ABRIGOS TERMO-HIGROMÉTRICOS DE POLICLORETO DE VINILA[1]

SHELTERS TERM-HYGROMETRIC OF VINYL POLYCHLORIDE

TERMO HIGROMÉTRICOS DE ABRIGOS DE CLORUO DE POLIVINILO

Edson Soares Fialho

Professor Doutor do Departamento de Geografia na UFV. Coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima). Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFES e do Programa de Mestrado Profissional em Paisagens, Patrimônio e Cidadania da UFV;

fialho@ufv.br

Edilson Junior Celestino

Licenciado em Geografia na UFV. Ex-Bolsista CNPq-PIBIT. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação da UFV;

edilson.celestino@ufv.br

Resumo: Este trabalho objetiva verificar a viabilização do uso do Policloreto de Vinila (PVC) segundo modelo proposto de Machado e Jardim (2012). A instalação do mesmo ao lado da estação automática do INMET, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa, ocorreu entre os dias 22/12/2013 à 26/08/2014. As análises elaboradas no programa Microsoft Excel 2007, a partir de cálculos estatísticos como a regressão linear, a correlação de Pearson e a média. Os resultados demostram que os dados obtidos pelo mini-abrigo alternativo apresentaram o mesmo padrão da estação do INMET. Verifica-se que há uma variação na temperatura registrada durante o dia, nos horários de maior radiação, podendo esta variação chegar aos 3,0 ºC. Durante a noite variações não ultrapassa 0,5 ºC. Conclui-se que, a partir das análises dos dados de temperatura o PVC mostra-se viável para a construção dos mini-abrigos meteorológicos. Com uma confiabilidade de 93,8 %.

[1] Este trabalho faz parte da pesquisa realizada é parte do projeto: Uma avaliação da transformação de uma paisagem urbana e sua influência sobre o campo térmico: Um estudo de caso em Viçosa (MG) , financiado pelo CNPq, cujo número do processo é 441819/2014-1.

Palavras-chave: Policloreto de vinila, mini-abrigos meteorológicos,clima urbano, temperatura do ar e Viçosa (MG).

Resumen: Este estudio tiene por objeto comprobar la viabilidad de la utilización de cloruro de polivinilo (PVC) para la fabricación de un mini-abrigo meteorológico según modelo del Machado e Jardim (2012). La instalación del mismo al lado de la estación automática de INMET, ubicada en el campus de la Universidad Federal de Viçosa, se llevó a cabo entre el 22/12/2013 y el 26/08/2014. Los análisis fueron realizados en el programa Microsoft Excel 2007 a partir de cálculos estadísticos como la regresión lineal, la correlación de Pearson y la media. Los resultados demuestran que los datos obtenidos por el mini-abrigo alternativo mostraron el mismo patrón que la estación del INMET. Se observó que existe una variación en la temperatura registrada durante el día, en las horas de mayor radiación, que puede llegar a 3,0 ºC. Las variaciones durante la noche no fueron superiores a 0,5 ºC. En conclusión, a partir del análisis de los datos de temperatura, el PVCha demostrado ser viable para la construcción de mini-abrigos meteorológicos con una fiabilidad del 93,8 %.

Palabras-clave: Cloruro de polivinilo, mini-abrigos meteorológicos, clima urbano e Viçosa (MG).

Abstract: This work aims to verify the viabilization of the use of Polyvinyl chloride (PVC) to make some meteorological mini coats. For this, mini coats of PVC were set up according to Jardim (2012), followed by the installation of the Hobo-U10-003 sensor. The installation of that occurred between December 22, 2013 to August 26, 2014 close to the automatic station of INMET, located on the campus of the Federal University of Viçosa. The analyzes were elaborated in the Microsoft Excel 2007 program, from statistical calculations such as linear regression, Pearson's correlation and the average. The results show that the data obtained by the alternative mini coats presented the same pattern of the INMET station. It can be noticed that there is a variation in the temperature registered during the day, in the hours of greater radiation, and this variation can reach 3,0 ºC. During the night variations don't exceed 0,5 ºC. It is concluded that, based on the analysis of the temperature data, the PVC is practicable for the construction of the meteorological mini coats, wit h a reliability of 93,8 %.

Keywords: Polyvinyl chloride, meteorological mini coats, urban climate, air temperature and Viçosa (MG).

INTRODUÇÃO

> "...Vivemos, assim, em um momento perigoso e em um mundo ameaçador e repleto de incertezas, antigas e novas. Antigas porque não conseguimos responder aquelas que perseguem a humanidade desde sempre, como os rumos da vida e a morte, que no dizer popular, é a certeza na incerteza...". (HIDALGO, L. N., 2016, p. 3)

A Geografia é uma ciência que tem como um de seus objetivos, compreender a relação entre o ser humano e o meio. A partir do desenvolvimento industrial tal relação tornou-se mais complexa em função da pressão que a sociedade exerce sobre o ambiente. Nesse contexto, a climatologia geográfica conquista maior visibilidade, na medida em que as ações humanas começam a interferir na dinâmica climática, tanto no cenário global, quanto local. Porém, os estudos climáticos em escala microclimática enfrentam muitos obstáculos, principalmente, em função dos custos dos equipamentos de mensuração de parâmetros climáticos, que requerem uma rede de observação, decorrente da complexa malha urbana e do sítio urbano.[22] Tal necessidade onera a pesquisa e dificulta a realização de estudos tão necessários para os processos de tomada de decisão de políticas públicas voltadas para a gestão territorial.

Nas últimas duas décadas, têm ocorrido um esforço de pesquisadores para minimizar os valores monetários dos equipamentos meteorológicos digitais e analógicos, propiciando melhores condições para o desenvolvimento de trabalhos climatológicos. Desse modo, o presente trabalho visa analisar a confiabilidade de um mini-abrigo meteorológico feito de Policloreto de Vinila (PVC), desenvolvido por Jardim (2014) e aplicado em estudos realizados, no município de Viçosa (FERNANDES, 2015; FIALHO et. al., 2015; FIALHO, 2015; QUINA, 2015; FERREIRA; FIALHO, 2016) e na região da Zona da Mata Mineira (FIALHO; PAULO, 2014 e PAULO; ALVES, 2015).

Estudos como estes são importantes, pois de certo modo viabilizam outras pesquisas caso o resultado encontrado seja satisfatório. De um lado estes equipamentos confeccionados nos laboratórios tem um custo menor do que aqueles disponíveis no mercado e de outro, possibilita aos alunos dos cursos de graduação o contato mais próximo com o processo de investigação científica.

A partir da comparação desses dados utilizando-se de métodos estatísticos chegar-se-á a conclusão se os dados coletados pelo mini-abrigo meteorológico são ou não confiáveis em relação ao dado de uma estação meteorológica padrão.

Outro fato que neste trabalho se preocupou foi o tempo de observação comparativa entre o sensor instalado no mini-abrigo ao lado da Estação Meteorológica Automática (EMA), perdurou nove meses (de dezembro de 2013 a agosto de 2014), diferente de outros trabalhos, que utilizaram tempos menores de um dia a 1 semana, não mais do que isto, e quase sempre buscando o fazer em condições de tempo estável.

Entretanto, um ponto de observação fixo ficará exposto a diversos tipos de tempo em estações do ano. Então surge uma pergunta. Será que as leituras comparativas realizadas em estações sazonais diferentes irão apresentar um grau de confiança diferente? E se assim o for? Qual seria a melhor opção? Uma equação de correção para o período anual ou de acordo com a estação do ano?

[2] O sítio urbano é o local onde se assenta a cidade, ou melhor, é a localização exata do espaço construído em suas relações com a topografia local (DOLFUS, 1991, p. 84-85).

MINI-ABRIGOS ALTERNATIVOS: UMA PEQUENA REVISÃO

A ciência geográfica pressupõe o trabalho de campo, visto que, tal ciência estuda a relação por vezes conflituosa entre natureza e sociedade. Para a climatologia geográfica tal ferramenta é imprescindível, pois a aquisição dos dados dos elementos que fazem parte da atmosfera não pode ser obtida dentro de laboratório.

De certo modo, a saída a campo para a realização de pesquisa, por ser fatigante, acaba por não ser a preferida por muitos pesquisadores. Em se tratando da climatologia, a realização de um trabalho de campo, visa a obtenção de dados climáticos primários, como umidade relativa do ar, precipitação e temperatura do ar, por exemplo, dados estes que apenas podem ser obtidos através do uso de aparelhagem específica para tal fim, os quais ficam dispostos nos chamados mini-abrigos meteorológicos.

Azevedo e Funari (2001) citam que no caso do clima urbano a problemática é ainda maior, uma vez que, neste ambiente, em função das rugosidades geradas pela cobertura e uso da superfície que somando às edificações e ações antrópicas, é gerado um complexo climatológico único que, aumenta a responsabilidade de escolha dos pontos amostrais.

Segundo Castelhano e Roseghini (2011) nas cidades, além da complexidade deve-se pensar a questão da segurança, variável importante no que se refere às escolhas de tais locais, pois os aparelhos meteorológicos possuem um valor elevado, e não podem ser deixados sem supervisão.

A partir de tais preocupações, surgiram alguns estudos buscando minimizar os problemas referentes à obtenção de dados, tanto no sentido de dinamizar os pontos de coleta, quanto no intuito de diminuir o custo destes equipamentos. Podem-se destacar a os estudos de Valin Jr. (2016a), Amorim et al. (2014), Castelhano e Roseghini (2011).

Esses trabalhos visam à produção de mini-abrigo meteorológico, equipamento utilizado em geral para alocação de sensores que coletam dados de temperatura e umidade relativa do ar, propiciando um melhor estudo dos parâmetros climático nas cidades, assim como em outras localizadas.

Busca-se com a construção desses equipamentos, facilitar as pesquisas em clima urbano, em função da necessidade de obtenção de dados em localidades que não apresentam pontos oficiais de coleta de dados, como as estações meteorológicas oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

De acordo com Valin Jr. et al. (2016b, p. 75) estes equipamentos possibilitam também a padronização dos instrumentos de coletas, e os abrigos utilizados são fundamentais para a qualidade dos estudos microclimáticos.

