,13257	,73714*	-	-,35013
Madeira	57,94 (24,62)	-1,66895*	-,05444	,48270	1,08727*	,35013	-

⁽¹⁾Testes de comparações múltiplas Tukey HSD: * $p < 0,05$

Na análise das umidades relativas do ar médias (Figura 37) observa-se que o abrigo com umidade relativa média na estação quente-úmida mais elevada foi o “padrão” (M = 82,07; DP = 12,38), seguindo-se o “prato” (M = 82,07; DP = 16,42), o “madeira” (M = 82,01; DP = 15,84), o “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.

Na estação quente-seca a umidade mais elevada também foi a do “padrão” (M = 59,61; DP = 21,88), seguida pelo “horizontal” (M = 58,00, DP = 24,26), o “madeira” (M = 57,94; DP = 24,62), o “prato” (M = 57,59; DP = 25,02), o “sorvete” (M = 57,46; DP = 27,14) e a menor umidade no “vertical” (M = 56,85; DP = 26,47).

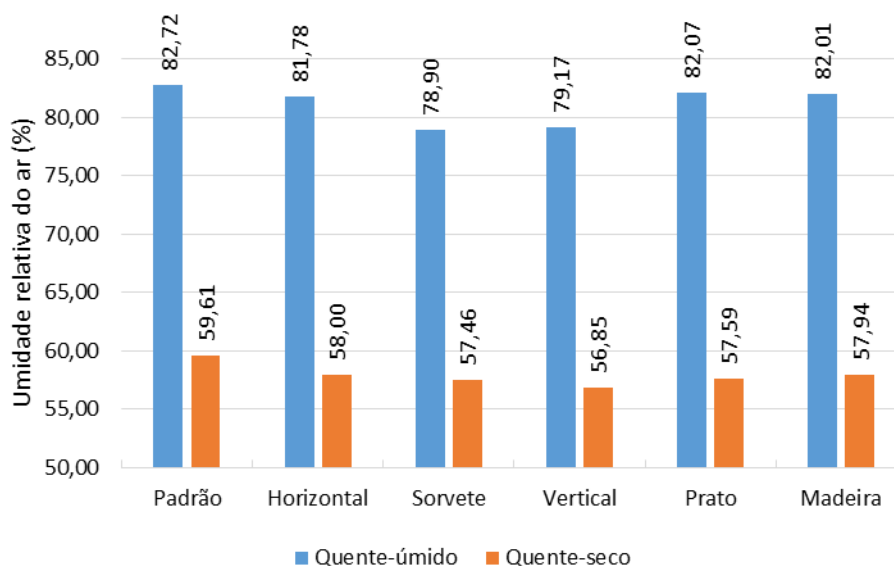


Figura 37 - Umidade relativa média (%) por abrigo

4.2. DESEMPENHO DAS VARIÁVEIS TERMO-HIGROMÉTRICAS

4.2.1. Temperatura do ar

A observação das médias horárias da temperatura do ar do abrigo padrão com os abrigos alternativos permite observar que aproximadamente entre 18h e 6h, 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 as temperaturas dos abrigos alternativos foram maiores do que o padrão, nas duas estações climáticas (quente-úmido e quente-seco).

Pereira, et al (2002) apud Oliveira (2013)⁴ afirmam que a variação temporal e espacial da temperatura do ar é condicionada pelo balanço de energia na superfície, um dos efeitos mais importantes da radiação solar. Esse fato pode ser observado nas comparações entre os abrigos, pois nos horários sem a incidência de raios solares (entre 18 e 6 horas) as temperaturas registradas ficaram próximas, sendo que no horário onde ocorrem as menores temperaturas (6h), no período quente-úmido (Figura 38) a maior diferença entre o padrão e os abrigos alternativos foi de 0,77°C e no horário com maior temperatura (14h) a maior diferença entre o padrão e os abrigos alternativos foi de 4,72°C, sendo em ambos os horários as maiores diferenças ocorreram entre o “padrão” e o “abrigo com pote de sorvete”.

Já no período quente seco (Figura 39), os valores registrados obtiveram uma amplitude maior do que na mesma situação no período quente-úmido. Nos horários com a menor temperatura ao longo do dia (6h) a amplitude entre os valores dos abrigos foi de 1,57°C e no horário com maior temperatura (14h) a maior diferença entre o padrão e os abrigos alternativos foi de 5,23°C, sendo em ambos os horários as maiores diferenças ocorreram entre o “padrão” e o “abrigo com pote de sorvete”, da mesma maneira que na estação quente-úmida.

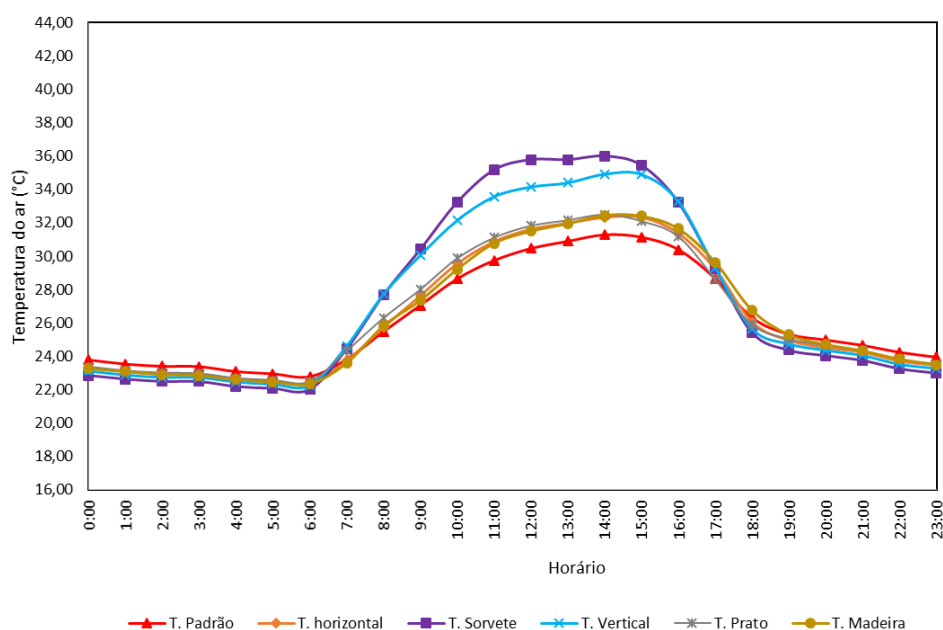


Figura 38 - Média horária das temperaturas do padrão e dos alternativos no período quente-úmido

⁴ OLIVEIRA, T. E. S. Condições Microclimáticas e a Proliferação de Vetores da Dengue e Febre Amarela em uma Escola de Cuiabá-MT. Cuiabá, 2013, 56f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

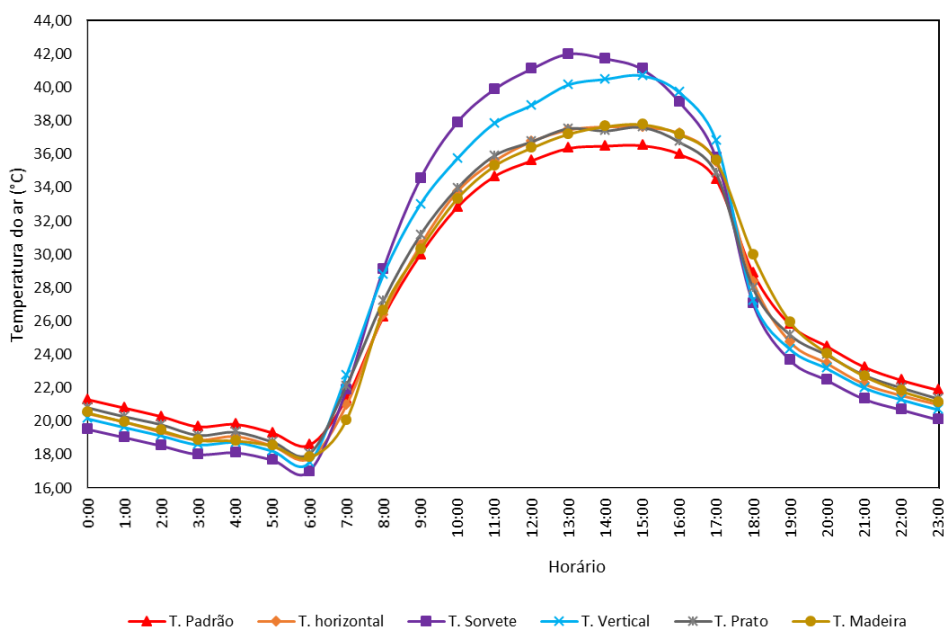


Figura 39 - Média horária das temperaturas do padrão e dos alternativos no período quente-seco

Nos abrigos do tipo sorvete e vertical observa-se que nos horários de maior insolação e aquecimento, entre 11 e 16h, ocorre um aumento da temperatura do ar dentro desses abrigos, ocasionado pela menor ventilação passiva, sendo que os furos existentes não foram suficientes, e também pela emissão de ondas longas pelos próprios abrigos, pois a radiação que incide sobre os abrigos são absorvidas e refletidas pelos mesmos.

A quantidade de radiação que é refletida refere-se ao albedo do material, que neste caso variam entre o PVC (abrigos horizontal e vertical), poliestireno (abrigos com pote de sorvete e pratos plásticos) e madeira pintada com tinta esmalte branca (abrigo de madeira).

