

AUMENTO DO ESTRESSE TÉRMICO NAS ATIVIDADES DE PULVERIZAÇÃO EM CASAS DE VEGETAÇÃO

PRISCILA SOUZA PEREIRA¹, HAROLDO CARLOS FERNANDES², PAULO ROBERTO CECON³, CLEONICE CAMPOS TEIXEIRA⁴, JÉSSICA PONTES RANGEL⁵

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - MG; Prof. Efetiva, IF Sudeste MG - Campus São João del-Rei, (32) 99136-5999, priscila.pereira@ifsudestemg.edu.br

² Prof. Titular, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - MG,

³ Prof. Titular, Depto. de Estatística, Universidade Federal de Viçosa - MG,

^{4,5} Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - MG.

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Temperaturas elevadas associadas a altas umidades relativas do ar constituem-se em condições propícias ao desenvolvimento de pragas e doenças nas culturas. Por outro lado, são igualmente fatores de risco importantes sob a ótica da saúde ocupacional para os trabalhadores do campo, podendo gerar o estresse térmico. Nesse sentido, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o aumento do estresse térmico em trabalhadores que desenvolviam atividades de pulverização em casas de vegetação. Para tal, foram selecionados três dias ao acaso para esta avaliação dentro e fora de uma casa de vegetação durante o período do verão de 2019. A partir da utilização do Medidor de Estresse Térmico, foi avaliado o IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo) dentro da casa de vegetação (IBUTG_{interno}) e fora da casa de vegetação (IBUTG_{externo}). Constatou-se uma variação média de 8,6°C entre o IBUTG_{interno} e o IBUTG_{externo}, sendo a maior variação encontrada de 13,1°C e a menor de 1,2°C. Portanto, pode-se concluir que trabalhos de pulverização realizados dentro da casa de vegetação, sob a incidência solar, oferecem maior estresse térmico aos trabalhadores quando comparados a trabalhos semelhantes realizados à céu aberto.

PALAVRAS-CHAVE: calor, estufa, aplicação de defensivos.

INCREASE OF THERMAL STRESS IN SPRAYING ACTIVITIES INSIDE VEGETATION HOUSES

ABSTRACT: High temperatures associated with high relative humidity of the air constitute conditions conducive to the development of pests and diseases in crops. On the other hand, they are also important risk factors from the point of view of occupational health for field workers, which can generate thermal stress. In this sense, the objective of this research was to evaluate the increase of thermal stress in workers who developed spraying activities in greenhouse. In order to do so, three random days were selected for the evaluation of Thermal Stress inside and outside a greenhouse during the summer period of 2019. From the use of the Thermal Stress Meter, the IBUTG (Humid Bulb Index Globe Thermometer) was evaluated inside the greenhouse (IBUTG_{internal}) and outside the greenhouse (IBUTG_{external}). A mean variation of 8.6°C between IBUTG_{internal} and IBUTG_{external} was observed, with the highest variation being 13.1°C and the lowest of 1.2°C. Therefore, it can be concluded that spraying

works carried out inside the greenhouse, under the solar incidence, offer greater thermal stress to the workers when compared to similar works performed in the open sky.

KEYWORDS: heat, greenhouse, pesticides application.

INTRODUÇÃO

De acordo com as Nações Unidas no Brasil (ONUBR, 2018), a demanda global por alimentos aumentou de forma constante por duas décadas, o que está associado ao crescimento mundial da população, a safras recordes, melhorias na renda e à diversificação das dietas. Adicionalmente, de acordo com o Ministério da Cultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a renda dos brasileiros aumentou nos últimos cinco anos em 8,6%, e, como consequência, houve o crescimento da demanda por comida, uma vez que a população está consumindo mais alimentos com maior valor agregado, tais como carnes e derivados do leite, além de bebidas, como cervejas e vinhos (BRASIL, 2017).

Nesse sentido, Kansaye et al. (2013) citaram que o uso de defensivos agrícolas desempenha um papel benéfico no fornecimento de produtos em abundância, de baixo custo e de alta qualidade. Assim, segundo Vital (2017), o fato do Brasil estar entre os líderes na aplicação de defensivos pode ser explicado pelo clima tropical, que por um lado permite o plantio nas quatro estações do ano e a colheita de até três safras anuais, mas por outro propicia o desenvolvimento das pragas. Pois com temperaturas elevadas, chuvas e comida disponível o ano todo, os invasores se multiplicam com facilidade e os defensivos passam a ser utilizados para diminuir o crescimento dessas populações e evitar danos significativos às lavouras.