Diante do exposto, o interesse de pesquisadores em estudar o clima urbano tem aumentado, não apenas em relação aos grandes centros como também em cidades médias, auxiliando na construção de planos diretores e demais projetos que visam evitar que o problema chegue a um estágio onde a solução torne-se quase que improvável.

Todavia, pesquisas atuais revelam a dificuldade no estabelecimento de parâmetros para o conforto térmico em espaços abertos, devido às oscilações das variáveis climáticas e a

variabilidade na composição dos espaços, bem como na utilização de equipamentos de mensuração de parâmetros climáticos, muitas vezes inviáveis de serem mobilizados em meio urbanos e rurais, além da questão de logística e segurança do equipamento.

Na busca de mitigar os impactos dessas dificuldades alguns autores como Amorim et al. (2014), Castelhano e Rosenghine (2011), Valin Jr. et al. (2016a), tem buscado construir mini-abrigos meteorológicos alternativos e neles instalar equipamentos de medição de temperatura do ar e umidade relativa do ar favorecendo as pesquisas relacionadas ao estudo do clima urbano.

Tais estudos consistem em comparar os dados coletados através da utilização desses mini-abrigos e compará-los com os dados oficiais das estações automáticas das áreas de estudo. A partir da comparação entre os dados oficiais e os coletados pelo estudo pode-se chegar à conclusão se os mini-abrigos são viáveis em função da qualidade dos dados que apresentam.

Em princípio, a construção desses possibilita instalar locais de monitoramento em diferentes partes das cidades, com tipos diferentes de morfologia, suprindo a deficiência de algumas localidades por não terem um ponto oficial de coleta de parâmetros climáticos. Ao instalar esses equipamentos é possível registrar informações em locais onde as estações automáticas oficiais não têm alcance, dinamizando as pesquisas de campo em climatologia.

Desse modo, muitas pesquisas têm sido realizadas a partir dessa vertente têm propiciado à climatologia um destaque entre os temas de pesquisa no cenário atual, diante da relevância do tema em função do crescimento das cidades.

Nesse sentido, o presente trabalho visa avaliar o grau de confiabilidade dos dados gerados, no Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima), lotado no Departamento de Geografia da Universidade Federal de Viçosa (DGE-UFV), a partir de mini-abrigos alternativos proposto por Machado e Jardim (2014).

MATERIAL E MÉTODO

A metodologia deste trabalho consiste aferição dos dados de temperatura do ar coletadas pelo termo-higrômetro da marca Hobo modelo U10-003,instalados no interior do mini -abrigo meteorológico de PVC e sua posterior comparação com os dados de temperatura do ar da EMA do INMET, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa.

O mini-abrigo meteorológico utilizado para a alocação do equipamento havia sido construído pelos bolsistas do Bioclima da Universidade Federal de Viçosa, no ano de 2012,baseado no modelo proposto por Machado e Jardim (2014), conforme pode ser visualizado no desenho esquemático desenvolvido pelos autores (Figura 1).

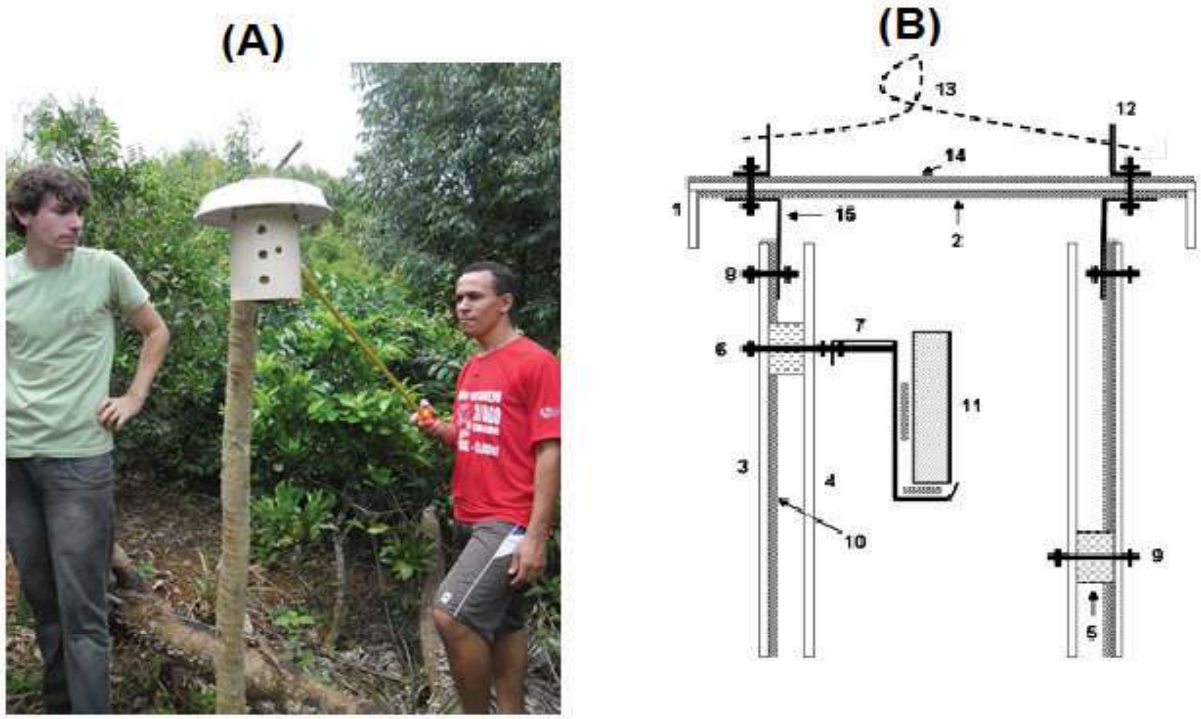
Em relação ao material a ser utilizado optou-se pelo Policloreto de Vinila (PVC)[3], pois conforme os autores Azevedo; Tarifa (2001) e Amorim et al. (2015), o PVC não sofre tanta

3 O PVC e constituído em sua essência por 57,0 % de cloro, derivado do cloreto de sódio, e 43,0 % de eteno, como uma densidade baixa – cerca de 1,4 g/cm³ – alta resistência a fungos, bactérias e roedores e ainda um bom nível de isolamento, tanto elétrico quanto térmico (PVC, 2016).

influência da umidade como ocorre, por exemplo, com a madeira, além de ser encontrado na cor branca, fato que proporciona melhor reflexão da energia solar, como advertido por Castelhano e Roseghini (2001).

Entretanto, isso não quer dizer que outros materiais não possam ser utilizados, muito pelo contrário, existem várias pesquisas que utilizam diversos tipos de materiais, como madeira (VALIN JR, 2016a e LOPES et. al, 2014), chapa de ferro galvanizado (ARMANI e GALVANI, 2006; HOPE et. al., 2015 e SERAFINI JR. eALVES, 2014) e aço inox (AMORIM et. al, 2014) e novas formas de mini-abrigos meteorológicos(HIRASHIMA; ASSIS, 2011; SOUSA et. al., 2015).

Figura 1 – Vista do mini-abrigos meteorológico em campo **(A).** E o perfil esquemático do abrigo (direita): 1. Teto; 2. Lâmina de isopor; 3. Tubo PVC (parede externa); 4. Tubo PVC (parede interna); 5. Calço de madeira para manter afastamento e fixar as paredes externa e interna; 6. Parafuso unindo os dois abrigos e o suporte do sensor; 7. Suporte do registrador; 8. Parafuso da haste que prende o abrigo ao teto; 9. Parafuso de união dos dois abrigos (parede externa e interna); 10. Lâmina de EVA; 11. Registrador; 12. Alça externa; 13. Arame; 14. Lâmina de EVA superposta ao isopor; 15. Haste de metal unindo teto e corpo do abrigo **(B)**



Fonte: Edson Soares Fialho, 2016.

Para a construção do abrigo proposto por Machado e Jardim (2014) utilizou-se além do PVC, uma chapa de aço que serve de suporte para o Hobo, um prato de flor tamanho n.º 7, utilizado para proteger o equipamento da radiação solar e da umidade, folha de isopor de 10 mm utilizadas como isolante térmico, um cano PVC de 15 cm

de diâmetro e outro de 10 cm, ambos com o comprimento de 20 cm com perfurações com raio 2 cm para facilitar a circulação do ar, sem que no entanto o equipamento fique exposto direto ao vento. Por fim foram também utilizados arruelas e parafusos para fixar as partes(Figura 2).

Após a construção o equipamento, o mesmo foi levado a campo e instalado na EMA-INMET, no campus da Universidade Federal de Viçosa, a fim de proporcionar as mesmas condições de ambiente do equipamento oficial para o equipamento teste. Assim como prevê a Organização Meteorológica Mundial o equipamento foi instalado a 1,5 m do solo, a fim de evitar o recebimento direto das ondas longas emitidas pela radiação liberada pela superfície.

Figura 2 – Peças e ferramentas utilizadas na montagem do abrigo meteorológico



Fonte: Elaborado pelos autores (2016)
Fotografia: Robson Rodrigues Quina e Edilson Junior Celestino, 14/5/2016.

O abrigo ficou em campo no período de dezembro 2013 a agosto de 2014 abrangendo as estações de verão, outono e parte do inverno, coletando dados em diferentes condições climáticas. Devido às falhas no equipamento não se pode obter dados refrente aos meses de setembro, outubro e novembro, que correspondem à estação de primavera ficando, desse modo, a análise restrita a apenas três estações.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram tabulados, com intuito de utilizar técnicas estatísticas para propor possíveis correções. As análises foram primeiramente realizadas por períodos que compreenderam separadamente cada estação, ou seja, verão de 2013-2014, outono e inverno de 2014.

Posteriormente foi realizada uma nova análise englobando as três estações, a fim de verificar qual a melhor forma de correção dos dados. As análises pautaram-se nos cálculos estatísticos como, a regressão linear, o coeficiente de determinação, o cálculo do resíduo e o gráfico de distribuição de frequência. Utilizou-se também a técnica produção de gráficos de linhas a fim de mostrar o comportamento da temperatura nos dados da estação e do Hobo, de modo a mostrar o comportamento do parâmetro ao longo do dia. Para fazer as análises foram utilizados os programas *Microsoft Excel* e o *MiniTab*.