Conforme Luz (2013) as diferenças de superfícies se traduzem no albedo do material, sendo quanto mais claro e liso têm um maior albedo, o que se traduz em alta refletividade de radiação e em baixa absorção da radiação nelas incidentes e quanto mais escuro e rugoso têm um menor albedo, o que se traduz em baixa refletividade de radiação e em alta absorção da radiação nelas incidentes (aumento da temperatura).

O abrigo com pote de sorvete, apesar de ter cor clara assim como os fabricados com PVC (horizontal e vertical), tem uma espessura reduzida (fino), sendo inclusive maleável enquanto que o PVC é rígido.

O aumento da temperatura da superfície aumenta a temperatura do ar imediatamente próximo a ela e por convecção aumenta a temperatura do ar.

Analisando os valores da temperatura do ar as 02h, 08h, 14h e 20h do “padrão”, horários recomendados pela OMM, devidamente ajustados para o fuso-horário de Cuiabá (Figura 40) a principal diferença entre as estações quente-úmida e quente-seca ocorre no horário das 14h, pois no período quente-úmido a taxa de radiação refletida é menor e a maior parte da radiação solar incidente durante o dia é absorvida pelas nuvens. Nos horários com incidência solar (08 e 14h) as temperaturas no período quente-seco foram mais elevadas e nos horários sem incidência solar (02 e 20h) o período quente-seco apresenta os dias mais frios.

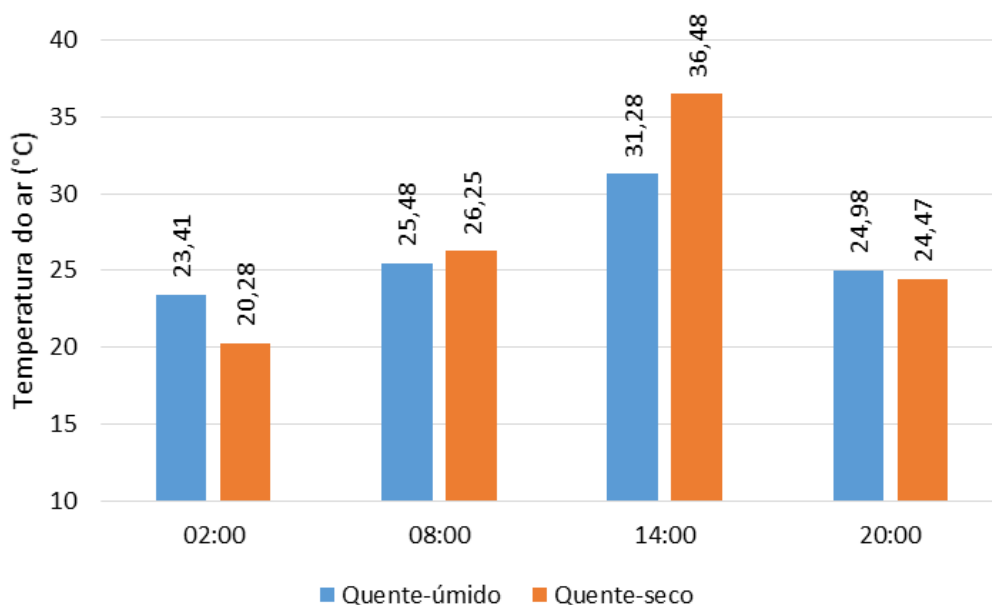


Figura 40 - Temperatura do "padrão" nos horários de 02, 08, 14 e 20 horas

4.2.1.1. Diferenças nas temperaturas do ar registradas em relação ao padrão analisadas com base na acurácia dos sensores

Sabendo que a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos é de $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$, é possível observar que no horário das 02h, o abrigo padrão obteve nas duas estações climáticas analisadas a temperatura do ar menor que nos abrigos alternativos, sendo na quente úmida de $23,41^{\circ}\text{C}$ e decréscimos de $0,38^{\circ}\text{C}$ no abrigo de pratos, $0,48^{\circ}\text{C}$ no abrigo horizontal, $0,49^{\circ}\text{C}$ no abrigo de madeira, $0,66^{\circ}\text{C}$ no abrigo vertical e $0,91^{\circ}\text{C}$ no abrigo com pote de sorvete. Já na estação quente-seca a temperatura do ar

no padrão foi 20,28°C e decréscimo de 0,49°C no abrigo de pratos, 0,85°C no abrigo de madeira, 0,93°C no abrigo horizontal, 1,16°C no abrigo vertical e 1,76°C no abrigo com pote de sorvete (Figura 41).

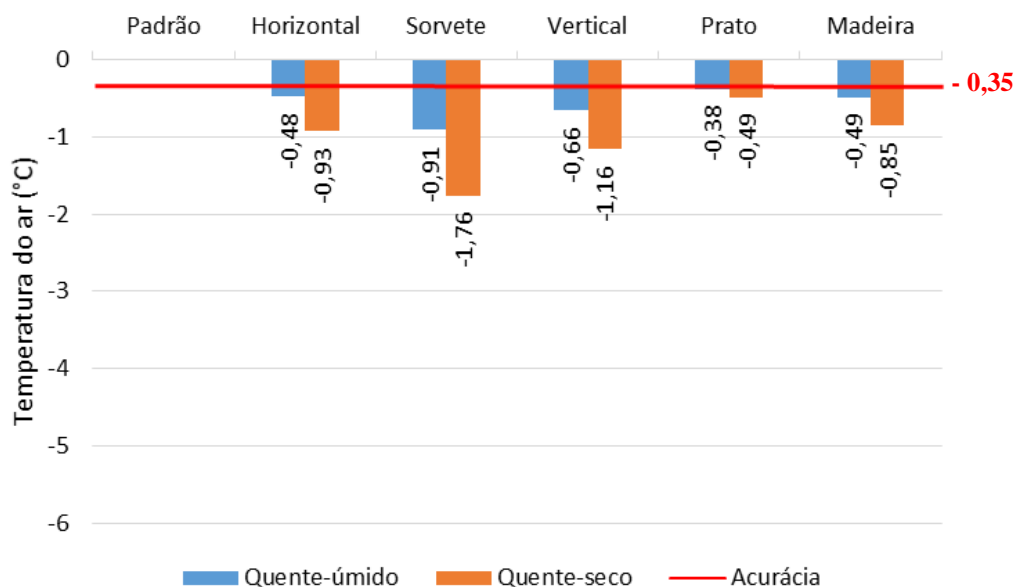


Figura 41 – Diferenças nas temperaturas do ar registradas às 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

As diferenças entre os valores registrados no padrão em relação aos alternativos foi superior a acurácia em todos os tipos de abrigos e nos dois períodos analisados no horário de 02h.

Tem-se para as 08h na estação quente-úmida o padrão com 25,48°C e acréscimos de 0,26°C no abrigo horizontal, 0,35°C no abrigo de madeira, 0,82°C no abrigo de pratos, 2,2°C no abrigo com pote de sorvete e 2,23°C no abrigo vertical, e na estação quente-seca o padrão apresentou 26,25°C, e acréscimos de 0,12°C no abrigo horizontal, 0,38°C no abrigo de madeira, 0,94°C no abrigo de pratos, 2,51°C no abrigo vertical e 2,85°C no abrigo com pote de sorvete. Desta maneira apenas o abrigo horizontal nas duas estações climáticas analisadas obteve a diferença menor do que a acurácia, bem como o abrigo de madeira na estação quente-úmida, sendo todos os demais com as diferenças do padrão acima da acurácia dos sensores (Figura 42). Os abrigos com pote de sorvete e vertical obtiveram valores maiores do que cinco vezes a acurácia.

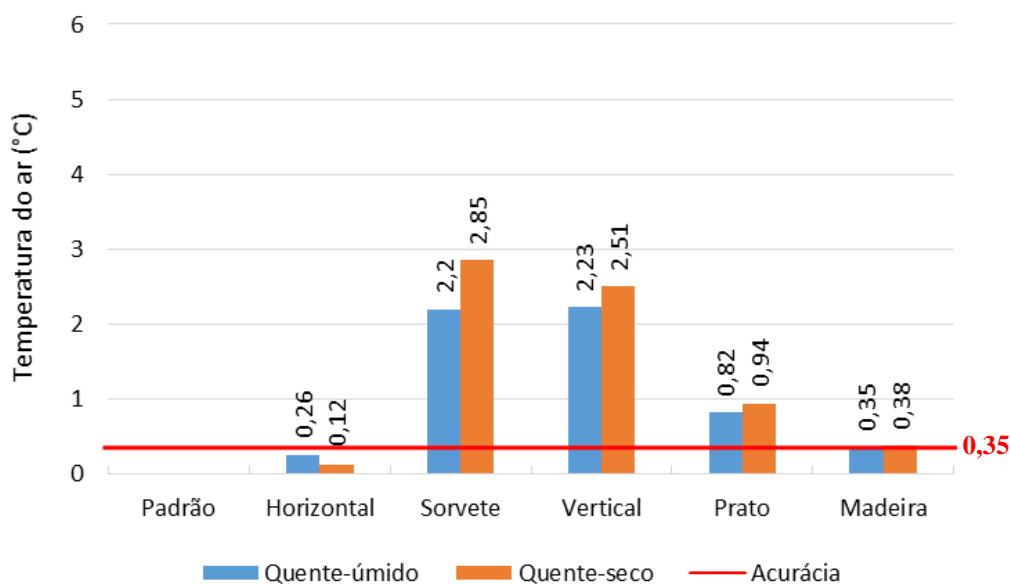


Figura 42 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

No horário das 14h, ocorrem as maiores temperaturas do ar. Nas duas estações climáticas analisadas a temperatura do ar no “padrão” foi menor do que todos os demais abrigos alternativos. Na estação quente-úmida o padrão apresentou 31,28°C, e acréscimos de 1,04°C no abrigo horizontal, 1,17°C no abrigo de madeira, 1,21°C no abrigo de pratos, 3,63°C no abrigo vertical e 4,72°C no abrigo com pote de sorvete, e na estação quente-seca o padrão apresentou 36,48°C, e acréscimos de 0,91°C no abrigo de pratos, 1,16°C nos abrigo horizontal e de madeira, 4,01°C no abrigo de vertical e 5,23°C no abrigo com pote de sorvete, todos acima da acurácia dos sensores (Figura 43).