Entretanto, junto ao aumento da produção de alimentos, além da utilização dos defensivos agrícolas, também cresceu o cultivo em ambiente protegido. Barbosa et al. (2015) citaram que o cultivo protegido também é uma alternativa para a proteção das plantas, sobretudo contra as adversidades climáticas, tais como: geadas, granizos, excesso de chuvas e alta insolação. Toda via, essa forma de cultivo tem ainda grande potencial para controle de doenças e pragas, podendo reduzir os gastos com defensivos agrícolas.

Por outro lado, considerando que a temperatura nesses ambientes protegidos pode ser maior do que a temperatura externa, tem-se o risco de aumento da temperatura corporal dos trabalhadores. De acordo com Saliba (2019), quando o trabalhador fica exposto ao calor, ele pode recebê-lo por condução, convecção, radiação e pelo próprio metabolismo, mas também perde por evaporação. Porém, a perda de calor do organismo por evaporação é limitada fisiologicamente, então, quando o ganho de calor é maior do que a sua capacidade de dissipação, ocorre a sobrecarga térmica ou estresse térmico, capaz de causar: queda da pressão arterial, desidratação, câimbras de calor, choque térmico e redução da capacidade produtiva.

Logo, considerando a existência de diversos fatores que influenciam nas trocas térmicas entre o meio ambiente e o homem, o estudo de calor torna-se complexo e define a gravidade da exposição a esse agente de risco. Para tal, a FUNDACENTRO por meio da norma NHO-06 definiu os procedimentos para avaliação da exposição ocupacional ao calor e o Anexo 3 da NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego os limites de tolerância insalubres para exposição a esse agente (SALIBA, 2018).

Nesse contexto, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o aumento do estresse térmico em trabalhadores que desenvolviam atividades de pulverização de defensivos agrícolas em casas de vegetação, quando comparados a outros trabalhadores que desenvolviam as mesmas atividades à céu aberto.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa, que pertence à Zona da Mata mineira e possui predominância do clima tropical de altitude. Durante 3 (três) dias selecionados ao acaso no período do verão de 2019, avaliou-se o estresse térmico dos trabalhadores que realizavam atividades de pulverização de defensivos agrícolas, com a utilização de bomba costal, dentro e fora de uma casa de vegetação destinada ao cultivo de tomates, não climatizada. Cada par de dados era composto de uma avaliação realizada internamente e uma avaliação realizada externamente na mesma hora. A casa de vegetação era composta de perfil de alumínio e plástico filme 150 microns, conforme demonstrada na Figura 1 a seguir.

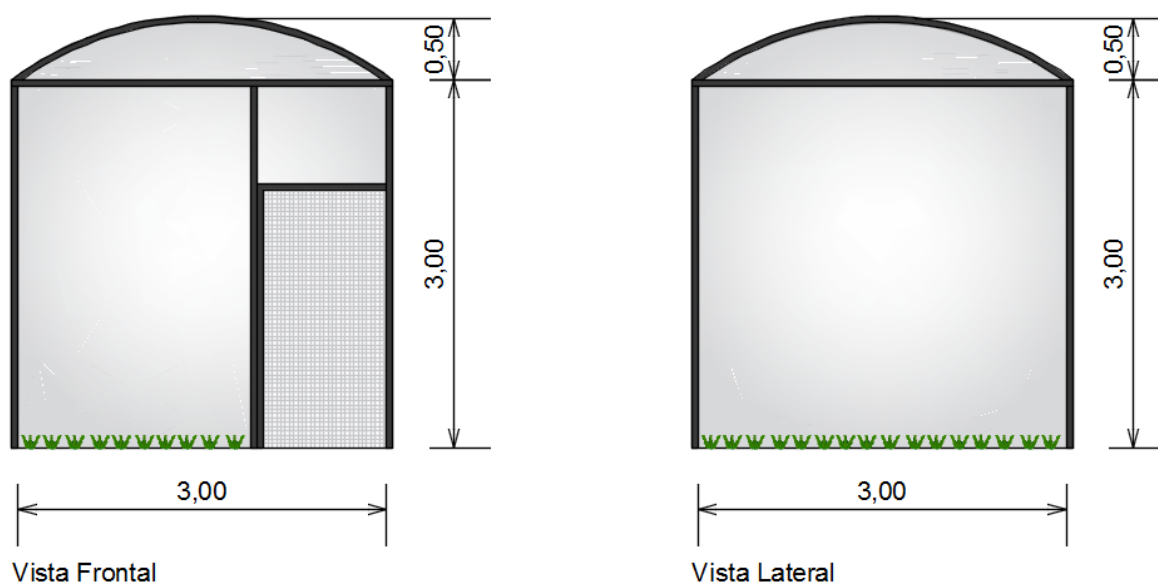


FIGURA 1. Layout da casa de vegetação não climatizada utilizada na pesquisa.

