

Pesquisas agrárias e ambientais

Volume VIII

Alan M. Zuffo
Jorge G. Aguilera
Organizadores



Pantanal Editora

2021

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume VIII



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. Msc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. Msc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argenteo-Martínez
Prof. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume VIII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 102p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-81460-16-7 DOI https://doi.org/10.46420/9786581460167 1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume VIII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

Restrição algébrica e modelagem mista podem ser utilizadas para aumentar a acurácia da predição do afilamento de árvores de *Pinus taeda*; doenças que acometem as aves: uma revisão; larvas e vermes na compostagem de resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos; a geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí; temperatura do globo negro: estimativa e métodos alternativos de baixo custo para medições em ambientes externo e interno; estudo do efeito da continuidade espacial em modelos de relação hipsométrica em *Eucalyptus* sp.; calagem e NPK na formação de mudas de canafístula; efeito residual de pó de metabalsato no milho safra. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume VIII, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


Sumário


Apresentação	4
Capítulo I.....	6
Restrição algébrica e modelagem mista podem ser utilizadas para aumentar a acurácia da predição do afilamento de árvores de <i>Pinus taeda</i> ?	6
Capítulo II	15
Doenças que acometem as aves: uma revisão	15
Capítulo III.....	25
Larvas e vermes na compostagem de resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos	25
Capítulo IV	43
A geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí	43
Capítulo V.....	59
Temperatura do globo negro: estimativa e métodos alternativos de baixo custo para medições em ambientes externo e interno.....	59
Capítulo VI	73
Estudo do efeito da continuidade espacial em modelos de relação hipsométrica em <i>Eucalyptus</i> sp.	73
Capítulo VII.....	89
Calagem e NPK na formação de mudas de canafístula	89
Capítulo VIII	95
Efeito residual de pó de metabalsato no milho safra	95
Índice Remissivo.....	101
Sobre os organizadores.....	102


Temperatura do globo negro: estimativa e métodos alternativos de baixo custo para medições em ambientes externo e interno

Recebido em: 29/10/2021

Aceito em: 08/11/2021

 10.46420/9786581460167cap5

Rafael Trilha de Barcelos¹ 

Rosandro Boligon Minuzzi^{2*} 

INTRODUÇÃO

De acordo com Baêta e Souza (2010), o avanço tecnológico nos sistemas produtivos animais tanto do ponto de vista genético quanto do gerencial, faz com que o meio ambiente adequado seja condição indispensável para que os animais possam expressar o seu máximo produtivo, resultante do seu bem estar.

Para manutenção da homeostase (manutenção de temperatura corporal constante), deve haver um equilíbrio entre a termogênese (processos fisiológicos de produção de calor) e a termólise (processos fisiológicos de perda de calor para o meio) (Barbosa et al., 2004).

As novas exigências mundiais de produção agrícola, dentro de processo ético, cada vez mais se voltam para os conceitos das boas práticas de produção, considerando o bem-estar animal e do trabalhador, a segurança alimentar e o respeito ao meio ambiente (Campos, 2009).

O conforto térmico de animais homeotérmicos é um ponto de equilíbrio térmico do animal em relação ao ambiente. Neste processo de troca de energia, os fatores externos do ambiente tendem a produzir variações internas no animal, influenciando a quantidade de energia trocada entre ambos, conseqüentemente, necessitando de ajustes fisiológicos para o balanço de calor (Baêta, Souza, 2010).

Para expressar o conforto do animal em determinado ambiente, vários autores têm proposto e utilizado índices de conforto térmico. Para a obtenção destes índices, geralmente são considerados dois ou mais elementos climáticos, sendo os mais comumente utilizados em razão de sua importância, a temperatura do ar, a umidade do ar, velocidade do vento e a temperatura do globo negro (T_g). A temperatura indicada pelo globo, que é colocado no lugar que um animal ocuparia no espaço, provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias, Av. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP: 88034-001, Florianópolis, SC, Brasil.

² Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias, Av. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP: 88034-001, Florianópolis, SC, Brasil.

* Autor correspondente: rbminuzzi@hotmail.com

direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto térmico proporcionado em determinado ambiente.