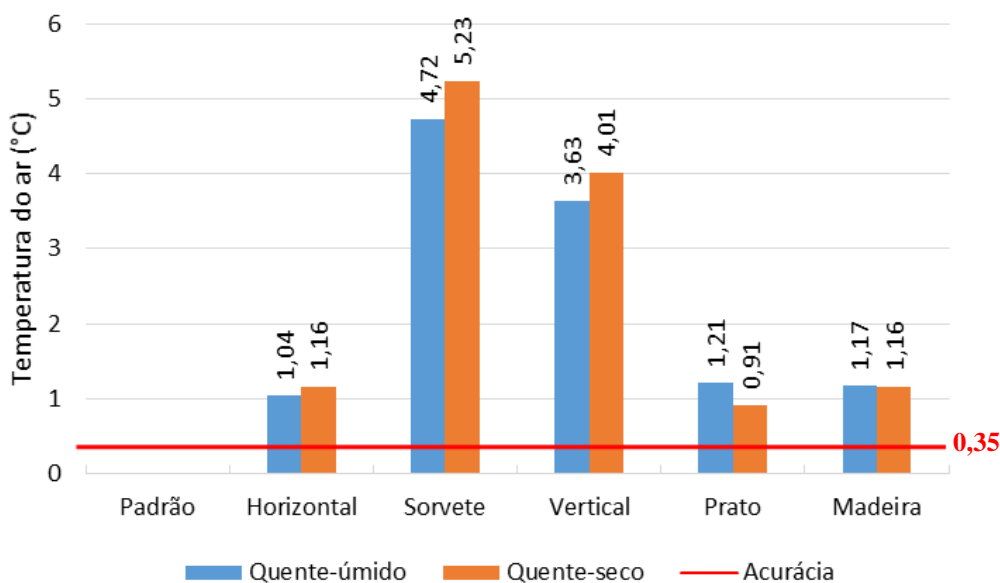


Figura 43 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

No horário das 20h, nas duas estações climáticas analisadas a temperatura do ar no “padrão” foi menor do que todos os demais abrigos alternativos. Na estação quente-úmida o padrão apresentou 24,98°C, e decréscimos de 0,27°C no abrigo de madeira, 0,33°C no abrigo de pratos, 0,45 no abrigo horizontal, 0,62°C no abrigo vertical e 0,94°C no abrigo com pote de sorvete e na estação quente-seca o padrão apresentou 24,47°C, e decréscimos de 0,42°C no abrigo de madeira, 0,52°C no abrigo de pratos, 1,02 no abrigo horizontal, 1,33°C no abrigo vertical e 2,03°C no abrigo com pote de sorvete. Considerando a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos de $\pm 0,35^\circ\text{C}$, é possível constatar que no horário de 20h, o abrigo de madeira na estação quente úmida e o de prato na quente-seca foram os que ficaram dentro dos limites da acurácia (Figura 44).

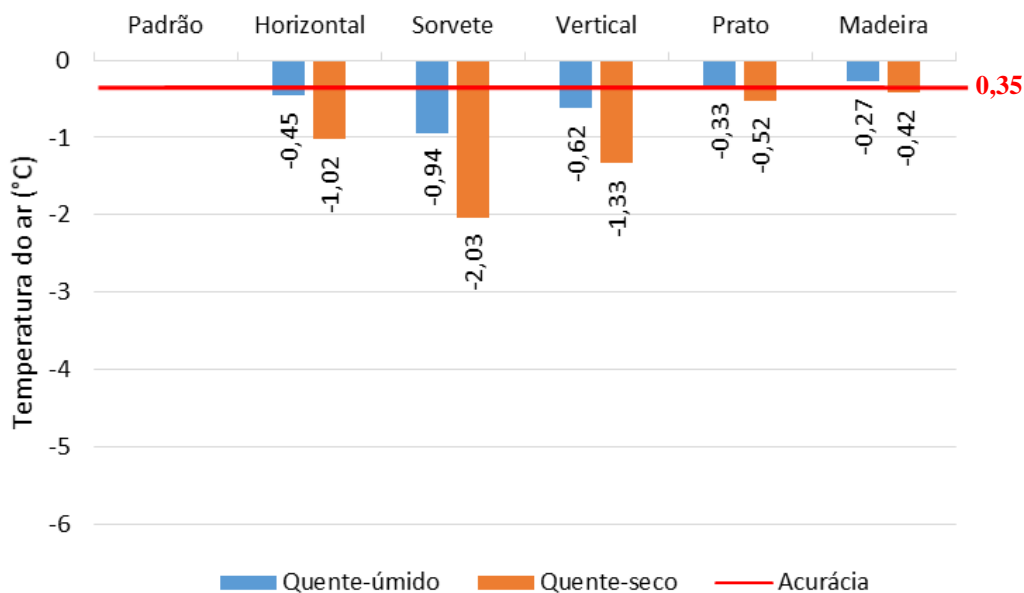


Figura 44 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

4.2.1.2. Diferenças nas temperaturas do ar registradas em relação ao padrão analisadas com base no comportamento entre os períodos analisados

Esperava-se, após subtrair as temperaturas médias do padrão, e ao comparar as temperaturas do mesmo tipo de abrigo entre os dois períodos/estações, encontrar diferenças menores que $0,35^{\circ}\text{C}$, que é a acurácia do sensor, para demonstrar que tiveram o mesmo comportamento, independentemente da estação. Essa análise foi realizada para os horários de 02h, 08h, 14h e 20h, conforme recomendação da OMM devidamente ajustados para o fuso-horário de Cuiabá.

No horário das 02h (quente úmido = $23,41^{\circ}\text{C}$; quente-seca = $20,28^{\circ}\text{C}$) o abrigo do tipo prato foi o único com o mesmo tipo de comportamento nos dois períodos, com $\pm 0,11^{\circ}\text{C}$, e para outros foram de $\pm 0,36^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,45^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,50^{\circ}\text{C}$ e $\pm 0,85^{\circ}\text{C}$, respectivamente para os abrigos de madeira, horizontal, vertical, e sorvete (Figura 45).

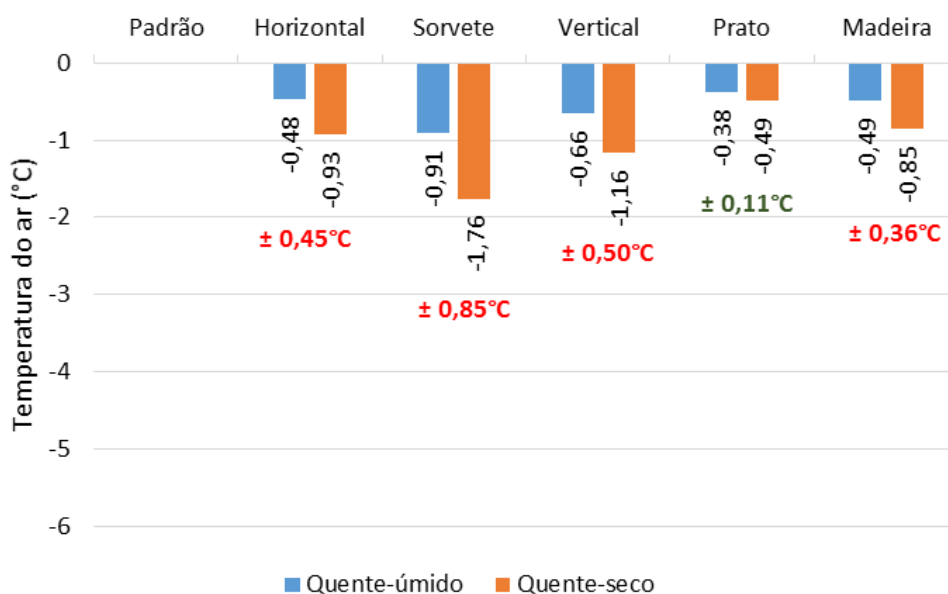


Figura 45 – Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

Na média do horário de 08h (quente-úmido = 25,48°C; quente-seco = 26,25°C), apenas o abrigo com pote de sorvete não apresentou o mesmo tipo de comportamento entre os períodos quando subtraídos do padrão, com variação entre as estações de $\pm 0,65^\circ\text{C}$, enquanto que para os demais abrigos as variações das diferenças entre as estações foram menores que a acurácia dos sensores (Figura 46).