Para avaliação da exposição ocupacional ao calor, conforme procedimentos técnicos da NHO-06 da FUNDACENTRO (2017), foram utilizados Medidores de Estresse Térmico, também denominados de Termômetro de Globo, que fornecem resultados das Temperaturas de Globo, Bulbo Seco e Bulbo Úmido, bem como do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo).

Em suma, o termômetro de globo corresponde à temperatura média de radiação do ambiente (radiação térmica ou energia radiante). Já o termômetro de bulbo seco mede a temperatura do ar ambiente sem a presença de calor radiante. O termômetro de bulbo úmido natural mede a temperatura ambiente com influência da evaporação. Por fim, o IBUTG representa a exposição ocupacional ao calor considerando as três temperaturas avaliadas, sendo calculado, conforme a NHO-06, por meio das equações a seguir (Equações 1 e 2):

- Ambientes internos ou externos sem carga solar direta:
$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} \quad (1)$$

- Ambientes internos ou externos com carga solar direta:
$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ tbs} \quad (2)$$

Em que,

IBUTG: Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo [°C];

tbn: temperatura de bulbo úmido natural [°C];
 tg: temperatura de globo [°C];
 tbs: temperatura de bulbo seco [°C].

Ponderando a nota de rodapé da NHO-06, a qual estabelece que “Considera-se carga solar direta quando não há nenhuma interposição entre a radiação solar e o trabalhador exposto, por exemplo, a presença de barreiras como: nuvens, anteparos, telhas de vidro etc.”, utilizou-se a primeira equação (1) para o cálculo do IBUTG no interior da casa de vegetação ($IBUTG_{\text{interno}}$) e a segunda equação (2) para o cálculo do IBUTG fora da casa de vegetação ($IBUTG_{\text{externo}}$). Pois, analogamente aos anteparos e telhas de vidro citados na norma, a presença do plástico de fechamento da estufa constitui uma barreira entre o trabalhador e a radiação solar.

Finalmente, após a coleta dos dados em diversos horários ao longo de uma jornada de trabalho convencional, por meio da utilização do software Excel, realizou-se a análise estatística dos dados, incluindo a elaboração de gráficos e tabelas para o melhor entendimento dos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando comparados os valores das avaliações obtidos dentro e fora da casa vegetação, verificou-se variações significativas entre os pares de dados internos e externos para todas as três temperaturas (Globo, Bulbo Seco e Bulbo Úmido) e para o IBUTG, conforme a Tabela 1 apresentada a seguir. Tal fato pode ser explicado pela incidência solar através do plástico filme utilizado para o fechamento da estufa associado à área reduzida de ventilação natural, propiciando a incidência de radiação e aquecimento do local sem a devida exaustão do calor.

TABELA 1. Resumo das variações apresentadas pelos pares de dados internos e externos.

	Δ Temperatura de Globo* (°C)	Δ Temperatura de Bulbo Seco* (°C)	Δ Temperatura de Bulbo Úmido* (°C)	Δ IBUTG (°C)*
MÉDIA	7,9	9,4	7,2	8,6
VALOR MÁXIMO	22,8	15,7	10,9	13,1
VALOR MÍNIMO	-0,6	-0,5	1,7	1,2
AMPLITUDE TOTAL	23,4	16,2	9,2	11,9

* Δ : variação entre o valor interno e o valor externo obtido no mesmo horário de coleta

Verificou-se ainda que apenas uma das avaliações apresentou $IBUTG_{\text{externo}}$ maior que o $IBUTG_{\text{interno}}$, sendo influenciada pela presença de nuvens no momento da coleta do dado interno. Esse fato está representado demonstrado nos gráficos da Figura 3 de forma a elucidar claramente o ocorrido em campo. Os gráficos a seguir (Figuras 2, 3 e 4) demonstram os dados obtidos para os três dias de coleta, onde é visível que as temperaturas no interior da casa de vegetação são superiores às obtidas à céu aberto durante os horários de realização das avaliações. Constatou-se ainda, que nos horários de maior temperatura externa, obteve-se maior temperatura interna e maior variação da temperatura.