O instrumento é constituído de uma esfera oca de cobre, com 15 cm de diâmetro e 0,05 cm de espessura (dimensões mais comuns), pintada externamente com duas camadas de tinta preta fosca; em seu centro é instalado o elemento sensor de termopar (instrumento automático) ou termômetro para a leitura instantânea da temperatura (instrumento manual).

Apesar da importância em pesquisas ou para o monitoramento das condições de conforto térmico, a aquisição do instrumento é dificultada pelo seu elevado custo. Um termômetro de globo negro manual que fornece somente a leitura instantânea e necessita de um observador para a coleta de dados tem o seu preço médio em torno de US \$120,00 (desconsiderando impostos e frete). O instrumento com datalogger que possibilita que os seus dados sejam armazenados automaticamente, tem o seu preço em média de US \$230,00 (desconsiderando impostos e frete). Por este motivo, os estudos de Camerini et al. (2011) e de Coelho et al. (2013) visaram elaborar maneiras mais baratas de medir a temperatura do globo negro com a utilização de diferentes materiais alternativos ao globo.

No primeiro estudo, os autores utilizaram duas esferas de plástico (PVC) revestidas com uma camada de spray na cor preta fosca, com diferentes diâmetros e com sensores de temperatura nos seus centros. Na comparação dos registros com um termômetro de globo negro padrão, encontraram resultados com boa precisão e exatidão.

No estudo de Coelho et al. (2013), foram utilizados sete diferentes materiais (todos pintados na cor preta fosca), onde foram inseridos em seus centros, termômetros de vidro de mercúrio, ou seja, as leituras foram manuais e realizadas em cinco horários diurnos, das 9 horas às 17 horas, durante 15 dias. Os “globos negros” que utilizaram garrafa PET e de luminária foram os que tiveram registros mais próximos ao termômetro de globo negro padrão, com recomendação dos autores de ajustes nas leituras de $\pm 0,7$ °C e $\pm 0,5$ °C, respectivamente.

Percebe-se que já houve tentativas na busca por alternativas mais baratas de medição da temperatura do globo negro. Porém, no estudo de Camerini et al. (2011) o inconveniente é que o experimento foi realizado num período de apenas 50 horas em um ambiente protegido (galpão), ou seja, os instrumentos não ficaram suscetíveis às variações mais bruscas de Tg em função da radiação solar direta, justamente quando tende a haver as maiores diferenças e o desconforto térmico é maior. No estudo de Coelho et al. (2013), alguns dos materiais utilizados não resistiriam as intempéries meteorológicas se instalados em ambiente externo, além do experimento envolver instrumentos manuais, que exigem a presença de pessoas para realização das leituras.

Outra medida para obtenção de T_g e, conseqüentemente, de índices de conforto térmico é estimando os seus valores, preferencialmente a partir de dados providos de instrumentos de baixo custo e habitualmente encontrados nas estações meteorológicas como o termômetro.

No atual cenário de estações meteorológicas, é notável a predominância de estações automáticas em relação às estações convencionais (manuais), e esta deverá ser a tendência para o futuro, atestando a maior praticidade na utilização de instrumentos automáticos, já que, não necessitam da presença diária de observadores para a coleta de dados e podem realizar os registros numa periodicidade definida pelo usuário que varia de segundos a minutos.

Diante do exposto, este trabalho objetivou analisar o desempenho nos registros de temperatura do globo negro e, conseqüentemente, do índice de temperatura de globo e umidade, com uso de materiais alternativos, bem como, a estimativa de T_g usando dados de temperatura do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre agosto de 2020 e julho de 2021, na área da estação meteorológica do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizada no bairro Itacorubi em Florianópolis (latitude: 27,57° sul; longitude: 48,50° oeste e altitude: 2 metros), Santa Catarina. O clima do município conforme a classificação climática de Köppen é Cfa, isto é, subtropical, sem estação seca e temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C (Alvares et al., 2013).

Três materiais com um sensor de temperatura instalado internamente foram testados como alternativas para medida da temperatura de globo negro, sendo todos eles pintados com tinta preta fosca: pote de vidro preto 400 gramas (PV), bola de plástico (BP) e garrafa plástica de refrigerante de 237 ml (GP).