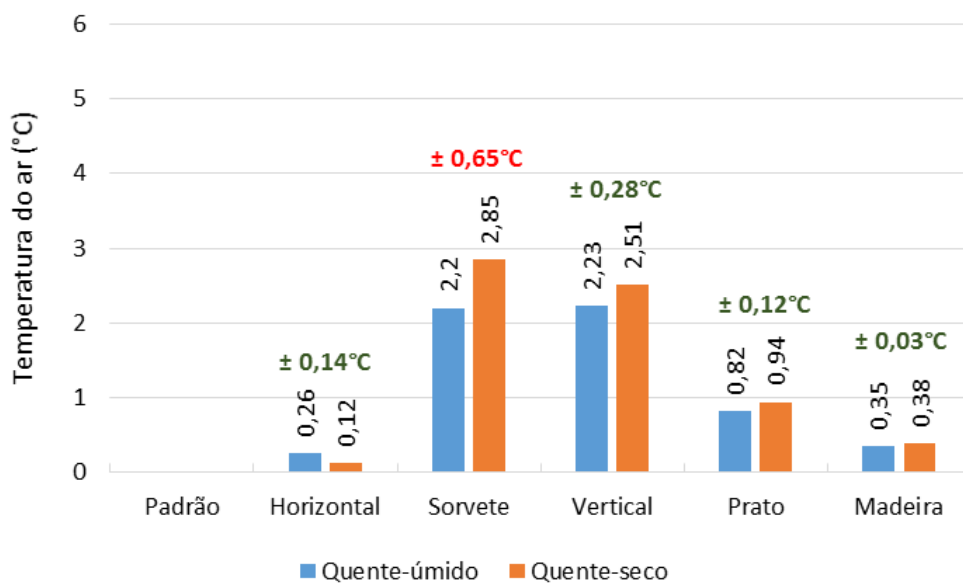


Figura 46 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas as 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

No horário de 14h é possível constatar que nos períodos e temperaturas diferentes (quente-úmido = 31,28°C; quente-seco = 36,48°C), os abrigos vertical e com pote de sorvete não apresentaram o mesmo tipo de comportamento, com variação entre as estações de $\pm 0,38^\circ\text{C}$ e $\pm 0,51^\circ\text{C}$, respectivamente, enquanto que para os demais abrigos as variações das diferenças entre as estações foram menores a acurácia dos sensores (Figura 47).

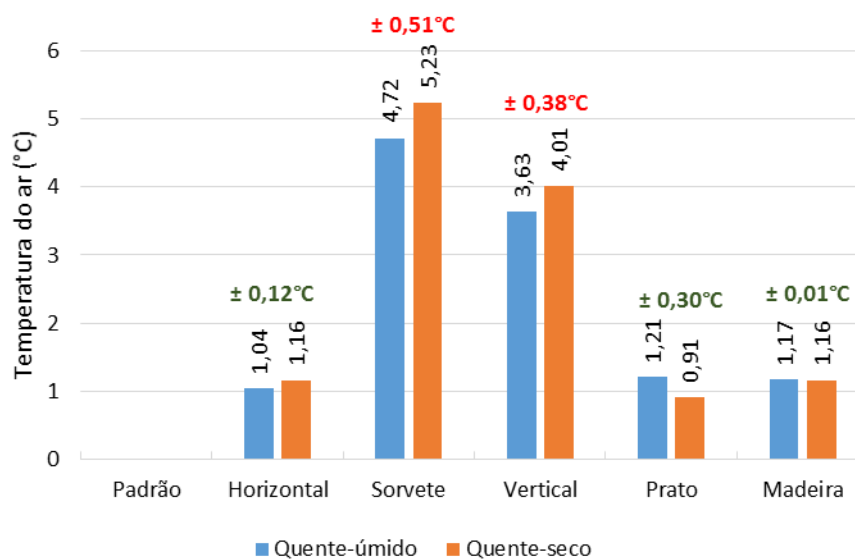


Figura 47 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas às 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

Para as médias de temperatura das 20h (quente-úmido = 24,98°C; quente-seco = 24,47°C), os abrigos horizontal, com pote de sorvete e vertical não apresentaram o mesmo tipo de comportamento, com variação entre as estações de $\pm 0,57^\circ\text{C}$, $\pm 1,09^\circ\text{C}$ e $\pm 0,71^\circ\text{C}$, respectivamente, enquanto que para os abrigos de prato e de madeira as variações das diferenças entre as estações foram menores a acurácia dos sensores (Figura 48).

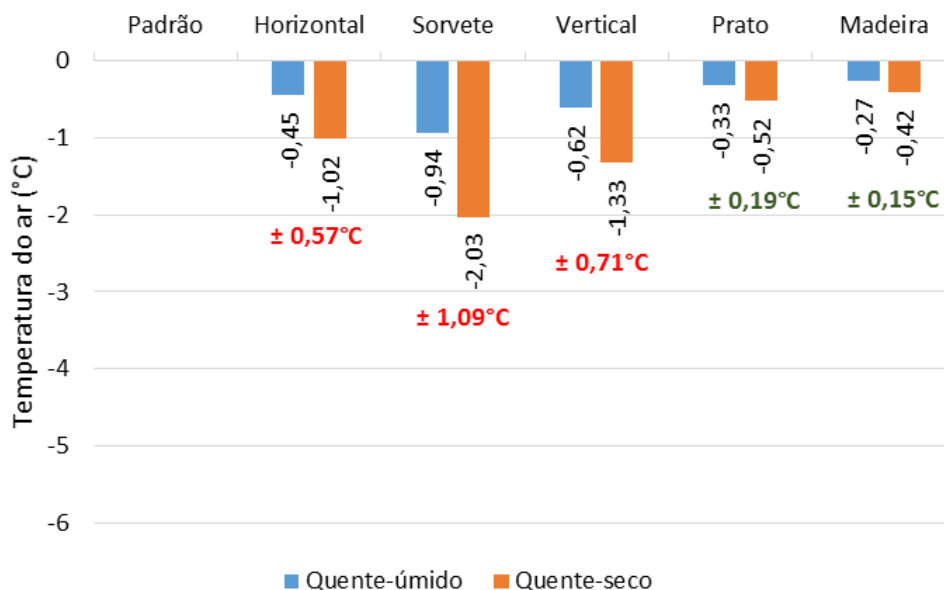


Figura 48 - Diferenças nas temperaturas do ar registradas às 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

O abrigo com pote de sorvete apresentou variações maiores do que a acurácia dos sensores em todos os horários (02h, 08h, 14h e 20h) e o abrigo vertical apresentou variação menor do que a acurácia do sensor apenas às 08h. O único abrigo que apresentou estabilidade nas leituras das temperaturas do ar entre as estações foi o abrigo de pratos.

4.2.2. Umidade relativa do ar

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 18h e 07h, quando não há incidência de raios solares, as umidades relativas do ar registradas nos abrigos alternativos foram maiores do que o padrão, e quando há incidência dos raios solares a umidade relativa do ar dos abrigos alternativos foi menor do que o padrão.

Os maiores valores de umidade relativa do ar ocorrem no período da madrugada, quando a temperatura atinge valores mínimos e os menores valores da umidade relativa são verificados no início da tarde, correspondendo às máximas diárias da temperatura do ar.

Na Figura 49 tem-se os valores da umidade relativa do ar na estação quente-úmida, nos horários sem a incidência de raios solares (entre 18 e 6h) as umidades registradas pelos abrigos ficaram próximas, sendo que no horário onde ocorreu a maior umidade relativas do ar (6h), a maior diferença entre o padrão e os abrigos alternativos foi de 3,11% e no horário com menor umidade relativa (14h) a maior diferença entre o padrão e os abrigos alternativos foi de 14,20%, sendo em ambos os horários as maiores diferenças ocorreram entre o “padrão” e o “abrigo com pote de sorvete”.

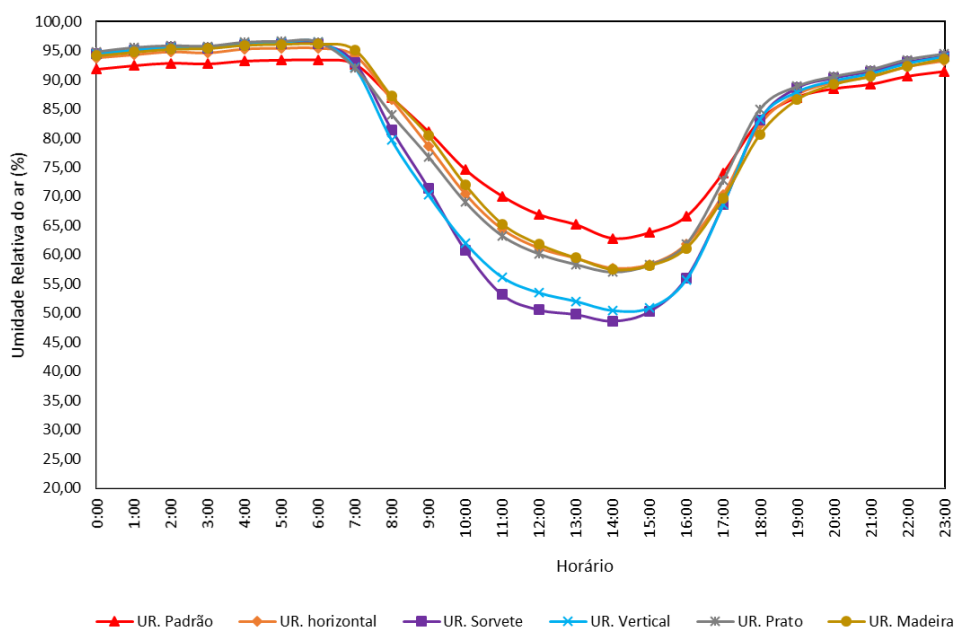


Figura 49 - Média horária das umidades relativas do padrão e dos alternativos no período quente-úmido

No período quente-seco (Figura 50), no horário onde ocorreu a maior umidade relativa do ar (6h), a maior diferença em relação ao padrão foi de 4,09% e no horário com a menor umidade relativa do ar (14:00), a maior diferença entre o padrão e os abrigos alternativos foi de 9,66%, sendo em ambos os horários as maiores diferenças ocorreram entre o “padrão” e o “abrigo com pote de sorvete”, da mesma maneira que na estação quente-úmida.