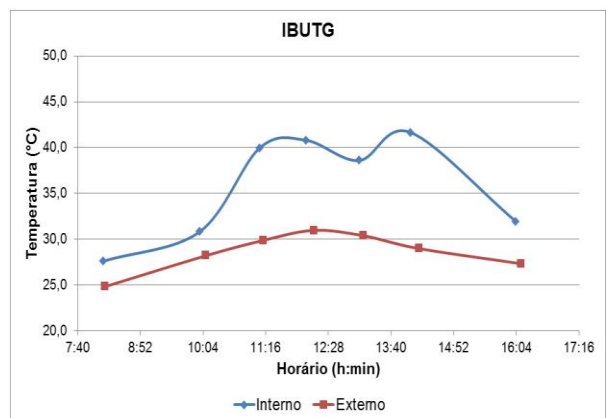
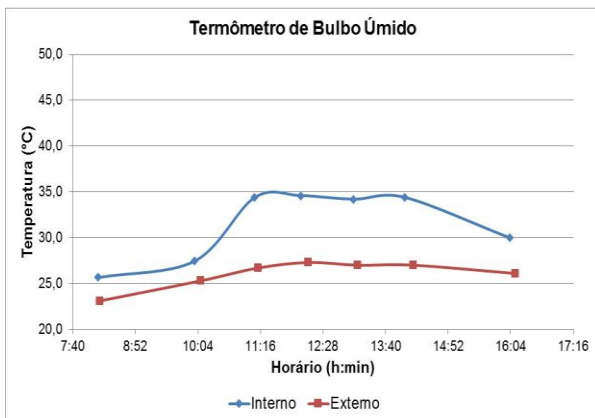
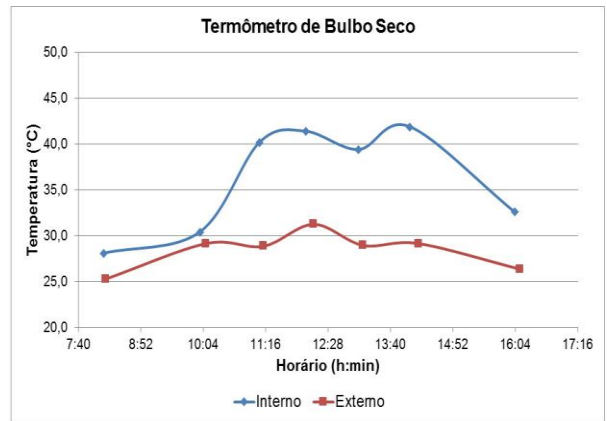
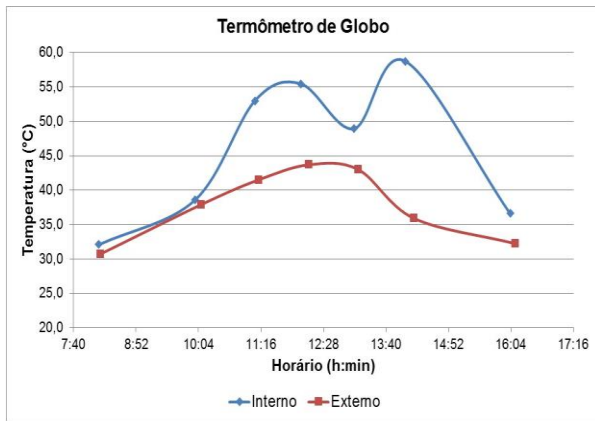


FIGURA 2. Dados obtidos dentro e fora da casa de vegetação no primeiro dia de coleta.