A regressão está relacionada ao calculo que leva à formula para o ajuste do dado que se quer corrigir, bem como o coeficiente de determinação (R^2).[43]Os gráficos de regressão linear possibilitam identificar o quanto uma variável (Y) se comporta em função da variável (X). Neste caso busca-se identificar se o comportamento apresentado pelo equipamento Hobo segue o padrão apresentado pela Estação Meteorológica Automática (EMA) do INMET.

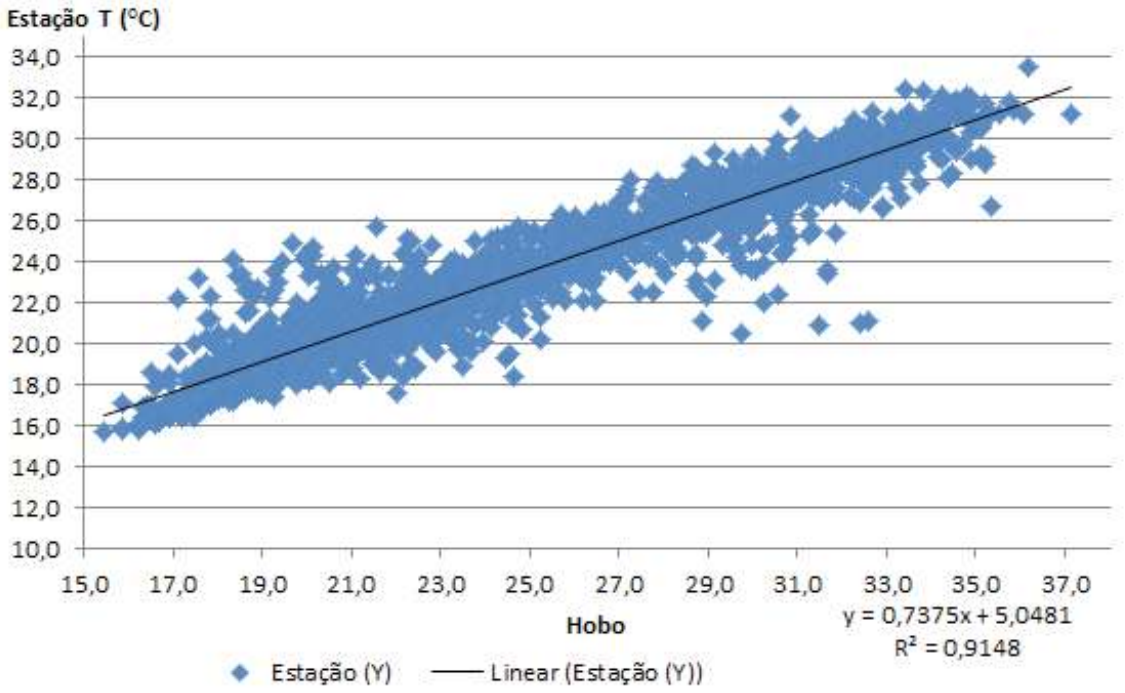
ANÁLISES DOS DADOS DE VERÃO

As Figuras 3, 4, 5 e 6 correspondem ao verão (22/12/2013 ao dia 21/03/2014). A primeira (Figura 3) diz respeito aos dados observados durante o período de análise, entre o equipamento Hobo e a Estação Meteorológica. Por sua vez, a Figura 4 representa os dados corrigidos através da equação de regressão y = 0,7375x + 5,0481.

Como pode ser observado, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9148 para o período de verão, o que significa dizer que, em 91,48 % dos casos, o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo pode ser explicado pela reta de regressão.

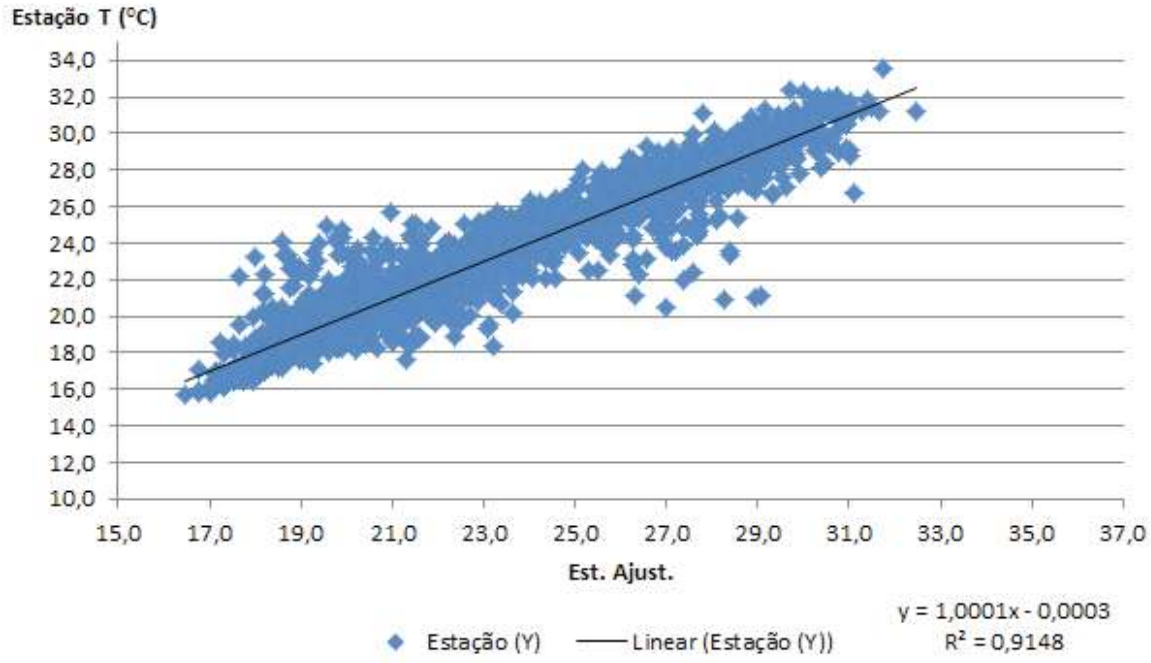
[4] O coeficiente de determinação, também chamado de R^2, é uma medida de ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado. O R^2 varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R^2, mais explicativo é modelo, melhor ele se ajusta à amostra. Por exemplo, se o R^2 de um modelo é 0,8234, isto significa que 82,34 % da variável dependente consegue ser explicada pelos regressores presentes no modelo (ASSIS et al. 1996).

Figura 3 – Correlação para o período de Verão de 2013-2014 – Dado corrigido



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

Figura 4 – Correlação para o período de Verão de 2013-2014

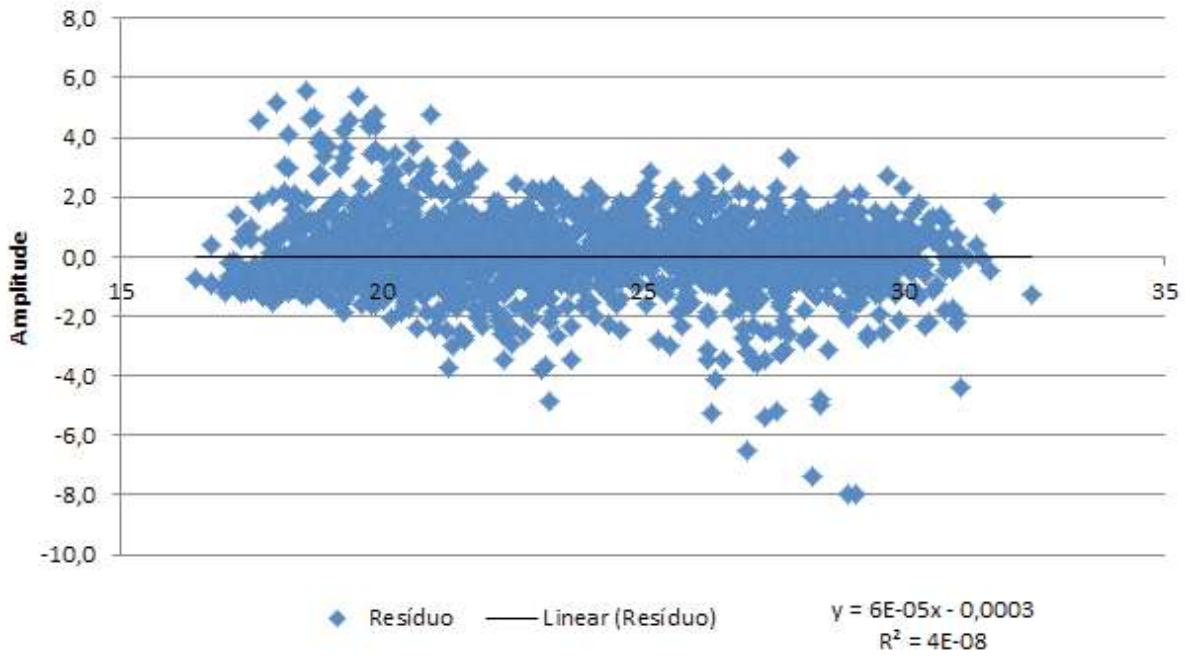


Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Este padrão pôde ser observado tanto para os dados sem correção, quanto para os dados corrigidos. Desse modo, constata-se que existe uma linearidade entre a temperatura registrada pela EMA e pelo Hobo, ou seja, o comportamento de ambas é semelhante. Há que se observar, porém, que existe uma variação no que se refere à dispersão dos pontos. Nota-se que nos dados extremos, ou seja, nas menores e maiores temperaturas os dados aproximam-se mais da reta, fato que não ocorre nas temperaturas intermediárias, onde a dispersão apresenta-se maior. A Figura 5 permite uma melhor visualização dessa variação da temperatura, pois apresenta a amplitude da variação para cada temperatura corrigida em função da EMA,ou seja, relaciona-se à correlação do dado corrido e o seu resíduo.