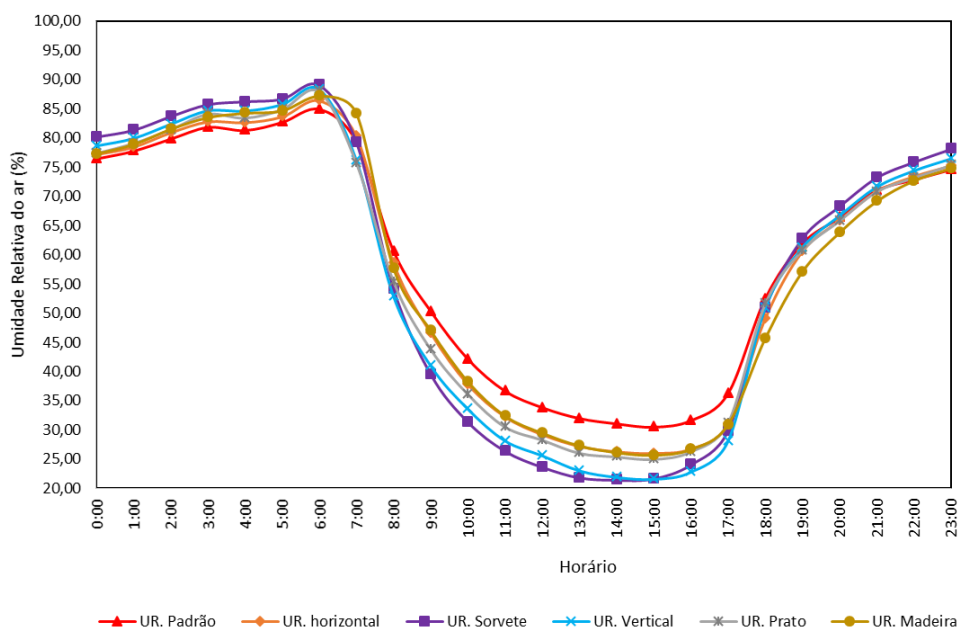


Figura 50 - Média horária das umidades relativas do padrão e dos alternativos no período quente-seco

Analisando os valores da umidade relativa do ar as 02h, 08h, 14h e 20h do “padrão”, horários recomendados pela OMM, devidamente ajustados para o fuso-horário de Cuiabá (Figura 51) a maior diferença entre as estações quente-úmida e quente-seca ocorre as 14h, da mesma maneira que com a temperatura do ar.

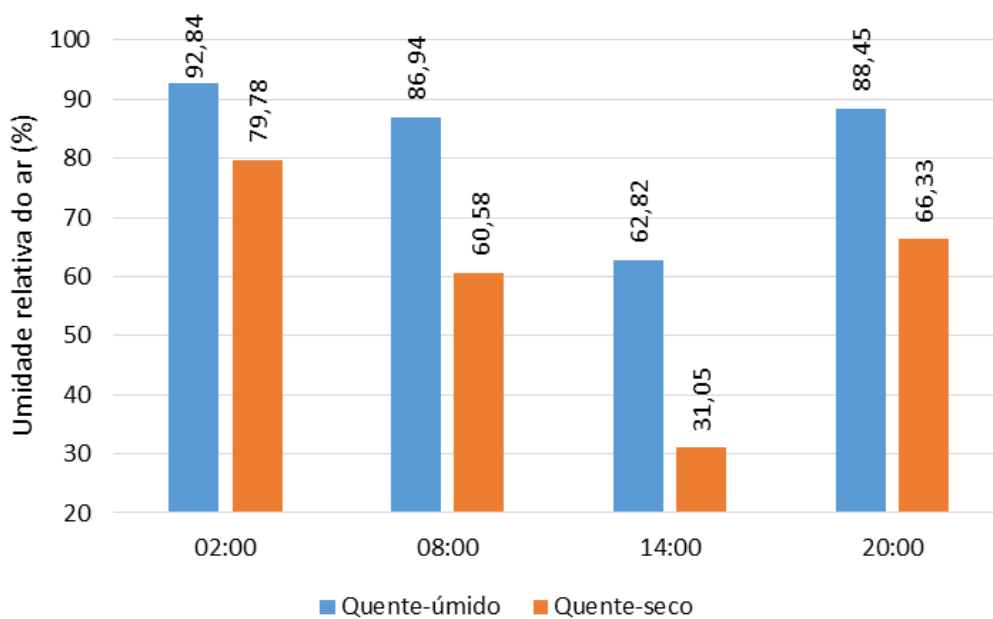


Figura 51 – Umidade relativa do ar do "padrão" nos horários de 02, 08, 14 e 20 horas

4.2.2.1. Diferenças nas umidades relativas do ar registradas em relação ao padrão analisadas com base na acurácia dos sensores

Sabendo que a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos é de $\pm 2,5\%$, é possível observar no horário das 02h que o padrão obteve nas duas estações climáticas analisadas a umidade relativa do ar menor que nos abrigos alternativos, sendo na quente-úmida de 92,84% e acréscimos de 1,95% abrigo horizontal, 2,38% no abrigo de madeira, 2,66% no abrigo com pote de sorvete, 2,69% no abrigo vertical e 3,00% no abrigo de pratos. Já na estação quente-seca a umidade relativa do ar no padrão foi 79,78% e acréscimos de 1,07% abrigo horizontal, 1,61% no abrigo de pratos, 1,67% no abrigo de madeira, 2,53% no abrigo vertical e 3,84% no abrigo com pote de sorvete. Obtiveram valores de umidade relativa do ar maiores que o padrão os abrigos com pote de sorvete e o vertical nas duas estações, e os abrigos de prato e o de madeira na estação quente-úmida. (Figura 52).

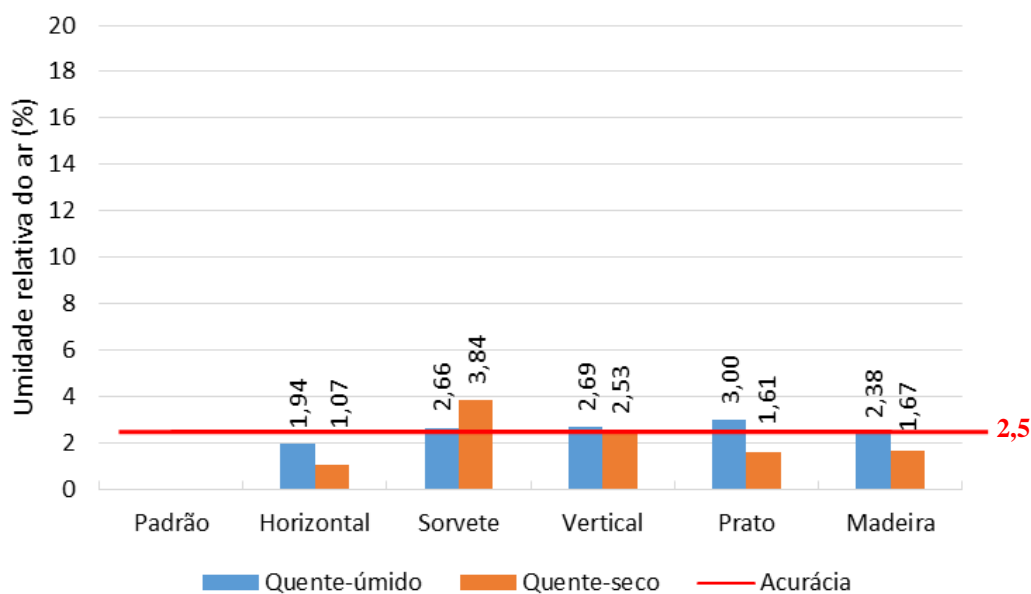


Figura 52 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

Tem-se para as 08 horas, nas duas estações climáticas analisadas, a umidade relativa do ar no “padrão” foi maior que a maioria dos demais abrigos, com exceção do abrigo de madeira na estação quente-úmida.

Na estação quente-úmida, no horário de 08h, o padrão apresentou 86,94%, e acréscimo de 0,23% no abrigo de madeira, e decréscimos de 0,33% no abrigo horizontal, 2,89% no abrigo de pratos, 5,50% no abrigo com pote de sorvete e 7,28% no abrigo vertical, e na estação quente-seca o padrão apresentou 60,58%, e decréscimos de 2,06% no abrigo horizontal, 2,96% no abrigo de madeira, 5,24% no abrigo de pratos, 9,16% no abrigo vertical e 9,66% no abrigo com pote de sorvete

Considerando a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos de $\pm 2,50\%$, é possível constatar que apenas o abrigo horizontal em ambas as estações e o de madeira na estação quente-úmida apresentaram valores dentro dos limites da acurácia (Figura 53).