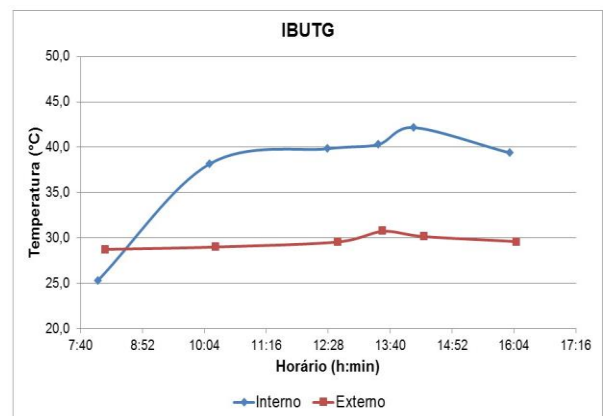
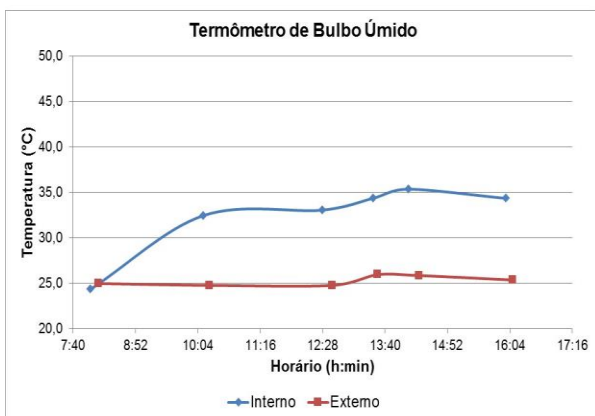
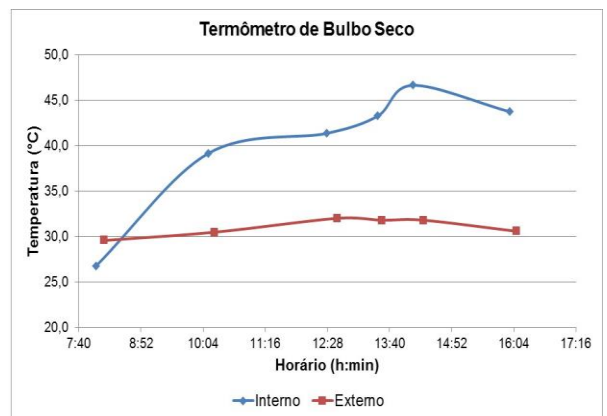
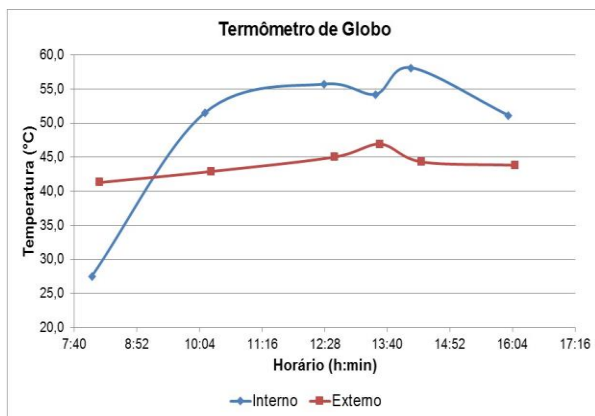


FIGURA 3. Dados obtidos dentro e fora da casa de vegetação no segundo dia de coleta.