Os termômetros digitais com sensor externo foram usados para medição da temperatura interna nos materiais alternativos. A precisão dos termômetros é de ± 1 °C. Previamente a instalação e registro dos dados na área experimental, as temperaturas dos termômetros a serem usados com os materiais alternativos foram comparadas com a do termômetro de globo negro, estando todos os sensores no mesmo ambiente e sem os seus respectivos “globos”, como forma de eventualmente corrigir os dados registrados com os materiais alternativos de maneira que, as eventuais diferenças fossem devido somente ao material e não a precisão dos instrumentos. O sensor do termômetro foi inserido por um pequeno furo na parte superior de cada material alternativo.

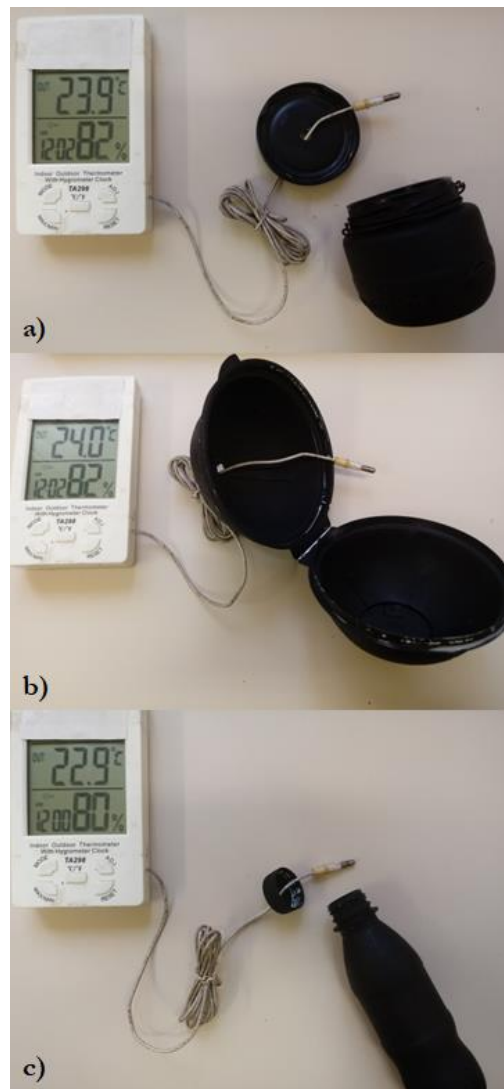


Figura 1. Termômetros com sensor externo a ser instalado no interior dos materiais alternativos: pote de vidro 400 gramas **a)**, bola de plástico **b)** e garrafa PET de refrigerante **c)**. Fonte: os autores.

Como temperatura do globo negro padrão foi usado o termômetro de globo negro modelo TGD-200, da Instrutherm, que possui uma exatidão de +/-0,5 °C e uma resolução de 0,1 °C.

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) é uma medida de conforto térmico que estima o estresse calórico decorrente da temperatura do ar e da radiação solar.

A obtenção do índice de globo de umidade (ITGU) se dá pela equação 1:

$$ITGU = t_g + (0,36.t_o) + 41,5 \quad (1)$$

em que, t_o , a temperatura do ponto de orvalho (°C), obtida conforme equação 2.

$$t_o = \frac{237,3 * \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)}{7,5 - \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)} \quad (2)$$

em que, e_a é a pressão real do vapor d'água (kPa), obtida pela equação 3.

$$e_a = \frac{e_s}{100} \cdot UR \quad (3)$$

em que, UR é umidade relativa do ar (%) e e_s , é a pressão de saturação do vapor d'água (kPa), dada pela equação de Tetens (equação 4).

$$e_s = 0,6108 \times 10^{\left(\frac{7,5T}{237,3+T}\right)} \quad (4)$$

As coletas foram feitas aleatoriamente entre os dias 16/09/2020 e 06/05/2021, totalizando 44 registros, sendo 12 em ambiente interno (instrumentos localizados no interior do abrigo meteorológico (Figura 2a) e 32 em ambiente externo (Figura 2b). Os registros foram feitos a cada hora, das 10h às 16h, onde há maior potencial de ação de carga térmica radiante oriunda da radiação solar.