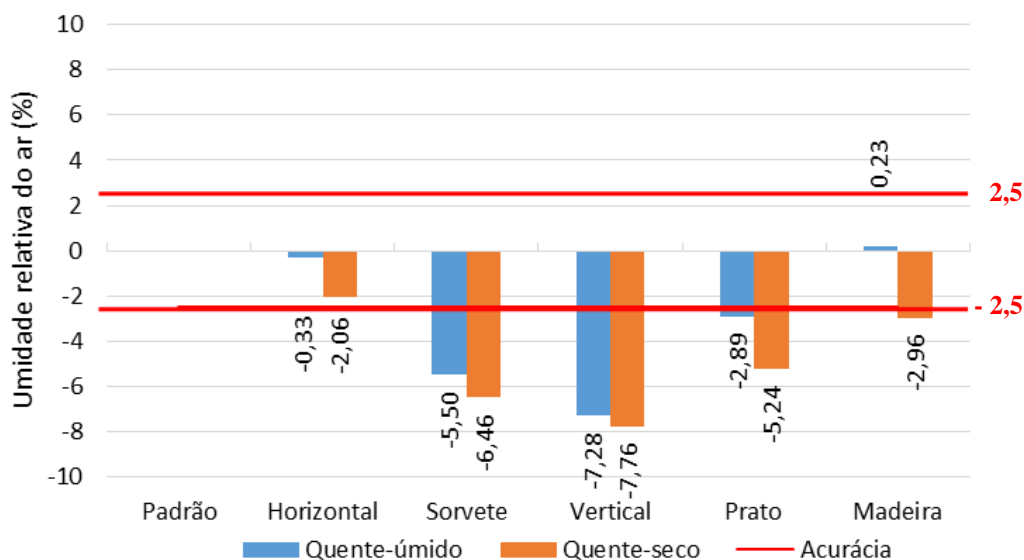


Figura 53 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas às 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

No horário das 14h, onde ocorrem as menores umidades relativas do ar, nas duas estações climáticas analisadas a umidade relativa do ar no “padrão” foi menor do que todos os demais abrigos alternativos. Na estação quente-úmida o padrão apresentou 62,82%, e decréscimos de 5,10% no abrigo horizontal, 5,35% no abrigo de madeira, 5,79% no abrigo de pratos, 12,38% no abrigo vertical e 14,20% no abrigo com pote de sorvete, e na estação quente-seca o padrão apresentou 31,05%, e decréscimos de 4,79% no abrigo horizontal, 4,95% no abrigo de madeira, 5,67% no abrigo de pratos, 9,16% no abrigo vertical e 9,66% no abrigo com pote de sorvete.

Considerando a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos de $\pm 2,5\%$, é possível constatar que a diferença em relação ao padrão foi maior em todos os abrigos alternativos (Figura 54).

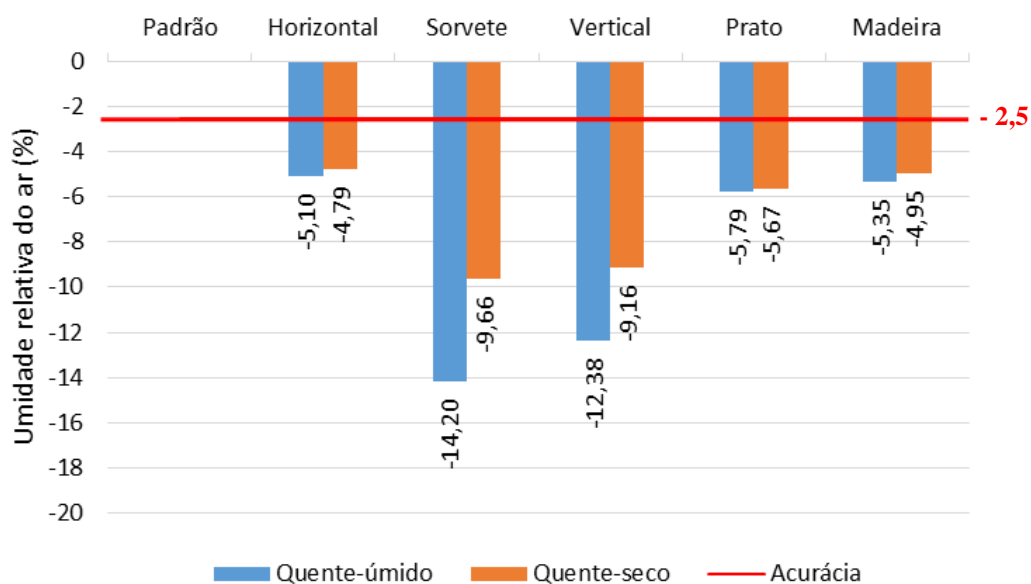


Figura 54 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas às 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

No horário das 20h, na estação climática quente a umidade relativa do ar no “padrão” foi maior do que a obtida nos abrigos alternativos, enquanto que na estação quente-seca a umidade registrada no padrão foi maior do que nos abrigos horizontal, de prato e de madeira e menor que nos abrigos de sorvete e no vertical. Na estação quente-úmida o padrão apresentou 88,45%, e acréscimos de 0,73% no abrigo de madeira, 1,12% no abrigo horizontal, 1,35% no abrigo vertical, 1,84% no abrigo com porte de sorvete e 2,10% no abrigo de pratos, e na estação quente-seca o padrão apresentou 66,33%, acréscimos de 0,32% no abrigo vertical e 1,88% no abrigo com pote de sorvetes, e decréscimos de 0,50% no abrigo horizontal, 0,56% no abrigo de pratos, 2,59% no abrigo de madeira.

Considerando a acurácia dos sensores utilizados nos abrigos alternativos de $\pm 2,50\%$, é possível constatar que mesmo em estações e umidades diferentes (quente-úmido = 88,45%; quente-seco = 66,33%) no horário das 20h, apenas o abrigo de madeira na estação quente-seca não apresentou valor dentro do limite (Figura 55).

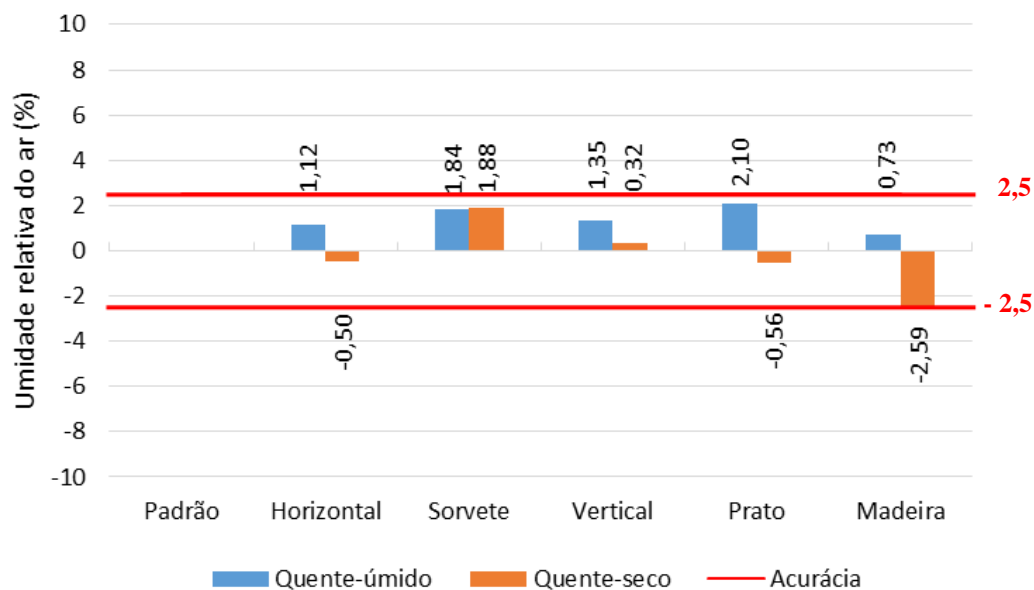


Figura 55 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão com base na acurácia dos sensores

4.2.2.2. Diferenças nas umidades relativas do ar registradas em relação ao padrão analisadas com base no comportamento entre os períodos analisados

Esperava-se, após subtrair as temperaturas médias do padrão, e ao comparar as temperaturas do mesmo tipo de abrigo entre os dois períodos/estações, encontrar diferenças menores que $\pm 2,5\%$, que é a acurácia do sensor, para demonstrar que tiveram o mesmo comportamento, independentemente da estação. Essa análise foi realizada para os horários de 02h, 08h, 14h e 20h, conforme recomendação da OMM devidamente ajustados para o fuso-horário de Cuiabá.

Todas as diferenças entre as umidades relativas do ar dos abrigos alternativos entre os períodos foram menores do que 2,5%, que é a acurácia do sensor para umidade, demonstrando que tiveram o mesmo comportamento, independentemente da estação, para o horário das 02h (Figura 56).

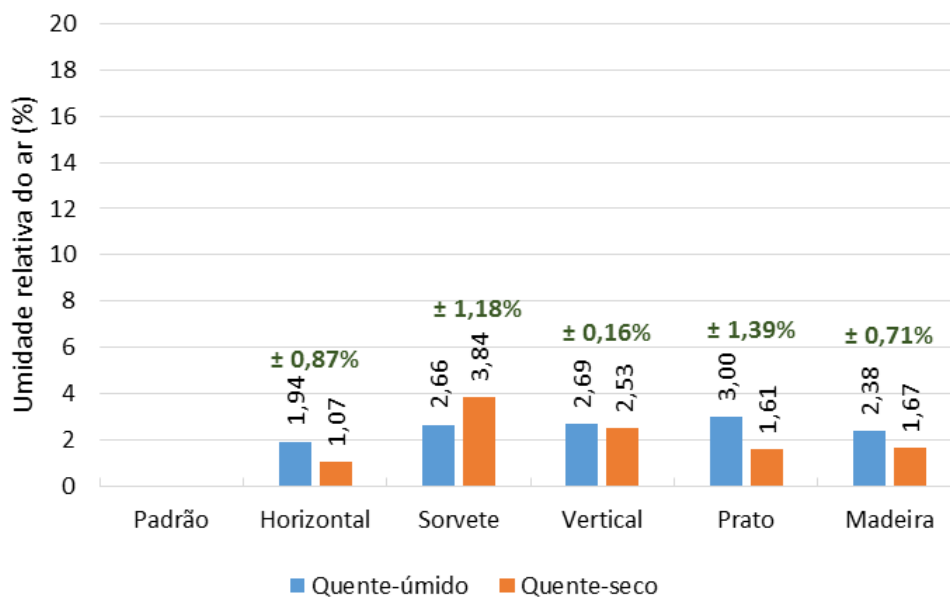


Figura 56 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 02h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

Tem-se para as 08 horas (quente-úmido = 86,94%; quente-seco = 60,58%), que apenas o abrigo de madeira não apresentou o mesmo tipo de comportamento com variação entre as estações de $\pm 3,19\%$, enquanto que para os demais abrigos as variações das diferenças entre as estações foram menores a acurácia dos sensores, da mesma maneira que aconteceu na análise da temperatura do ar. (Figura 57).