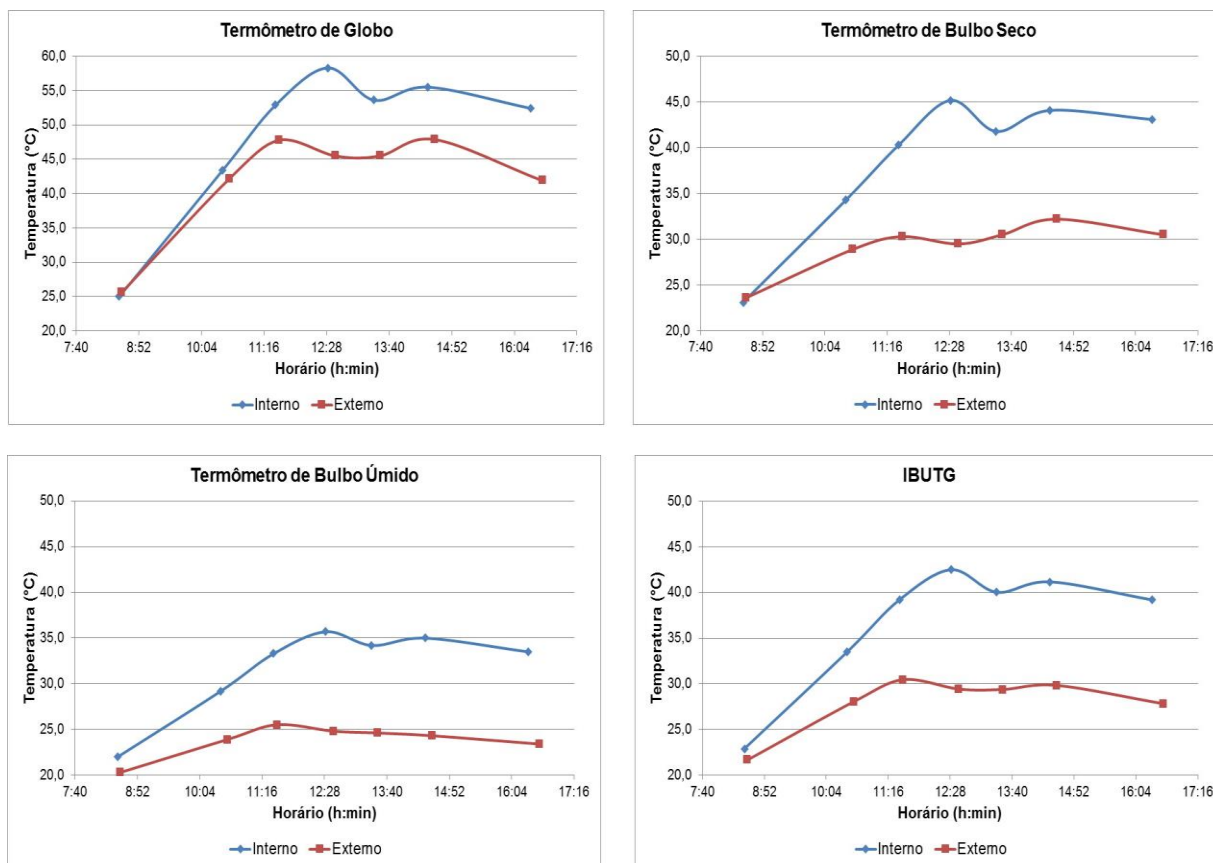


FIGURA 4. Dados obtidos dentro e fora da casa de vegetação no terceiro dia de coleta.

Constatou-se também, que sob as condições climáticas da pesquisa, as maiores temperaturas foram registradas pelo termômetro de globo e as menores pelo termômetro de bulbo úmido, indicando que, a radiação térmica possui uma grande influência no resultado final da exposição ocupacional ao calor e que em contrapartida, mesmo dentro das casas de vegetação, as trocas térmicas são propiciadas por meio da evaporação.

Ainda no que se refere ao estudo de estresse térmico, segundo a NHO-06, as vestimentas utilizadas pelos trabalhadores podem influenciar nas trocas de calor do corpo com o ambiente, devendo, assim, ser consideradas na avaliação da exposição ocupacional ao calor. Nesse sentido, a correção para as vestimentas deve ser realizada sempre que o trabalhador as utilizar ou estiver com Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) diferentes dos uniformes tradicionais, compostos por calça e camisa de manga comprida, que interfiram na livre circulação do ar sobre a superfície do corpo, dificultando as trocas de calor com o ambiente. Nestes casos, o IBUTG médio deve ser corrigido conforme a Tabela 2 apresentada seguir.

Assim, considerando que as atividades de pulverização demandam a utilização de vestimentas diferentes dos uniformes tradicionais, faz-se necessária ainda a correção do IBUTG médio. Nas condições da pesquisa, constatou-se que os trabalhadores utilizavam frequentemente dois tipos de vestimentas, conforme elucidado na Figura 5: conjunto em tecido com capuz também em tecido e polipropileno apenas nos membros inferiores; conjunto ou macacão em polipropileno com capuz também em polipropileno. Portanto, no primeiro caso, deve-se no mínimo acrescer 1°C referente ao capuz da vestimenta, tendo em vista que o macacão de tecido não requer adição de IBUTG. Já para o segundo tipo de vestimenta, deve-se adicionar 0,5°C da roupa indicada na tabela e 1°C do capuz, totalizando uma adição de 1,5°C ao valor final do IBUTG médio.

TABELA 2. Incrementos de ajuste do IBUTG médio para alguns tipos de vestimentas (FUNDACENTRO, 2017).

Tipo de roupa	Adição ao IBUTG médio [°C]
Uniforme de trabalho (calça e camisa de manga comprida)	0
Macacão de tecido	0
Macacão de polipropileno SMS (Spun-Melt-Spun)	0,5
Macacão de poliolefina	2
Vestimenta ou macacão forrado (tecido duplo)	3
Avental longo de manga comprida impermeável ao vapor	4
Macacão impermeável ao vapor	10
Macacão impermeável ao vapor sobreposto à roupa de trabalho	12

*Vestimentas com capuz devem ter seu valor acrescido em 1 °C.



FIGURA 5. Vestimentas frequentemente utilizadas nos trabalhos de pulverização.

Logo, considerando os IBUTGs com incremento da vestimenta mais desfavorável (1,5°C) para o aumento do estresse térmico, passa-se a observar valores ainda maiores de IBUTGs. Deste modo, a Figura 6, a seguir, elucida a influência da correção das vestimentas no aumento da exposição ocupacional ao calor e, portanto, do estresse térmico dos trabalhadores. Todavia, como os trabalhadores utilizam as mesmas vestimentas para as atividades de aplicação, tanto no interior das casas de vegetação, quanto à céu aberto, a variação entre os IBUTGs internos e externos permanece a mesma.