Os dados obtidos em ambiente externo foram analisados em categorias de acordo com a nebulosidade, definido pelo Índice de Claridade (I_k), que relaciona a radiação solar global (R_g) e a radiação solar extraterrestre (R_o): $0 < I_k < 0,3$ (céu nublado); $0,3 \leq I_k \leq 0,65$ (céu parcialmente nublado) e $0,65 < I_k < 1,0$ (céu claro), sendo esta última (R_o), obtida por tabela específica para a latitude do local e R_g registrada na própria estação meteorológica, assim como, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, necessárias para o cálculo do ITGU.

A avaliação de desempenho de Tg e do ITGU obtidos com o uso de cada um dos materiais alternativos foi feita baseada na média do período diurno (10h às 16h) e no valor máximo do período. Para isso, utilizaram-se os seguintes índices: erro padrão de estimativa (EPE), erro médio (EM), os coeficientes de correlação (r) e de determinação (R^2) da regressão linear, o Índice de Concordância (d) e o Índice de Confiança (c).



Figura 2. Instalação no ambiente interno **a)** e no ambiente externo **b)** do termômetro de globo negro padrão TGD-200 e dos três termômetros com materiais alternativos. Fonte: os autores.

O Índice de Concordância (d) (Willmott, 1981), descrito pela equação 5, varia de 0 a 1 e representa o quanto os valores obtidos pelos materiais alternativos se ajustam aos registros obtidos pelo instrumento padrão, sendo que, valores próximos de um indicam uma concordância perfeita.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|Y_i - \bar{X}| + |X_i - \bar{X}|)^2} \right] \quad (5)$$

em que, X_i são os valores obtidos a partir do instrumento padrão; \bar{X} é a média dos valores obtidos a partir do instrumento padrão; Y_i são os valores obtidos a partir dos materiais alternativos; e N é o número de registros.

Analogamente, para a análise da confiabilidade dos valores obtidos a partir dos materiais alternativos, foi considerado o Índice de Confiança (c), proposto por Camargo e Sentelhas (1997), conforme equação 6. O critério adotado para interpretar os valores de c, são os seguintes: $c \geq 0,85$ (ótimo); $0,76 < c < 0,85$ (muito bom); $0,66 < c < 0,75$ (bom); $0,61 < c < 0,65$ (mediano); $0,51 < c < 0,60$ (sofrível); $0,41 < c < 0,50$ (mau); e $c \leq 0,40$ (péssimo).

$$c = r \cdot d \quad (6)$$

O erro quadrático médio (EQM), foi calculado utilizando-se a equação 7:

$$EQM = \left(\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2}{N - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

O Erro Médio (EM) representa a diferença média de Tg e ITGU (padrão) com os obtidos com materiais alternativos. Assim, o EM indica a tendência dos valores obtidos com materiais alternativos em superestimar ($EM > 0$) ou subestimar ($EM < 0$) os valores padrões, sendo calculado conforme equação 8:

$$EM = \sum_{i=1}^N (Y_i - X_i) \quad (8)$$

A diferença entre as médias do período diurno e a média dos valores máximos de Tg e ITGU (padrão) com os materiais alternativos foram avaliadas com o teste t-Student ao nível de 5%.

A regressão linear simples ou polinomial de 2º ordem foi utilizada para correlacionar nos ambientes interno e externo a Tg obtida pelo instrumento padrão com a temperatura do ar, visando obter equações que possibilitem a estimativa de Tg, a partir de temperatura do ar, desde que, as regressões sejam estatisticamente significativas ao nível de 5% com o uso do teste F de Snedecor. Assim, nas regressões, a Tg medida com o instrumento padrão foi considerada a variável dependente (Y) e a temperatura do ar na estação meteorológica foi a variável independente (X).