O resíduo é determinado pela a diferença encontrada entre o dado mensurado pela EMA e o dado corrigido pela equação de regressão. A mesma, portanto, permite inferir a variação dos dados corrigida de acordo com os registros de temperatura do ar. O eixo horizontal representa a temperatura registrada pela EMA e o eixo vertical representa a variação, ou seja, a amplitude que a temperatura corrigida alcança em cada intervalo.

Figura 5 – Correlação para o período de Verão de 2013-2014
(Dado ajustado pelo resíduo)



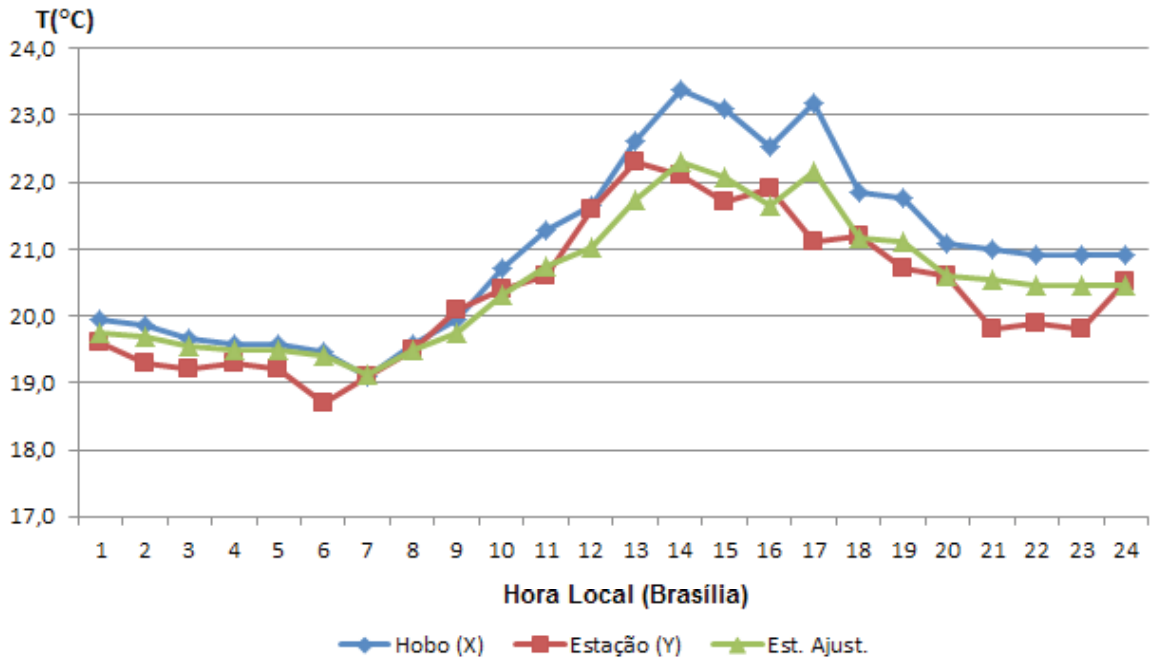
Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Em outras palavras, a amplitude está relacionada à variação entre o dado mensurado pelo Hobo corrigido e o dado da EMA. Fica nítido que nas temperaturas intermediárias é que ocorrem as maiores distorções entre a temperatura registrada da EMA e a

temperatura registrada pelo do Hobo, e correspondendo ao intervalo de 20,0 ºC a 30,0 ºC. Em alguns casos pode-se constatar que a amplitude chega a atingir a casa dos 6,0 ºC, e até mesmo 8,0 ºC, que são os casos mais extremos, tornando o dado impreciso.

Porém, verifica-se que a maior parte dos dados apresenta uma variação de até 2,0 ºC para mais ou para menos. É interessante notar que, as maiores diferenças encontradas são registradas nos horários de maior radiação, como pode ser observado na Figura 6, onde foi analisado um dia isolado do período de verão, para verificar o comportamento da temperatura ao longo do ciclo diuturno. Ao observar a mesma, constata-se que, durante o período da madrugada, onde não há radiação solar, assim como ao longo da manhã, a temperatura do ar registrada pelo abrigo sem correção, quanto a corrigida tem grande aproximação com a temperatura registra pela EMA. No entanto, à medida que há um aumento da incidência da radiação solar, bem como a emissão de radiação terrestre, os registros do abrigo passam a apresentar grandes diferenças em relação à EMA.

Figura 6 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de dez. 2013



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Apesar da discrepância que alguns registros apresentam na escala diária em relação ao dado oficial, quando se observa os dados de ambos os equipamentos em função da média do período percebe-se que há proximidade entre eles.

Neste sentido, a maior diferença é encontrada no dado sem correção, chegando a 2,0 ºC. Nota-se que após a correção quase não se encontra diferença entre os conjuntos de dados da EMA e do Hobo, ou seja, os valores se diferem apenas nas casas decimais, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Média dos equipamentos para o período de verão

Período de Verão (22/12/2013 à 21/03/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	22,8072	24,0786	22,8061

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).Elaboração: [autores] (2016)

Desse modo, verifica-se que o abrigo se mostra confiável durante o período de verão, em função dos dados registrados pelo Hobo, principalmente quando se trabalha com médias de períodos.

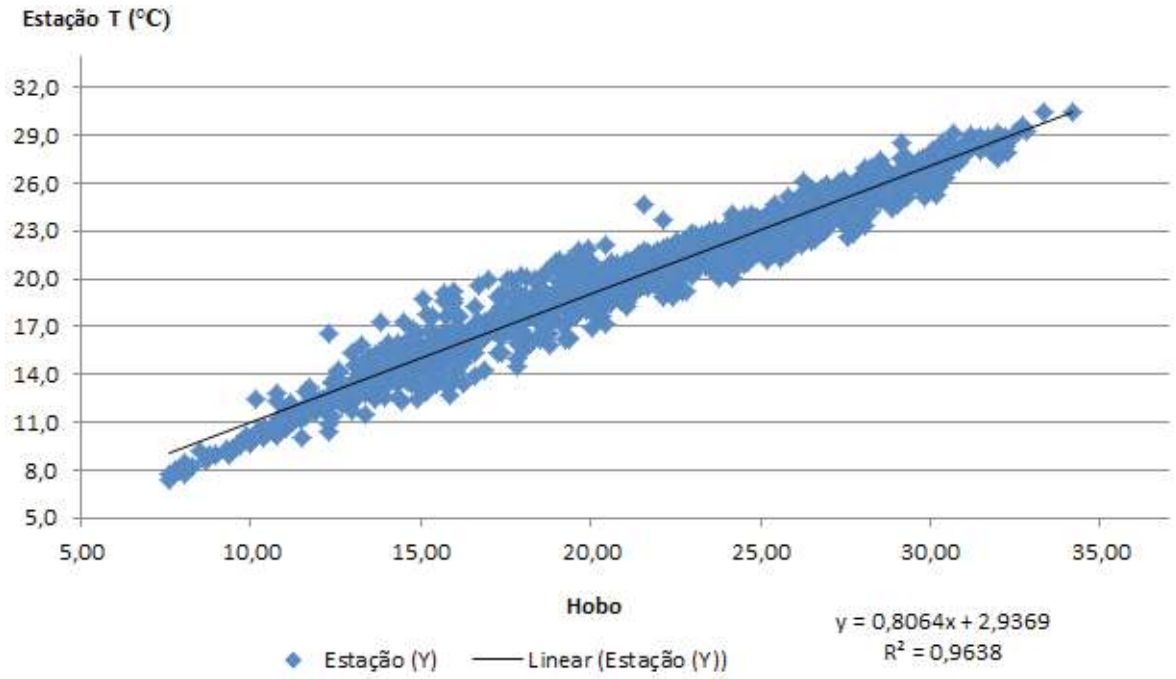
ANÁLISES DOS DADOS DE OUTONO

A Figura 7 diz respeito ao dado registrado em campo sem correção. Por sua vez, a Figura 8 representa os dados corrigidos através da Equação de regressão gerada (y = 0,8064x + 2,9369). Verifica-se que, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9638 para o período de outono, o que significa dizer que em 96,38 % dos casos, o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo pode ser explicado pela reta de regressão, tanto para o dado sem correção, quanto para o dado corrigido.

Nota-se que para o outono o coeficiente de determinação foi melhor do que no verão, o que leva a inferir que em menores temperaturas o abrigo mostra-se mais eficiente. Assim como verificado para o período de verão, no outono (período de 22/03/2014 à 21/06/2014) o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo e pela EMA segue o mesmo padrão, ou seja, existe uma linearidade (Figura 9).

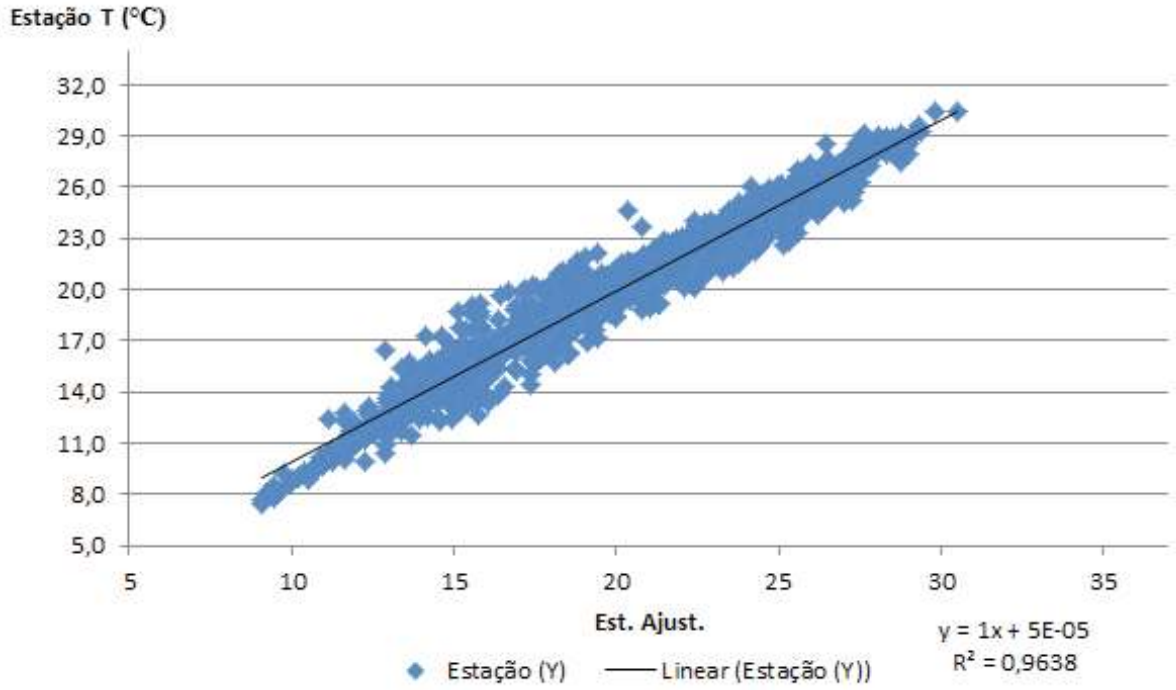
Do mesmo modo como ocorreu no verão, o período do outono apresentou dispersão entre os dados registrados pela EMA e os dados registrados pelo abrigo, porém, esta variação apresentou menor amplitude, como pode ser observado na Figura 9, mesmo apresentando menor amplitude o padrão de variação seguiu o mesmo comportamento, ou seja, foi nas temperaturas intermediárias onde houve a maior variação, abrangendo um intervalo de 12,0 ºC a 23,0 ºC, aproximadamente.