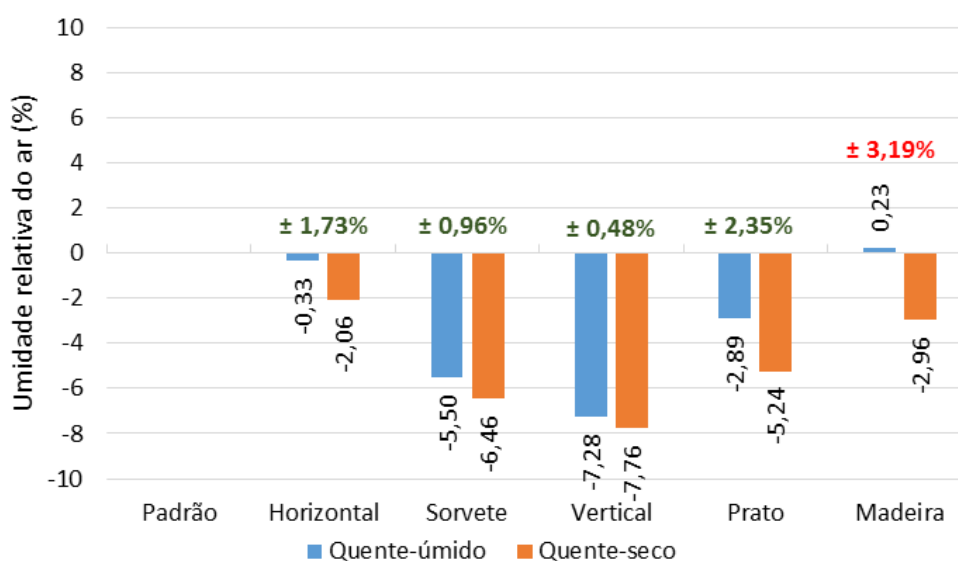


Figura 57 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 08h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

Este fato observado com a umidade relativa do ar registrada as 08h no abrigo de madeira no período quente-úmido possivelmente ocorre devido as propriedades da madeira de absorver ou liberar água para entrar em equilíbrio com o ambiente externo, o que leva inclusive a alterações em seu tamanho e formato, tanto que existe uma classificação de madeiras quanto a umidade de equilíbrio relacionada com a umidade relativa do ar, podendo justificar o valor da diferença da umidade apresentada pelo abrigo de madeira no período quente-úmido.

Logsdon e Calil Junior (2002) apontam uma relação resistência-umidade na qual: para teores de umidade acima do ponto de saturação das fibras a resistência se mantém praticamente constante; para teores de umidade abaixo deste ponto a resistência aumenta com o decréscimo do teor de umidade, em geral através de uma exponencial muito suave que pode ser associada, para intervalos limitados de umidade, a linha retas. Para teores de umidade mais baixos, em alguns casos, a relação resistência-umidade pode atingir um ponto de máximo, e em seguida decrescer com o decréscimo do teor de umidade.

No horário das 14h (quente-úmido = 62,82%; quente-seco = 31,05%), os abrigos vertical e com pote de sorvete não apresentaram o mesmo tipo de comportamento, com variação entre as estações de $\pm 3,22\%$ e $\pm 4,54\%$, respectivamente, maiores que a acurácia dos sensores, enquanto que para os demais abrigos as variações das diferenças entre as estações foram menores a acurácia dos sensores (Figura 58).

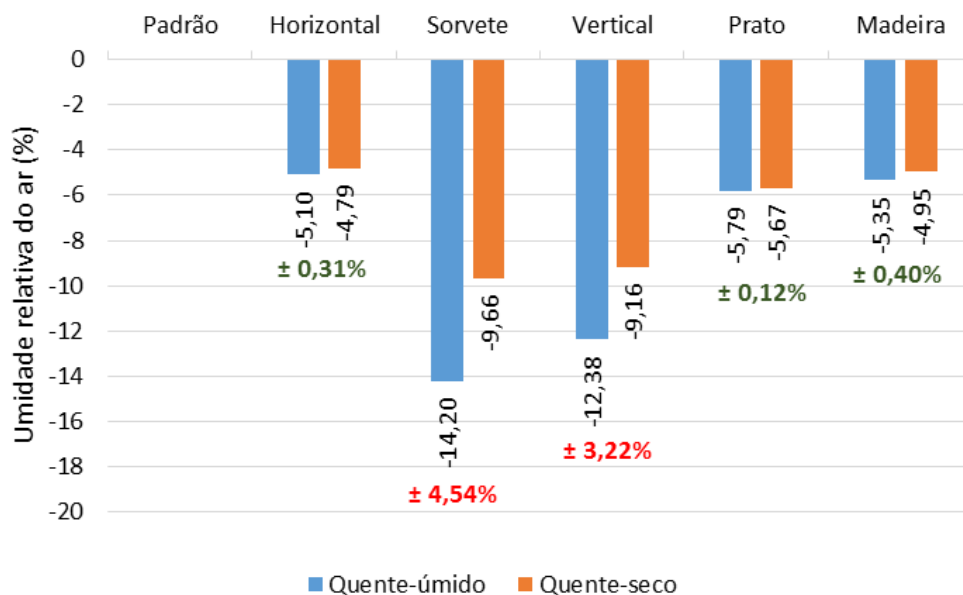


Figura 58 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 14h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

É possível constatar que as 20h (quente-úmido = 88,45%; quente-seco = 66,33%), apenas os abrigos com pratos e o de madeira não apresentaram o mesmo tipo de comportamento com variação entre as estações respectivamente de $\pm 2,66\%$ e $\pm 3,32\%$, enquanto que para os os demais abrigos as variações das umidades entre as estações foram menores a acurácia dos sensores (Figura 59).

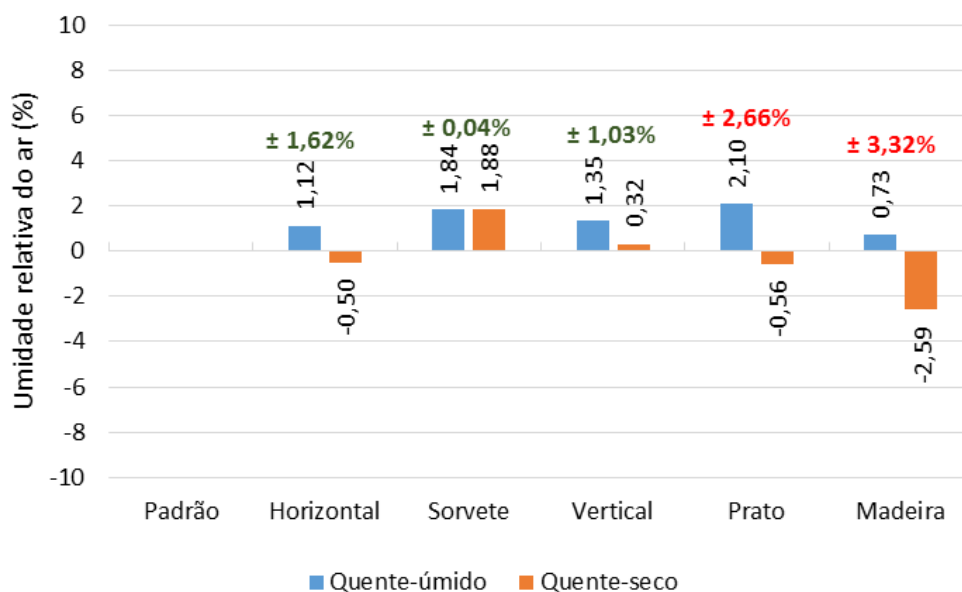


Figura 59 - Diferenças nas umidades relativas do ar registradas as 20h nos abrigos alternativos em relação ao padrão

O único abrigo que apresentou estabilidade nas leituras da umidade relativa do ar entre as estações foi o horizontal. O abrigo de madeira apresentou variações maiores do que a acurácia dos sensores nos horários de 08h e 20h, o abrigo de pratos as 20h e o de sorvete e o vertical ficaram fora da acurácia as 14h.

4.3. CUSTOS, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO

4.3.1. Custo para construção dos abrigos

Na Tabela 11 é apresentada 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 11 - 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	1,30	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

* Valores orçados no mês de março/2015, na cidade de Cuiabá – MT.

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 (profissional) para o corte das chapas de madeira, conforme detalhado na Tabela 12.

Tabela 12 - 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

* Valores orçados no mês de março/2015, na cidade de Cuiabá – MT.

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).

O custo total, somando os materiais e ferramentas, foi de R\$ 53,96 (cinquenta e três reais e noventa e seis centavos) para o abrigo horizontal, R\$ 156,50 (cento e cinquenta e seis reais e cinquenta centavos) para o abrigo com pote de sorvete, R\$ 206,20 (duzentos e seis reais e vinte centavos) para o abrigo de pratos, R\$ 206,39 (duzentos e seis reais e trinta e nove reais) para o abrigo vertical e R\$ 660,62 (seiscentos e sessenta reais e sessenta e dois centavos) para o abrigo de madeira que representa aproximadamente 1200% maior do que o custo do abrigo mais barato (horizontal), Figura 60.