Na análise em ambiente externo, as regressões foram feitas considerando todos os dias de registros e dividindo-os em três grupos de acordo com a nebulosidade. O software Past 4.1 foi utilizado para realizar as análises de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de regressão linear que correlacionaram à média do período diurno (10h às 16h) da temperatura do globo negro (Tg) com a temperatura do ar (T), assim como, a temperatura máxima do globo negro (Tgmx) com a temperatura máxima do ar (Tmx). Analisando a média do período diurno, no ambiente externo, as correlações foram menores quanto maior a nebulosidade, a ponto de, em condições de céu nublado não haver correlação estatisticamente significativa entre as duas variáveis. Em compensação, dias com céu parcialmente nublado e, principalmente, dias de céu claro, é viável estimar Tg a partir da temperatura do ar. Em ambiente interno a correlação foi praticamente perfeita, onde a temperatura média do ar diurna, explicou 99% ($R^2=0,99$) da variação da temperatura do globo negro.

Tabela 1. Coeficiente de determinação (R^2), valor do F e equação de regressão entre a média do período diurno de temperatura do globo negro (Tg) com a média da temperatura do ar (T) e entre a temperatura máxima do globo negro (Tgmx) com a temperatura máxima do ar (Tmx) em ambiente interno e ambiente externo em condições de céu claro, parcialmente nublado, nublado e independente da nebulosidade. Fonte: os autores.

	R^2	Valor F	Equação de regressão
Céu claro	0,96*	109,96	$Tg = -0,1102.T^2 + 7,489.T - 81,59$
Parcialmente nublado	0,74*	28,02	$Tg = 0,7326.T + 0,7459$
Nublado	0,08 ^{ns}	0,21	$Tg = 0,1408.T^2 - 6,315.T + 96,5$
Sem distinção de nebulosidade	0,63*	51,43	$Tg = 1502.T - 2,967$
Ambiente interno	0,99*	9848	$Tg = 0,9547.T + 0,8867$
Céu claro	0,97*	153,03	$Tgmx = 0,6106.Tmx + 3,013$
Parcialmente nublado	0,84*	54,65	$Tgmx = 0,9381.Tmx + 10,73$
Nublado	0,56*	7,76	$Tgmx = 0,4172.Tmx + 10,56$
Sem distinção de nebulosidade	0,78*	109,76	$Tgmx = 1,445.Tmx - 0,2036$
Ambiente interno	0,99*	775,78	$Tgmx = 0,9532.Tmx + 1,534$

^{ns} = não significativo; * significativo ao nível de 5% pelo teste F de Snedecor.

O resultado das regressões envolvendo os extremos de Tgmx e Tmx seguem o mesmo comportamento ao obtido na análise das médias do período diurno, isto é, as correlações diminuíram a medida que aumentou a nebulosidade. No entanto, os coeficientes foram maiores, de maneira que mesmo na situação de céu nublado, a regressão foi estatisticamente significativa ao nível de 5%. Assim, no momento do dia mais propício ao estresse térmico por excesso de calor é possível estimar a temperatura do globo negro a partir da temperatura máxima do ar, inclusive em ambiente interno que novamente teve

os resultados mais expressivos. d'Ambrosio Alfano et al. (2013) também encontraram bons resultados ao apresentarem equação para estimativa de Tg e ITGU em função da velocidade do vento, diâmetro dos globos e temperatura do ar.

Tabela 2. Indicadores de avaliação dos registros médios diurnos de temperatura do globo negro usando materiais alternativos com mini garrafa PET (Tg-GP), bola de plástico (Tg-BP) e pote de vidro (Tg-PV). Fonte: os autores.

Céu claro	Tg x Tg-GP	Tg x Tg-BP	Tg x Tg-PV
EQM	1,46	2,47	1,47
d	0,96	0,99	0,99
EM	0,38 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,84 ^{ns}
r	0,95	0,95	0,96
Desempenho	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Parcialmente nublado			
EQM	1,31	4,8	1,04
d	0,99	0,80	0,98
EM	0,62 ^{ns}	4,49*	0,38 ^{ns}
r	0,97	0,97	0,97
Desempenho	Ótimo	Muito bom	Ótimo
Nublado			
EQM	1,46	2,47	1,47
d	0,96	1,00	1,00
EM	0,38 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,84 ^{ns}
r	0,95	0,95	0,96
Desempenho	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Sem distinção de nebulosidade			
EQM	1,25	5,1	1,13
d	0,99	0,96	0,99
EM	0,07 ^{ns}	4,46*	0,67 ^{ns}
r	0,98	0,98	0,99
Desempenho	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Ambiente interno			
EQM	0,82	1,05	1,05
d	0,99	0,98	0,98
EM	0,78 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,99 ^{ns}
r	0,99	0,99	0,99
Desempenho	Ótimo	Ótimo	Ótimo

r=coeficiente de correlação; d=índice de concordância; EM= erro médio; EPE= erro padrão de estimativa.