Figura 7 – Correlação para o período do outono de 2014 – Dado corrigido



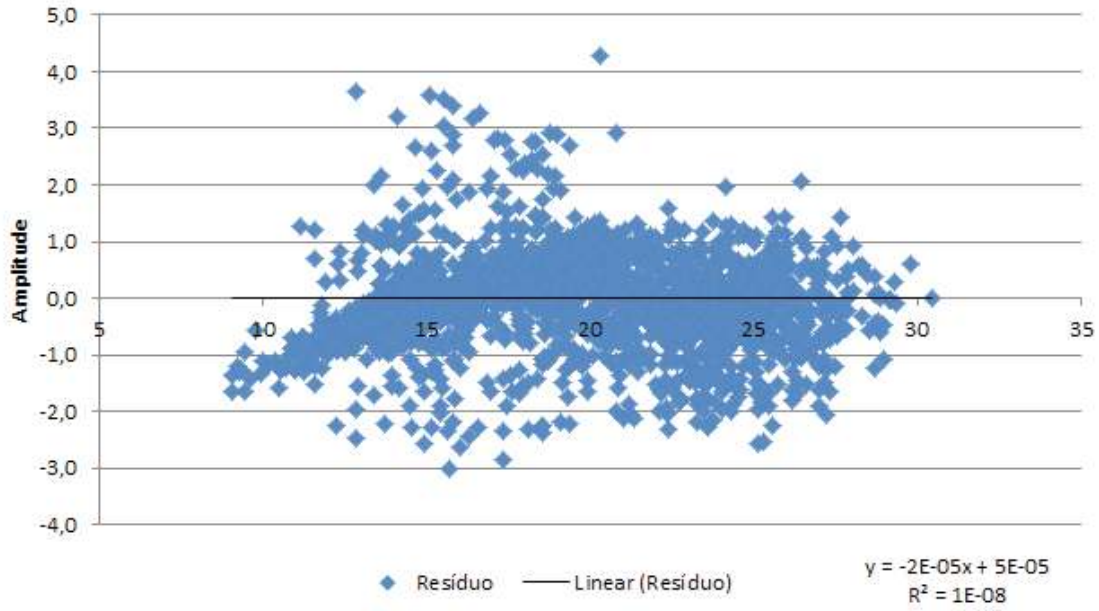
Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Figura 8 – Correlação para o período do outono de 2014 – Dado sem correção



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

Figura 9 – Correlação para o período do outono de 2014 – Dado ajustado pelo resíduo

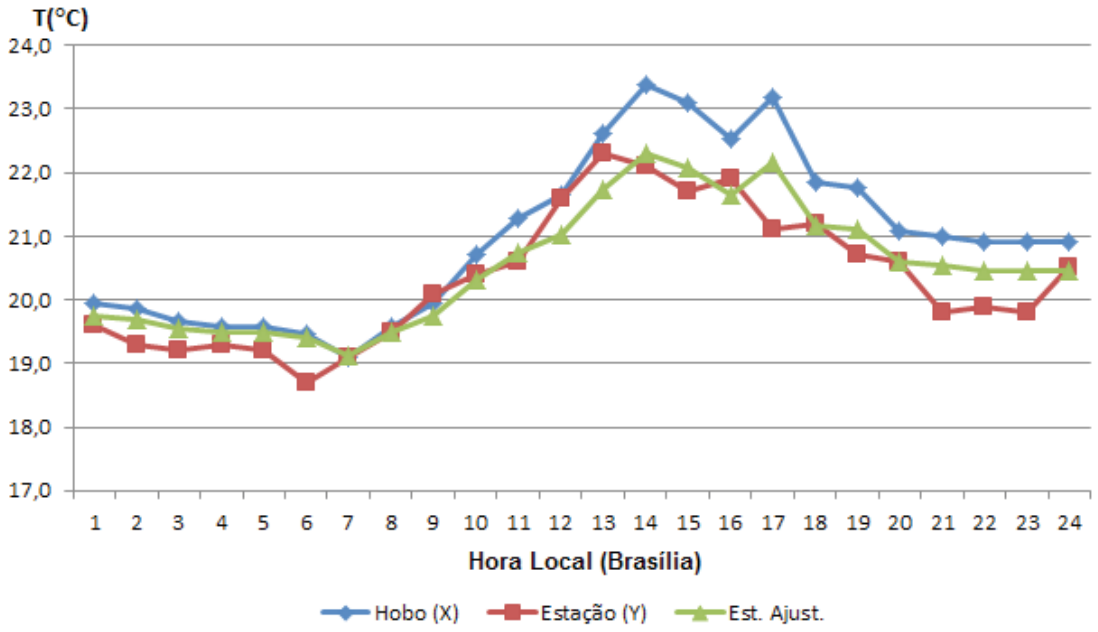


Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).

Elaboração: [autores] (2016).

Buscando apresentar a mesma forma de análise para todos os conjuntos de dados buscou-se também apresentar o comportamento da temperatura do ar em um dia de outono. Aleatoriamente foi escolhido o dia 22 de março de 2014, como apresentado pela Figura 10.

Figura 10 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de março de 2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).

Elaboração: [autores] (2016).

Verifica-se que tanto o dado registrado pelo abrigo sem correção como o dado corrigido apresentam o mesmo comportamento que o dado registrado pela EMA, principalmente no período da tarde. Assim como ocorreu no verão, o dado corrigido a partir da Equação y = 0, 8064x + 2,9369 aproximou-se mais do dado oficial da EMA na maior parte dos horários.

Porém, ao analisar as médias do período percebe-se que, tanto a média dos dados registrados pelo Hobo sem correção quanto corrigido são praticamente iguais, sendo a diferenças nas casas decimais. Percebe-se também que houve uma variação de aproximadamente 0,9 ºC entre a média do período da EMA e a média do Hobo como pode ser verificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Média dos equipamentos para o período de outono

Período de Outono (22/03/2013 à 21/06/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	20,049	19,10405282	19,10444628

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

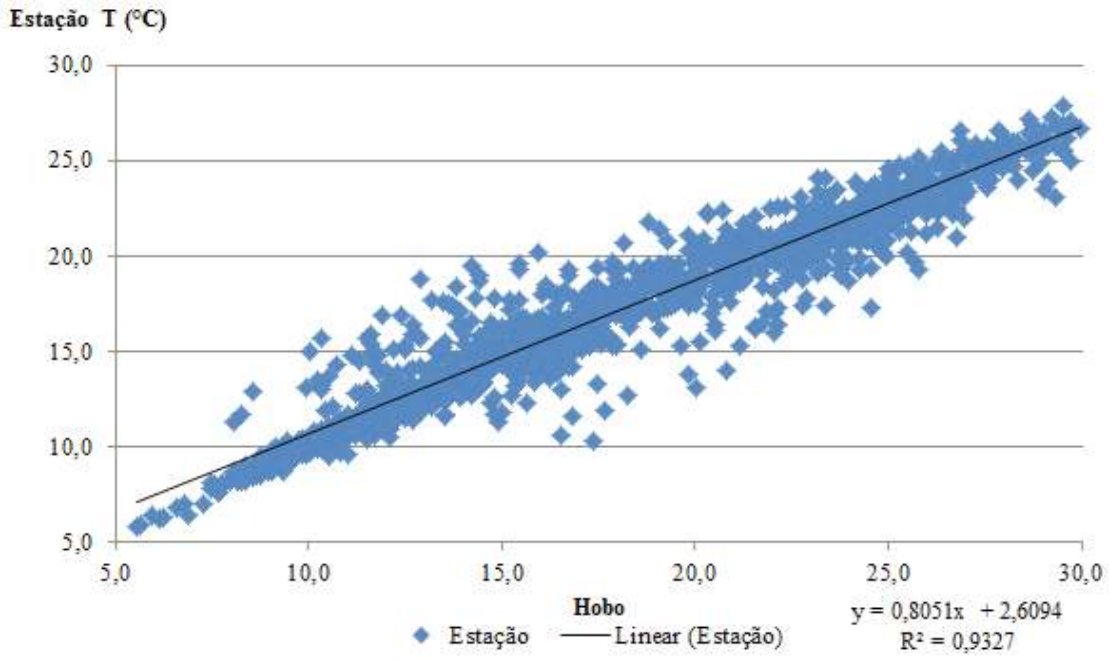
Desse modo, de acordo com os dados apresentados pelo Hobo pode-se dizer que o abrigo de PVC se mostra confiável para a coleta de dados de temperatura do ar, sendo que sua eficiência torna-se um pouco melhor, 96,38 %, a partir da correção dos dados pela fórmula acima apresentada.