Finalmente, no que se refere aos “valores teto”, ou seja, valores acima dos quais os trabalhadores não podem ser exposto sem o uso de vestimentas e equipamentos de proteção adequados em nenhum momento da jornada de trabalho, a tabela 3 da NHO-06 estabelece tais valores em função da taxa metabólica. Onde a taxa metabólica pode ser consultada no quadro 1 dessa mesma norma. Nesse contexto, nas condições da pesquisa, pôde-se estabelecer uma taxa metabólica de 450W para as atividades de aplicação de defensivos agrícolas com bomba costal, devido às seguintes características: trabalho em pé, em movimento, andando no plano,

com carga de até 30kg.

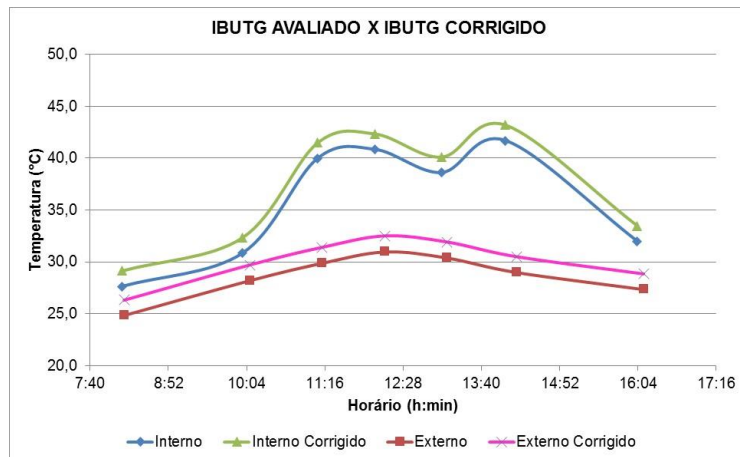


FIGURA 6. IBUTG avaliado e IBUTG corrigido para a vestimenta de adição 1,5°C no primeiro dia de coleta.

Portanto, para esse valor de taxa metabólica, tem-se que o valor teto para o IBUTG é de 34,3°C. Deste modo, considerando os valores de IBUTG corrigidos para os três dias de avaliação, verifica-se que as atividades no interior da casa de vegetação ultrapassam o valor teto estabelecido durante a maior parte da jornada de trabalho no período do verão. Tal constatação indica a necessidade de realização das atividades nesses locais nos horários de temperaturas mais amenas, como no início da manhã ou no final da tarde, caso não sejam adotadas outras medidas de controle que minimizem os impactos do calor à saúde do trabalhador.