^{ns}=não significativo; * diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% pelo teste t-Student.

A avaliação do desempenho nas medidas de temperatura média diurna do globo negro usando os materiais alternativos para os ambiente interno e externo são apresentados na Tabela 2. No contexto geral, seja no ambiente externo quanto, principalmente, em ambiente interno, os melhores resultados foram com o uso da mini garrafa PET (GP) e do pote de vidro (PV) que em todas as situações tiveram um ‘ótimo’ desempenho. Em média, no ambiente interno e no externo (independente da nebulosidade) a temperatura do globo medida usando GP e o PV apresentaram uma tendência de superestimar em 0,78 °C e 0,99 °C (interno) e de 0,07 °C e 0,67 °C (externo), respectivamente, a temperatura do globo negro padrão. Outra informação extraída do EM usando GP e PV é que em nenhuma condição de nebulosidade e, ou, ambiente, houve diferença significativa entre as médias de Tg padrão com a Tg obtida com os referidos materiais alternativos. Os menores valores do EQM encontrados com o uso desses dois materiais demonstram que as Tg não foram muito dispersas em relação ao Tg padrão.

Outro indicador que atesta os resultados satisfatórios foi o índice de concordância de Willmott. Como foram próximos a 1 (um), isto é, como este índice é dado por uma aproximação matemática que avalia a exatidão, a dispersão e o afastamento dos registros obtidos com materiais alternativos em relação aos registrados com instrumento padrão, pode-se afirmar que, principalmente, o uso da GP e do PV pintadas de preto fosco registraram a temperatura mais próxima a obtida pelo instrumento padrão.

O desempenho nos registros dos valores máximos de Tg usando materiais alternativos foram semelhantes aos obtidos na análise das médias diurnas, isto é, principalmente com a GP e o PV e, em ambiente interno, tiveram os melhores desempenhos, assim como, superestimaram aos valores registrados pelo Tg padrão (Tabela 3). Esses resultados atestam que seja na média do período diurno quanto no momento mais quente do dia e em ambientes interno quanto externo (independente da nebulosidade), é perfeitamente viável usar esses materiais para obter a temperatura do globo negro. Um detalhe que chama a atenção foi a menor dispersão dos registros obtidos com materiais alternativos em relação ao padrão (indicados pelo EQM e EM) quanto maior a nebulosidade.

Algo compreensível quando considera-se uma situação no momento mais quente do dia e as diferentes características que os materiais possuem em termos de condutividade térmica e calor específico que torna-se mais relevante em situações de maior incidência de radiação solar ou de menor nebulosidade. Nikolopoulou et al. (1999) também atestaram a maior dificuldade em obter semelhanças nas estimativas de Tg com diferentes materiais em ambiente externos, devido a “radiação heterogênea”.

Com as Tg médias e máxima do período diurno registradas com instrumento padrão e com os materiais alternativos foi calculado o ITGU baseado nesses registros. A diferença média entre o ITGU para os ambientes externo e interno é apresentada na Tabela 4. Considerando que para fins do presente estudo, as condições ideais sejam de igualdade entre as médias, a melhor situação para o ambiente externo e, principalmente, o interno, é a obtenção de ITGU usando Tg com a GP. No entanto, para o ambiente

interno o ITGU pode ser obtido recorrendo a qualquer um dos materiais alternativos, tendo em vista que, as diferenças foram parecidas entre si, sendo inferiores a 1,42.

Tabela 3. Indicadores de avaliação dos registros máximos de temperatura do globo negro usando materiais alternativos com mini garrafa PET (Tgmx-GP), bola de plástico (Tgmx-BP) e pote de vidro (Tgmx-PV). Fonte: os autores.