ANÁLISES DOS DADOS DE INVERNO

Para as análises da estação de inverno, entre os dias 22/06/2014 e 26/08/2014, a Figura 11 demonstra o comportamento dos dados registrados, durante o período de observação, entre o equipamento Hobo e a EMA. Enquanto a Figura 12 representa os dados corrigidos através da Equação de regressão y = 0,8051x + 2,6094.

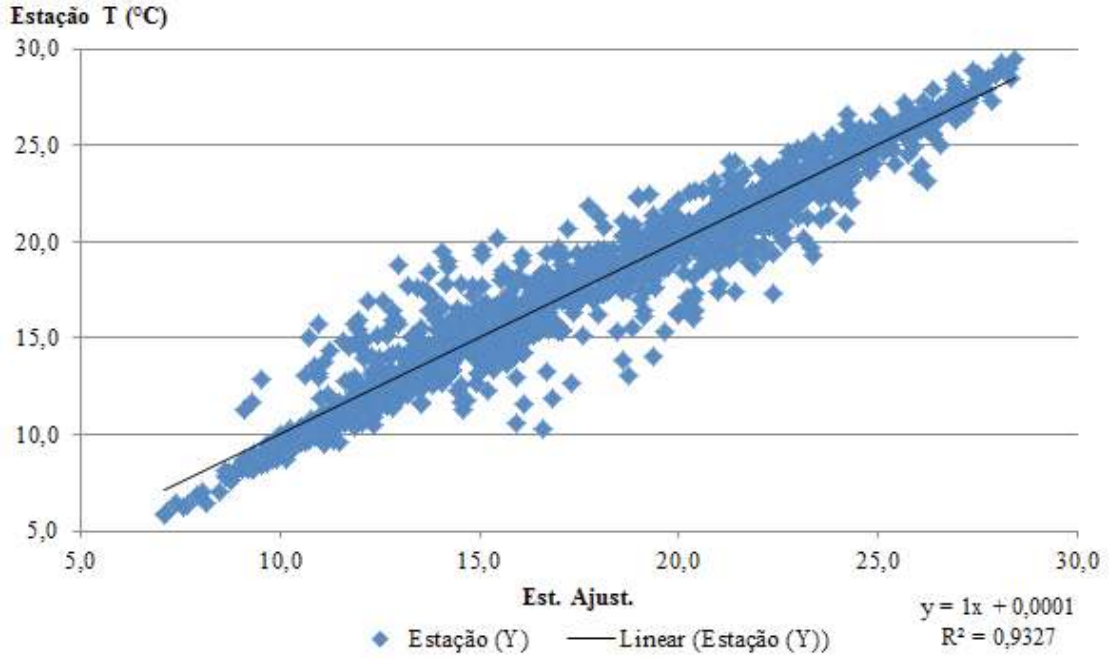
Como pode ser observado, para o período de inverno o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9327, ou seja, foi maior do que o verão, contudo é menor do que o outono, mas, também pode ser considerado bom, visto que, em 93,27 % dos casos o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo pode ser explicada pela reta de regressão, tanto para o dado sem correção, quanto para o dado corrigido.

Figura 11 – Correlação para o período de inverno de 2014 (Dado corrigido)



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016
Elaboração: [autores] (2016)

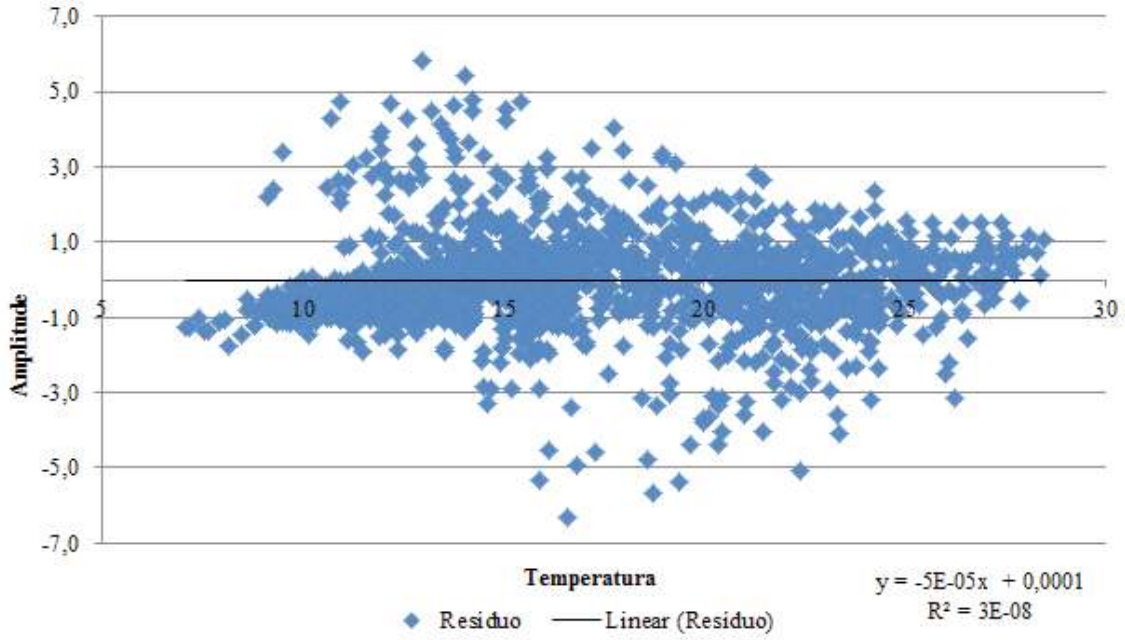
Figura 12 – Correlação para o período de inverno de 2014(Dado sem correção)



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Assim como ocorreu nas análises das estações de verão e outono, observou-se no inverno uma dispersão da temperatura do ar. Em alguns horários a variação atingiu a casa dos 6,0 ºC, aproximadamente, como pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 – Correlação para o período do inverno de 2014
(Dado ajustado pelo resíduo)



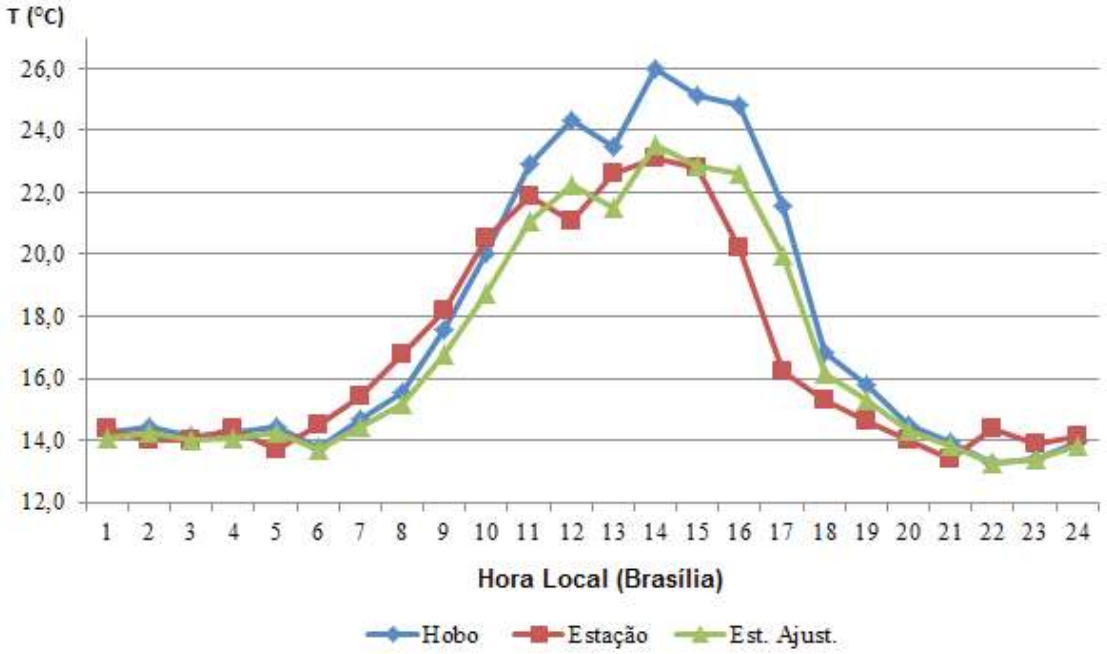
Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

Tem sido padrão para os dados registrados pelo abrigo apresentar as maiores variações nas temperaturas intermediárias, e assim também ocorreu para o período de inverno. A partir da Figura 13 vê-se que as maiores variações ocorrem entre as temperaturas de 15,0 ºC a 25,0 ºC, sendo que, nas extremidades a variação foi menor.

Assim como foi apresentado para as demais estações, a Figura 14 representa o comportamento da temperatura do ar registrada pela EMA e do abrigo. Observa-se que o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo segue o mesmo comportamento que a temperatura registrada pela EMA tanto para o dado sem correção, quanto para o dado corrigido.

Nos horários sem a presença da radiação solar os dados apresentam grande proximidade, como pode ser verificado na Figura 14, para os horários da madrugada, por exemplo. As maiores diferenças são encontradas no período das 11 h da manhã até às 18 h.

Figura 14 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de julho de 2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

Mais uma vez, ao se analisar a média do período, no inverno, verifica-se que as médias são praticamente iguais. Constatando-se uma diferença de 0,8 ºC como pode ser verificado na Tabela 3.