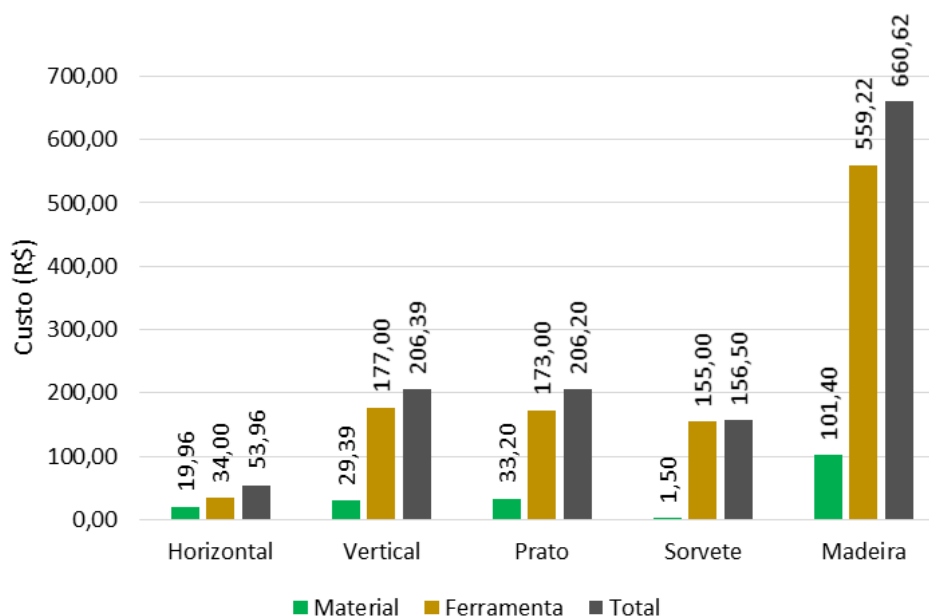


Figura 60 – Custo total dos abrigos

4.3.2. Transporte

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)

peças para o seu transporte, enquanto que os demais podem ser transportados com facilidade por um único indivíduo.

4.3.3. Limpeza e conservação

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, podendo interferir na absorção de radiação (Figura 61).



Figura 61 – Avaliação da cor do abrigo de madeira (a) abril/2015
(b) agosto/2015

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo bibliográfico e também o experimento realizado permitiu ratificar a importância da padronização dos processos de coleta de dados para os estudos do clima.

Na comparação dos abrigos verificou-se que quanto maior a intensidade de radiação solar global e quanto menor for a velocidade externa do ar, maiores são as diferenças da temperatura do ar registradas.

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 período diurno.

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”, 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.

5.1. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos no presente trabalho motivam estudos complementares, que possam contribuir para o avanço do conhecimento na padronização de abrigos e procedimentos de medições de dados climáticos. Assim, recomenda-se:

- Verificar o desempenho dos diferentes abrigos em transecto móvel, verificando se terão o mesmo comportamento de quando instalados fixos;
- Avaliar a durabilidade dos abrigos, aumentando o período de coleta dos dados.

6. BIBLIOGRAFIAS

6.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ANDRADE, H. O Clima Urbano – Natureza, Escalas de Análises e Aplicabilidade. **Finesterra – Revista Portuguesa de Geografia**, Lisboa, v. 40, n.80, 2005.

ARMANI, G.; GALVANI, E. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 14, p. 34-40, 2006.

BARROS, M. P. **Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano**. 2012. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2012.

BEIGUELMAN, B. **Curso prático de estatística**. Ribeirão Preto - SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1996.

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

CASTELHANO, F. J.; ROSEGHINI, W. F. F. A. Utilização de policloreto de vinila (PVC) na construção de mini-abrigos meteorológicos para aplicação em campo. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 9, ed. JUL/DEZ, p. 48-55, 2011.

COSTA, A.; LABAKI, L. C.; ARAÚJO, V. M. D. A methodology to study the urban distribution of air temperature in fixed points. **Proceedings of 2nd PALENC Conference and 8th AIVC Conference**, v. 1, p. 227-230, 2007.

COX, E. P. **Interação entre clima e superfície urbanizada: o caso da cidade de Várzea Grande/MT**. 2008. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2008.

DAVIS INSTRUMENTS. **Wireless Vantage Pro2™ with Standard Radiation Shield**. Disponível em: <
http://www.davisnet.com/weather/products/weather_product.asp?pnum=06152>. Acesso em: 01 de maio de 2015.

FRANCO, F. M. **Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá – MT**. 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2013.

____. **Configuração Urbana e sua Interferência no Microclima Local: Estudo de Caso no Bairro do Porto em Cuiabá-MT**. 2010. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2010.

FROTA, A. B. e SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**, Applied Science Publishers, London, 2nd. 1976.

GIVONI, B. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York: s.n., 1998.

LOBATO, E. J. V. **Estação evaporimétrica de Goiânia : normais climatológicas (1975-2004)**. Goiânia: EAEA, Setor de Engenharia Rural, 2005.

LOGSDON, N. B.; CALIL JUNIOR, C.. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. *Cadernos de Engenharia de Estruturas*, São Carlos, n. 18, p. 77-107, 2002.

LUZ, V. S. **Estudo da interação das variáveis microclimáticas com a cobertura do solo urbano**. 2013. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2013.

MACIEL, C. R. **Análise da relação entre características do ambiente urbano e comportamento de variáveis microclimáticas: Estudo de caso em Cuiabá-MT**. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

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

MATO GROSSO. 2009. **Lei Complementar N° 359**, de 27 de maio de 2009. Cuiabá, 2009.

MODNA, D.; VECCHIA, F.. Calor e áreas verdes: um estudo preliminar do clima urbano de São Carlos - SP. **VIII Encontro Nacional de Conforto Ambiental e Construções**. Curitiba. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2003.

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

NEVES, G. A. R. **Desenvolvimento de um sistema automatizado com sensores alternativos para coleta e armazenamento de dados micrometeorológicos**. 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2013.

NINCE, P. C. C. **Vegetação e revestimentos urbanos: implicações na sensação térmica dos usuários do campus da UFMT em Cuiabá-MT**. 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2013.

OLIVEIRA^A, M. J. **Avaliação experimental de interferências causadas pela radiação solar global e pela velocidade dos ventos em medições climatológicas da temperatura do ar**. 2007. Monografia (Engenharia Ambiental) - São Carlos: USP, 2007.

OLIVEIRA^B, A. S. **Análise de desempenho térmico e consumo de energia em residências na cidade de Cuiabá/MT: estudo de caso**. 2007. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2007.

OLIVEIRA^C, T. E. S. **Condições Microclimáticas e a Proliferação de Vetores da Dengue e Febre Amarela em uma Escola de Cuiabá-MT**. 2013. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2013.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1981.

ONSET Computer Corporation. **HOBO U12 Temperature/Relative Humidity/Light/External Data Logger - U12-012**. Disponível em: <<http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-012>>. Acesso em: 11 de março de 2015.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. Londres: Methuen, 1978.

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

PEREIRA, A. R. et al. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP**. 2007. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: UNICAMP, 2007.

RIBEIRO, K. F. A.; VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S.; DE MUSIS, C. R.. **Análise da temperatura interna e superficial**

em diferentes sombreamentos arbóreos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.10, n.2, p. 40-60, 2015.

ROMERO, M. A. B. Desenho da Cidade e Conforto Ambiental. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 7, ed. Março, p. 12-19, 2006.

SANTOS, F. M. M.. **Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT**. 2012. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2012.

SERAFINI JÚNIOR, S.; ALVES, R. R. Miniabrigos meteorológicos: comparação e análise estatística para avaliação de eficiência. **GEOUSP - Espaço e Tempo (online)**, v. 18, p. 198-210, 2014.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife : s.n., 2006.

6.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

BARROS, M. P. **Estudo Microclimático e Topofílico no Parque Mãe Bonifácia da Cidade de Cuiabá - MT.** 2009. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2009.

FUNARI, F. L.; PEREIRA FILHO, A. J.. Análise comparativa de medições de variáveis meteorológicas realizadas por estações meteorológicas convencional e automática instaladas no parque estadual das fontes do Ipiranga - São Saulo –SP. **Revista Brasileira de Climatologia** – v. 7, Setembro, 2009.

HOPPE, I. L.; IENSSE, A. C.; SIMIONI, J. P. D.; WOLLMANN, C. A.. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37 Ed. Especial SIC, 2015.

LEÃO, E. B. **Carta Bioclimática de Cuiabá.**2007. Dissertação. (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2007.

MIRANDA, S. A. **Desempenho Térmico em Dormitórios e Consumo de Energia Elétrica Residencial: Estudo de Caso em Cuiabá - MT.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental), Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT: UFMT, 2011.

NAKATA, C. M.. **Comportamento do Pedestre e Ambiente Térmico Urbano.** 2010. 132p. Dissertação (Mestrado em Design) - Programa de Pós-graduação Stricto-sensu em Design, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2010.

SEIXAS, G. B. **Avaliação de vegetação monodominante do Pantanal e vegetação de Cerrado, utilizando parâmetros biofísicos estimados por imagens de satélites.** 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso - Cuiabá, MT: UFMT, 2012.

XAVIER, A. L.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MAITELLI, G. T.; OLIVEIRA, A. G.; OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, J. S.. Variação da temperatura e umidade entre áreas urbanas de Cuiabá. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 082 -093, jan/abr 2009.