Céu claro	Tgmx x Tgmx-GP	Tgmx x Tgmx-BP	Tgmx x Tgmx-PV
EQM	2,86	8,91	1,72
d	0,94	0,70	0,98
EM	1,41 ^{ns}	8,16*	1,38 ^{ns}
r	0,91	0,97	0,99
Classificação	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Parcialmente nublado			
EQM	2,24	9,15	2,29
d	1,00	0,99	1,00
EM	0,53 ^{ns}	7,81*	1,24 ^{ns}
r	0,86	0,80	0,92
Classificação	Ótimo	Muito bom	Ótimo
Nublado			
EQM	1,00	2,41	0,94
d	0,99	1,00	1,00
EM	0,06 ^{ns}	2,15 ^{ns}	0,29 ^{ns}
r	0,98	0,99	0,98
Classificação	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Sem distinção de nebulosidade			
EQM	2,21	7,69	1,76
d	0,99	0,94	0,99
EM	0,71 ^{ns}	6,53*	1,05 ^{ns}
r	0,69	0,96	0,98
Classificação	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Ambiente interno			
EQM	0,83	1,03	1,04
d	1,00	1,00	1,00
EM	0,78 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,98 ^{ns}
r	1,00	1,00	1,00
Classificação	Ótimo	Ótimo	Ótimo

r=coeficiente de correlação; d=índice de concordância; EM= erro médio; EPE= erro padrão de estimativa.

^{ns}=não significativo; * diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% pelo teste t-Student.

Tabela 4. Diferença entre as médias do período diurno dos ITGU e extremos máximos dos ITGU_{mx} obtidos com Tg padrão e Tg usando materiais alternativos com mini garrafa PET (GP), bola de plástico (BP) e pote de vidro (PV). Fonte: os autores.

	ITGU x ITGU-GP	ITGU x ITGU-BP	ITGU x ITGU-PV
Céu claro	8,94 ^{ns}	16,5*	9,32 ^{ns}
Parcialmente nublado	4,98 ^{ns}	11,72*	6,33*
Nublado	2,09 ^{ns}	4,14 ^{ns}	2,7 ^{ns}
Sem distinção de nebulosidade	4,48*	8,84*	5,14*
Ambiente interno	1,12 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,42 ^{ns}
	ITGU_{mx} x ITGU_{mx}- GP	ITGU_{mx} x ITGU_{mx}- BP	ITGU_{mx} x ITGU_{mx}- PV
Céu claro	6,54*	15,71*	7,97*
Parcialmente nublado	4,86*	14,37*	8,62*
Nublado	2,45 ^{ns}	5,43 ^{ns}	4,34 ^{ns}
Sem distinção de nebulosidade	3,81 ^{ns}	9,53*	5,15*
Ambiente interno	0,97 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,59 ^{ns}

^{ns}=não significativo; * significativo ao nível de 5% pelo teste t-Student

Para o ITGU calculado para o momento mais quente do dia, o uso da GP novamente apresentou os melhores resultados. No entanto, em média há diferença estatisticamente significativa do ITGU máximo usando qualquer um dos materiais alternativos nas condições externas para dias de céu claro ou parcialmente nublado. Em contrapartida, no ambiente interno, sem a influência direta da radiação solar, novamente os resultados foram satisfatórios com diferenças em média, inferior a 1 (um), como do ITGU usando dados de Tg obtidos com GP (0,97) e o PV (0,59).

Nota-se que é perfeitamente viável estimar a Tg em ambientes externos e interno usando dados de temperatura do ar, que é um dado meteorológico de fácil aquisição ou medir a Tg usando uma mini garrafa PET ou pote de vidro pintados de preto fosco, seja para obter a média do período diurno quanto no momento mais quente do dia em que as condições normalmente são mais propícias para o desconforto térmico em humanos e animais. De posse destes materiais alternativos, os registros podem ser facilitados com o uso de termômetros com sensor externo que possuam datalogger, ou seja, permitindo que os registros de Tg sejam armazenados automaticamente numa periodicidade de tempo a critério do usuário que varia de 1 a 60 minutos. Ressalta-se que qualquer que seja o sensor de temperatura que venha a ser utilizado deve-se, previamente as medições com o material alternativo, fazer uma correção (calibração).