Tabela 3 – Média dos equipamentos para o período de inverno

Período de Inverno (22/06/2013 à 26/08/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	17,6301	16,80267176	16,8034

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

ANÁLISE ANUAL

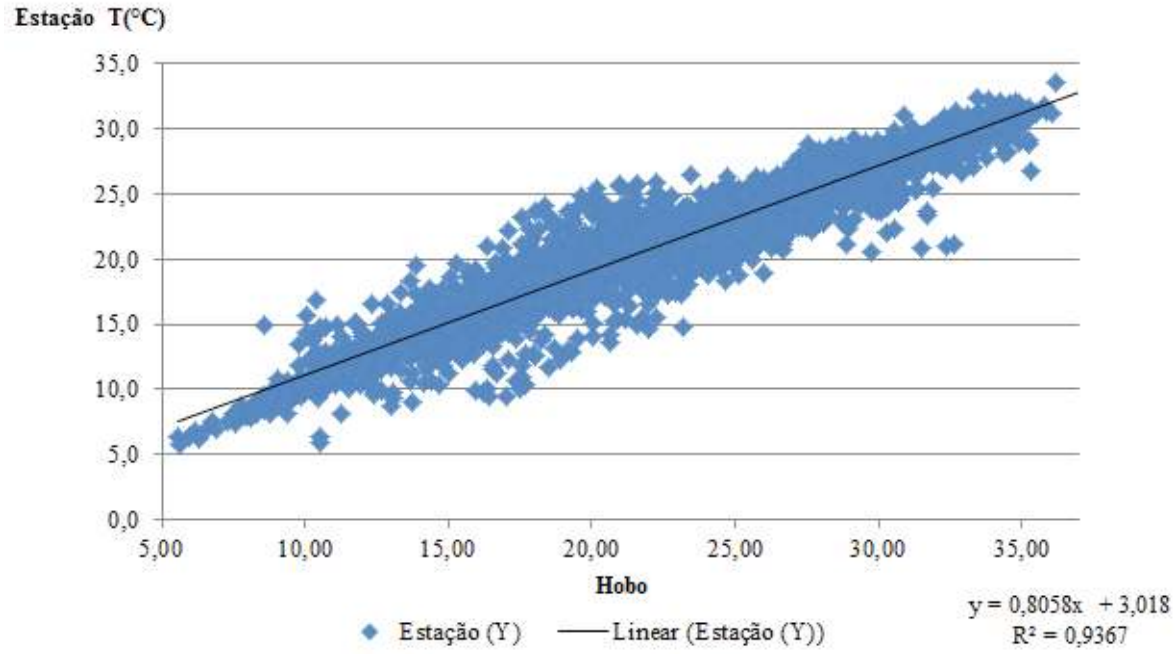
Buscando verificar qual a melhor forma de correção para o conjunto de dados aferidos pelo abrigo com o sensor Hobo, realizou-se uma análise que compreende as três estações acima descritas para o período de 22/12/2013 à 26/08/2014.

A Figura 15 refere-se à correlação entre o dado registrado pela EMA e o abrigo sem correção. Já a Figura 16 refere-se à correlação entre o dado registrado pela EMA e o abrigo corrigido.

Verifica-se que o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9367 tanto para a correlação do dado da EMA com o dado do abrigo sem correção, quanto para o dado corrigido.

Considera-se que houve boa correlação, uma vez que, em 93,67 % dos casos o comportamento da temperatura do Hobo pode ser explicado pela reta de regressão. O coeficiente de determinação para o conjunto de dados anual ficou bem próximo daquele encontrado para o conjunto de dados referente ao período de inverno.

Figura 15 – Correlação do período de 22/12/2013 à 26/08/2014

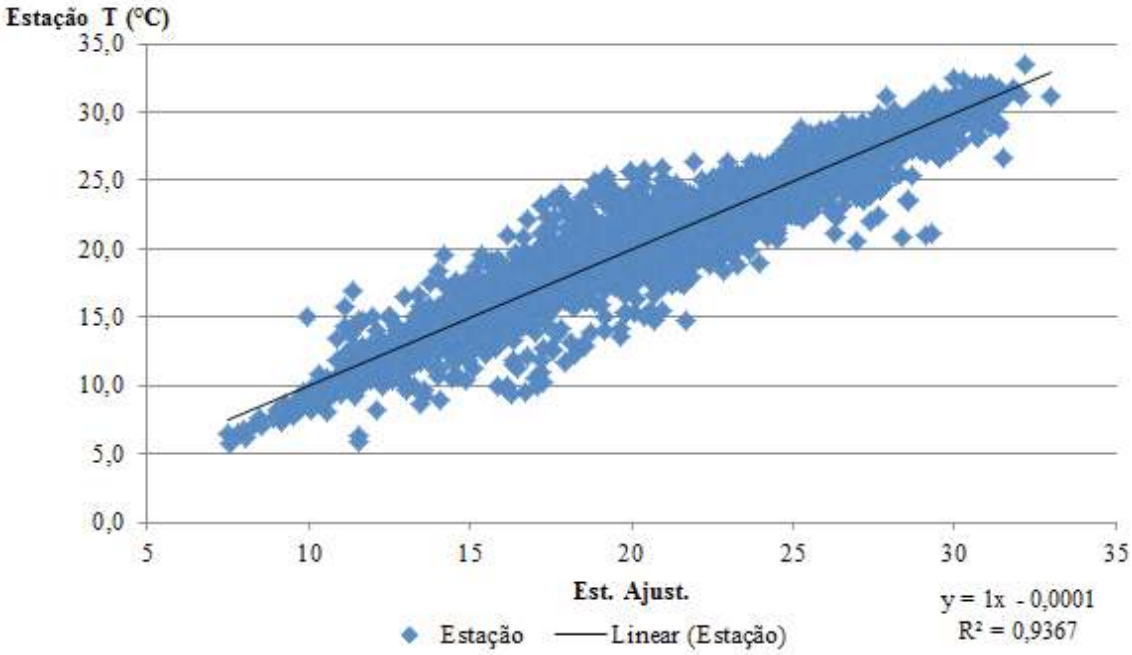


Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

O mesmo padrão apresentado pelas estações de verão, outono e inverno foi encontrado ao se analisar o período anual no que se refere à dispersão dos dados, ou seja, as maiores variações estão compreendidas nas temperaturas intermediárias.

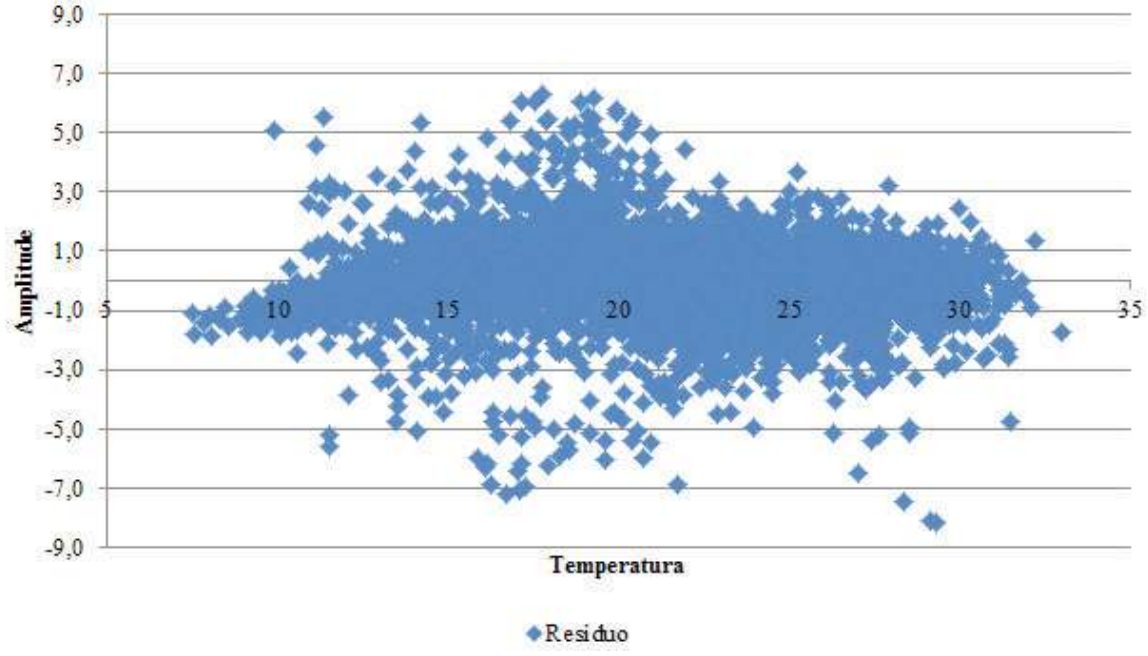
Em relação a amplitude da variação do período anual aproxima-se daquela encontrada para o período de verão, sendo estas as que apresentaram a maior variação, chegando a 9,0 ºC em determinados horários, como pode ser verificado na Figura 17.

Figura 16 – Correlação do período de 22/12/2013 à 26/08/2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

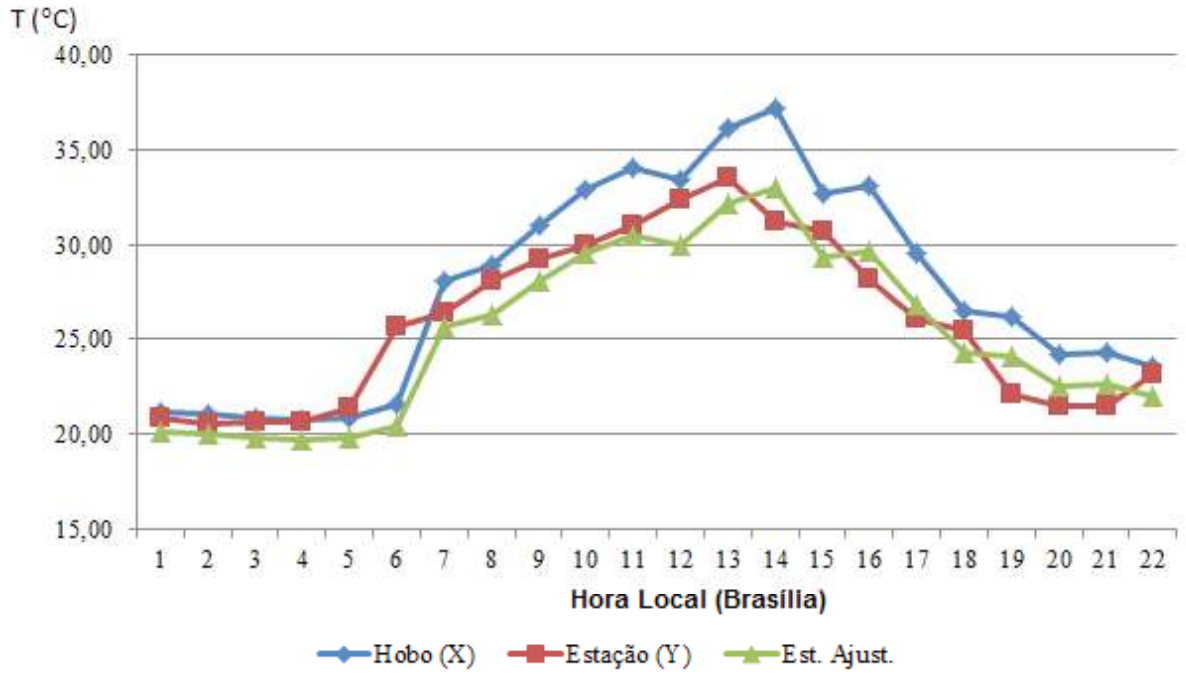
Figura 17 – Correlação do período de 22/12/2013 à 26/08/2014



Fonte: Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

A menor dispersão dos dados é encontrada para temperatura do ar extremas, padrão que se repetiu nas análises realizadas para cada estação do ano. No intuito de mostrar que o comportamento da temperatura registrada pelo abrigo segue o mesmo padrão que a temperatura registrada pela EMA ao longo do ano foi escolhido o dia 22 de junho de 2014 para análise da temperatura ao longo do dia, como pode ser verificar na Figura 18.