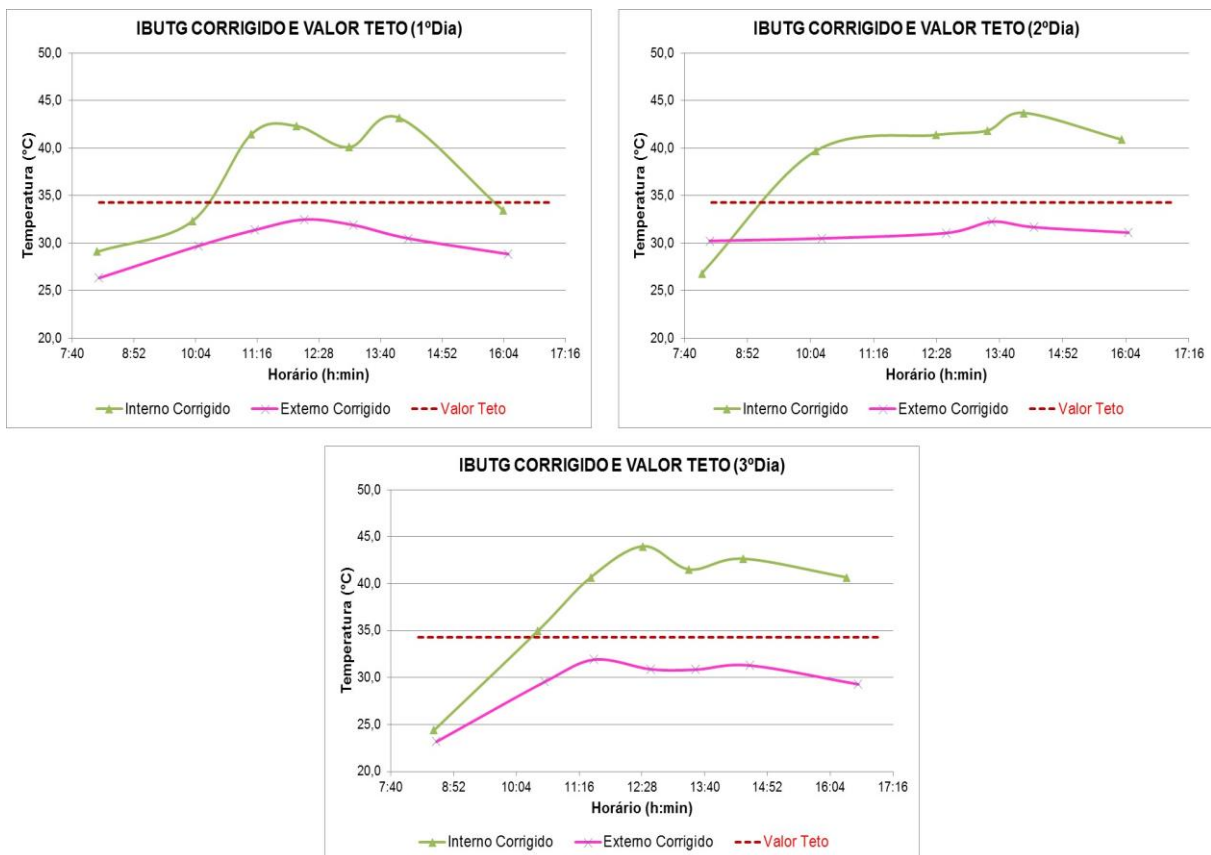


FIGURA 7. IBUTG corrigido para a vestimenta de adição 1,5°C e valor teto de 34,3°C.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nas condições da pesquisa, conclui-se que trabalhos de pulverização realizados dentro da casa de vegetação oferecem maior estresse térmico aos trabalhadores quando comparados a trabalhos semelhantes realizados à céu aberto. Aponta-se também que nos horários de maior incidência solar, a temperatura no interior da casa de vegetação é ainda mais prejudicial à saúde dos trabalhadores. Logo, os horários de temperaturas mais amenas (início da manhã e final da tarde) são os mais indicados para a execução das atividades de pulverização no interior das casas de vegetação.

Conclui-se ainda, que apesar de extremamente necessárias à proteção dos trabalhadores, a própria vestimenta é um importante fator a ser considerado no aumento do estresse térmico, acrescentando o IBUTG e expondo o trabalhador a uma situação ainda mais crítica em relação ao valor teto estabelecido.

Além disso, ressalta-se que são necessárias medidas de controle que visem não somente o controle do calor para a minimização dos impactos às culturas, mas também medidas que ofereçam adequada proteção para a saúde e bem-estar dos trabalhadores nesses locais, incluindo, por exemplo: climatização dos locais, aclimatização do trabalhador, hidratação e exames médicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Universidade Federal de Viçosa e do IF Sudeste MG pelo incentivo à pesquisa dos alunos e servidores executantes do trabalho, bem como à CAPES pela concessão das bolsas de fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; FINGER, F. L.; SANTOS, J. M. **Produção comercial de rosas**. 2ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2015, p.83.

BRASIL. **Crescimento da renda aumenta demanda por alimentos**. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/10/crescimento-da-renda-aumenta-demanda-por-alimentos>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional: NHO 06: procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional ao calor**. 2ed. São Paulo: Fundacentro, 2017.

KANSAYE, L.; ZHANG, J.; WU, H.; GAO, B.; ZHANG, X. Dissipation of Propamidine Fungicide Residues in Greenhouse Tomato. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 5, 2013, p. 235-243.

ONUBR. **A ONU e a alimentação**. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/alimentacao/>>. Acesso em: 08 mai. 2019.

PROTSpray. **Conjunto agrotóxicos costal**. Disponível em: <<http://www.protspray.com.br/conjunto-agrotoxicos-costal/>>. Acesso em: 08 jul. 2019.

SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA**. 10ed. São Paulo: Ltr, 2019, 404p.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle de calor**. 8ed. São Paulo: Ltr, 2018, 88p.

SUPEREPI. Macacão De Segurança Volk COVERTECH 300 CA 39182. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/macacao-de-seguranca-volk-covertech-300-ca-39182-p1215/>>. Acesso em: 08 jul. 2019.

VITAL, N. **Agradeça aos agrotóxicos por estar vivo**. 1ed. Rio de Janeiro: Record, 2017, p.61.