Atualmente, o preço de um termômetro com sensor externo e datalogger está em torno de US \$20,00 (desconsiderando impostos e frete), ou seja, praticamente é o custo que haverá para obter Tg de maneira automática. Além disso, a GP e o PV são fabricados com materiais que resistem tranquilamente as intempéries do tempo, ainda mais se estiverem sendo usados internamente que é o ambiente mais indicado para a obtenção de Tg e, conseqüente, de índices de conforto térmico, pois leva em consideração todos os tipos de radiação que são emitidos por um ambiente fechado (Verno; Warner, 1932 *apud* Vega et al., 2020). Além disso, apesar de haver uma sugestão nas dimensões do globo (150 mm, que é a mesma ao do TGD-200 usado como padrão nesse estudo), o sensor de temperatura e o material do globo não são definidos (Vega et al., 2020).

Como no período noturno as condições são menos propícias para uma condição de estresse térmico por excesso de calor, acredita-se que a obtenção de Tg com materiais alternativos ou a sua estimativa com uso da temperatura do ar também seja possível, pois se enquadraria numa condição como as obtidas para o período diurno em ambiente interno, isto é, sem o efeito direto da radiação solar. Porém, logicamente o ideal é que haja estudos para atestar esta hipótese.

CONCLUSÕES

- Pode-se estimar a temperatura do globo negro média para o período diurno e o seu valor máximo diário usando dados de temperatura do ar em ambiente externo e, principalmente, interno.

- É viável usar mini garrafa PET e/ou pote de vidro pintados de preto fosco, para medir com um 'ótimo' desempenho a temperatura do globo negro.

- O ITGU médio para o período diurno ou no momento mais quente do dia, pode ser calculado usando Tg com mini garrafa PET em ambiente externo e, preferencialmente, em ambiente interno.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa para o primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares CA et al. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.

Baêta FC, Souza CF (2010). *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV. 269p.

Barbosa OR et al. (2004). Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26(1): 115-122.

- Camargo AP, Sentelhas PC (1997). Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 5(1): 89-97.
- Camerini NL et al. (2011). Avaliação de instrumentos agrometeorológicos alternativos para o monitoramento da ambiência em galpões avícolas. *Engenharia na Agricultura*, 19(2): 125-131.
- Campos JA (2009). Bem-estar de suínos confinados associado a comportamento, sistema imunológico e desempenho. Departamento de Engenharia Agrícola Universidade Federal de Viçosa (Tese), Viçosa. 79p.
- Coelho RB et al. (2013). Estudo de materiais alternativos empregados na confecção do termômetro de globo negro utilizado para cálculo de ITGU e CTR. *Revista Engenharia na Agricultura*, 21(6): 597-604.
- d'Ambrosio Alfano FR et al. (2013). Notes on the implementation of the IREQ model for the assessment of extreme cold environments. *Ergonomics*, 56(4): 707–724.
- Nikolopoulou M et al. (1999). Improvements to the globe thermometer for outdoor use. *Architeturar Science Review*, 42(1): 27–34.
- Vega FAO et al. (2020). Assessment of black globe thermometers employing various sensors and alternative materials. *Agricultural and Forest Meteorology*, 284: 107891.
- Willmott CJ (1981). On the validation of models. *Physical Geography*, 2: 184-194.

Índice Remissivo

C

canafístula, 92, 93, 94, 95, 96, 97
Cokrigagem, 80
conforto térmico, 59, 60, 61, 62, 71
Coriza, 17

D

Desertificação, 43, 44, 45, 46, 47, 48

E

Efeitos mistos, 10

G

Geoestatística, 91
Geoprocessamento, 53
Gilbués, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 55

I

índice de qualidade de Diskson, 94
índice de temperatura de globo e umidade, 62

K

Krigagem, 79

M

metabasalto, 98, 100, 101, 102, 103
milho, 98, 99, 100, 101, 102, 103

N

nitrogênio, 92, 95, 96

R

rochagem, 98

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 158 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 126 resumos simples/expandidos, 63 organizações de e-books, 39 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 67 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 44 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