Figura 18 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de junho de 2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

Verifica-se que assim como nos demais períodos de análises nos horário onde não há presença de radiação solar, os dados registrados pelo Hobo tanto os corrigidos, quanto os sem correção aproximam-se mais dos dados registrados pela EMA, sendo que, na maioria dos horários, os dados corrigidos pela Equação de regressão y = 0,8058x + 3,018 são os que mais se aproximam.

Cabe destacar também que ao se analisar a média para o conjunto de dados anual percebe-se que, há pouca diferença entre os dados sem correção e os dados corrigidos registrados pelo Hobo, sendo a diferença na casa dos números decimais, como ocorreu nas análises das estações de verão, outono e inverno, como pode ser observado na Tabela 4.

Pode-se verificar, também, que a variação entre à média do conjunto de dados da Estação Meteorológica e a média do conjunto de dados do Hobo é de aproximadamente 1,0 ºC, sendo a maior variação encontrada, no que se refere aos períodos de análise.

Tabela 4 – Média dos equipamentos para o período anual

Período Anual (22/12/2013 à 26/08/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	20,8606	19,8282	19,8275

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados considera-se viável a utilização do PVC como material para a construção de abrigos meteorológicos, viabilizando as pesquisas de campo em climatologia urbana.

Nas análises realizadas para as diferentes estações do ano, ou seja, verão, outono, inverno e também para o período anual, o coeficiente de determinação (R^2) foi superior a 0,90 em todos os casos, mostrando que há boa correlação entre os dados da EMA e os dados do abrigo teste de PVC. Como pôde ser verificado, o comportamento da temperatura do ar pelo sensor corrigido ou sem correção apresentam o mesmo padrão, porém, na maior parte dos horários a temperatura do ar corrigida é a que melhor se aproxima do dado oficial.

Porém ao se analisar as médias dos períodos de verão, outono e inverno assim como a análise anual verificou-se que as médias tanto do dado sem correção, quanto do dado corrigido registrado pelo Hobo apresentam pouca diferença entre si.

Desse modo, conclui-se que é necessário fazer a correção dos dados registrados pelo sensor a partir da equação de regressão y = 0,8058x + 3,018, gerada a partir dos dados anuais, uma vez que, esta foi calculada a partir de um maior conjunto de dados, onde as temperaturas foram registradas em diferentes condições de tempo.

Conclui-se também que há necessidade de estudos futuros a fim de verificar quais são as variáveis que influenciaram para que a temperatura registrada pelo Hobo tenha grandes variações nos períodos de maior radiação solar, como identificado. Para tanto se necessita testar novos materiais na construção dos abrigos, para verificar qual apresenta as melhores condições para alocar os termo-higrômetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. R.; SERAFINI JUNIOR, S. Mini-abrigos Meteorológicos: comparação e análise estatística para avaliação de eficiência nas medições de umidade relativa do ar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 15., 2013, Espírito Santo **Anais...**, 2013, pp. 526-535.

ALVES, R. S.; FIALHO, E. S. SILVA, A. C. S. Uma análise comparada de parâmetros climáticos em situação de inverno (2011), ao longo do perfil Ubá-Ponte Nova, na Zona da Mata Mineira. **Revista Acta Geográfica**, Boa Vista-RR, Climatologia Geográfica, pp. 87-100, 2012. Edição Especial.

AMORIM, D. M. et al. Comparação de dados obtidos a partir de sensores de temperatura do ar e umidade relativa do ar protegidos em um abrigo meteorológico de PVC. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 2, pp. 119-124, 2015.

_____. et al. Influência do material em abrigos meteorológicos na aferição de sensores de temperatura e de umidade relativa do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (CONBEA), 42, 2014, Campo Grande. **Anais...**, Campo Grande: 2014, 4p. Resumos.

ARMANI, G. **Análise topo e microclimática tridimensional de uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude**. Tese (Doutorado em Geografia Física) Departamento de Geografia – FFLCH – Universidade de São Paulo, 2009.

_____; GALVANI, E. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 14, n. 1, pp. 34-40, 2006.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia**. Pelotas: Universitária UFPEL, 1996, 167p.

AZEVEDO, T. R.; FUNARI, F. L. Desempenho de registradores digitais de temperatura e umidade do ar em abrigo meteorológico padronizado: Estudo comparativo preliminar visando uso em trabalho de campo. **GEOUSP** – Espaço e Tempo, São Paulo v. 10, pp. 147-164, 2001.

_____; TARIFA, J. R. Mini-abrigo meteorológico aspirado do Laboratório de Climatologia e Biogeografia e seu uso no estudo geográfico do clima. **GEOUSP** – Espaço e Tempo, São Paulo v. 10, pp. 165-174, 2001.

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**, Curitiba, v. 9, n. 1, pp. 48-55, 2011.

CUNHA, A. R. ESCOBEDO, J. F.; GALVANI, E. Avaliação de um psicrômetro termopar de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria (RS), v. 9, n. 1, pp. 17-22, 2001.

DOLFUS, O. **O Espaço geográfico**.5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991, 121p.

FERNANDES, L. A. Ambientes urbanos e fatores naturais na conformação das condições climáticas no período de inverno em Viçosa. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 366-380, jul.-dez. 2015.

FERREIRA, G. R.; FIALHO, E. S. Campo térmico x fator de visão do céu: estudo da área central do município de Viçosa (MG) em episódios de outono e inverno, 2014. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 43, n.1, pp. 247-271, 2016.

FIALHO, E. S. As repercussões da expansão da mancha urbana na dinâmica climática local de Viçosa (MG). **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 301-323, jul.-dez. 2015.

_____. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte:** caso de Viçosa, na zona da Mata Mineira. 259f. Tese (Doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2009.

_____. PAULO, M. L. Clima e sítio: A variabilidade termo-higrométrica, ao longo do transeto Ponte Nova-Ubá, na zona da Mata Mineira/Brasil. In: _____. SILVA, C. A.; STEINKE, E. T. (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados (MS): EdUFGD, 2014. pp. 107-128.

_____. et al. O campo térmico em situação sazonal de verão, no município de Viçosa (MG).**Revista Geografias**, Belo Horizonte, pp. 80-98, 2015. Edição Especial III SEGEO

HIDALGO, L. N. A Percepção do espaço e o espaço da percepção: o ritmo, o habitual, a incerteza e o extremo no entendimento das situações atmosféricas do cotidiano e do não cotidiano. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, pp. 1-8, 2016.Edição Especial – 40 anos de Teoria e Clima Urbano

HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S. Confecção e aferição de termômetro de globo e abrigo meteorológico para medição de variáveis climáticas em ambientes externos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO MEIO AMBIENTE CONSTRUIDO, 11, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2011, Resumos, 10p.

HOPPE, I. L. et al. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). **Ciência e Natura**, Santa Maria (RS), v. 37, pp. 132-137, 2015. Edição Especial SIC

INSTITUTO DO PVC . Disponível em: <http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo_link&co_id=78>. Acesso em: 23 out. 2016.

LANDSBERG, H. E. O Clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 18, pp. 95-111, 2006.

LOPES, R. M.; MARIANO, Z. F.; CABRAL, J. B. P; MARTINS, A. P. Análise da variação da temperatura na reserva particular do patrimônio natural, pousada das araras, em Serranópolis (GO): uma abordagem topoclimática. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo,v. 28, pp. 82-100, 2014.

MACHADO, F. L. V.; JARDIM, C. H. Indicadores climáticos de degradação ambiental em áreas urbanas: o aglomerado da serra em Belo Horizonte. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E.

S. STEINKE, E. T. (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados (MS): EdUFGD, pp. 107-144, 2014, 392p.

PAULO, M. L.; ALVES, R. S. Variação termo-higrométrica nos meses de verão ao longo do percurso Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 381-396, jul.-dez. 2015.

QUINA, R. R. Influência de sistemas sinóticos na diferença térmica entre campo e cidade, estudo de caso de Viçosa (MG). **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 324-337, jul.-dez. 2015.

SENTELHAS, P. C. et al. Análise comparativa preliminar de dados meteorológicos obtidos por estações convencional e automática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: 1997. Resumos, p. 243.

SERAFINI JÚNIOR, S.; ALVES, R. R. Mini-abrigos meteorológicos: comparação e análise estatística para avaliação de eficiência. **GEOUSP** – Espaço e Tempo, São Paulo, v. 18, n. 1, pp. 198-210, 2014.

SOUSA, R. R.; ANTUNES, J. P. Estação meteorológica experimental de baixo custo. **RevistaGEO UERJ**, Rio de Janeiro, n. 27, pp. 80-97, 2015.

VALIN JR,. M. O. et al. Análise da relação entre abrigos meteorológicos alternativos para pontos fixos e o comportamento de variáveis termo-higrométricas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 18, pp. 157-179, 2016a.

_____. Utilização de abrigos termo-higrométricos alternativos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 17, n. 57, pp. 74-91, 2016b.

Recebido para publicação em Agosto de 2017
Aceito para publicação em Dezembro de 2017