



Lucas Deleon Ramirio

**Exposição ocupacional e a atividade metabólica de trabalhadores durante a aplicação de produtos fitossanitários na cultura do cafeeiro**

Alfenas – MG

2019

Lucas Deleon Ramirio

**Exposição ocupacional e a atividade metabólica de trabalhadores durante a aplicação de produtos fitossanitários na cultura do cafeeiro**

Dissertação apresentada à Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Sistema de Produção na Agropecuária, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Paulo Henrique de Siqueira Sabino

Alfenas – MG

2019

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO**  
**BIBLIOTECA CENTRAL- UNIFENAS**

Ramiro, Lucas Deleon

Exposição ocupacional e a atividade metabólica de trabalhadores durante a aplicação de produtos fitossanitários na cultura do cafeeiro. Lucas Deleon Ramiro.— Alfenas, 2019.  
39 f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique de Siqueira Sabino  
Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção na Agropecuária -Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2019.

1. Calor ocupacional 2. IBUTG 3. Aclimatização 4. Insalubridade  
I. Universidade José do Rosário Vellano II. Título

CDU : 331.4 : 633.73(043)

**Zélia Fernandes Ferreira Miranda**

**Bibliotecária CRB6 1486**



## Certificado de Aprovação

**TÍTULO:** "EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL E A ATIVIDADE METABÓLICA DE TRABALHADORES DURANTE A APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NA CULTURA DO CAFEIEIRO"

**AUTOR:** Lucas Deleon Ramirio

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Paulo Henrique de Siqueira Sabino

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de **Mestre Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária** pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Paulo Henrique de Siqueira Sabino  
Orientador

Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva

Prof. Dr. Wilson Roberto Pereira

Alfenas, 27 de fevereiro de 2019.

Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva  
Coordenador do programa em Sistemas de Produção na Agropecuária  
UNIFENAS

## DEDICATÓRIA

A Deus, por guiar o meu caminho, à minha esposa Eliana, meus pais Victor e Sueli, por sempre estarem presentes em todos os momentos da minha vida. Ao meu orientador Dr. Paulo Henrique de Siqueira Sabino e ao meu amigo Msc. Geraldo Gomes de Oliveira de Júnior, por me fazerem acreditar que era possível a realização e conclusão deste mestrado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar o caminho e me fortalecer todos os dias.

Ao IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, por me conceder a oportunidade de poder estudar e trabalhar ao mesmo tempo.

Ao meu orientador Dr. Paulo Henrique de Siqueira Sabino, pelo incentivo e dedicação, e pelo compartilhamento de suas experiências.

Ao meu amigo Msc. Geraldo Gomes de Oliveira Júnior, por toda dedicação, contribuição com conhecimento técnico, paciência e ensinamentos.

A todos os professores do curso de pós-graduação, pelo apoio e ensinamentos.

Aos colegas do curso de pós-graduação, amigos e familiares que de alguma forma contribuíram com essa conquista.

À minha esposa Eliana Ribeiro Alves de Sousa Ramirio, pelo carinho, amor, incentivo, dedicação e paciência em todos os momentos de dificuldades.

Aos meus pais Victor Ramirio e Sueli de Fátima de Souza Ramirio, pelo apoio em todos os momentos de dificuldades, ensinamentos de vida, conselhos e por nunca deixarem de acreditar em mim.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o cumprimento de todas as etapas.

## RESUMO

Durante a aplicação de produtos fitossanitários no cafeeiro, os trabalhadores podem estar expostos a temperaturas capazes de comprometer sua saúde. Exposição ao calor ocupacional pode levar à desidratação progressiva, câimbras, exaustão e possibilidade de choque térmico. Desta forma, conhecer os níveis de calor ocupacional aos quais os trabalhadores estão expostos torna-se importante. O presente estudo teve como objetivo avaliar a exposição ocupacional de trabalhadores ao calor, durante a aplicação de produtos fitossanitários com bomba costal manual, na cultura do cafeeiro. O estudo de caso foi desenvolvido na fazenda-escola do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, nos meses de setembro e outubro de 2017. Avaliou-se o calor ocupacional em lavoura cafeeira, através do método do IBUTG<sub>MÉDIO</sub>, utilizando medidor de estresse térmico TGD 400. Os valores do IBUTG encontrados foram comparados aos limites de exposição da NR 15 para fins de classificação de insalubridade e com a NHO 06 para trabalhadores aclimatizados e não aclimatizados. Os resultados demonstraram que o IBUTG encontrado está abaixo do limite de tolerância da NR15, para o mês de setembro. No mês de outubro, o limite de tolerância foi ultrapassado no período das 11h às 14h59, considerando uma atividade pesada contínua e descanso no próprio local de trabalho, sendo a atividade considerada insalubre. Ao considerar os critérios da NHO 06, observou-se que os limites de exposição ocupacional foram ultrapassados no mês de outubro, para trabalhadores aclimatizados e não aclimatizados. Em setembro, o limite de exposição ocupacional da NHO 06 foi superado somente para trabalhadores não aclimatizados. Portanto, os trabalhadores devem ser submetidos à aclimatização durante a atividade de aplicação de fitossanitários no mês de outubro.

Palavras-chaves: Calor Ocupacional. IBUTG. Aclimatização. Insalubridade.

## ABSTRACT

During the application of phytosanitary products in coffee trees, workers may be exposed to temperatures that could compromise their health. Exposure to occupational heat can lead to progressive dehydration, cramps, exhaustion and the possibility of thermal shock. In this way, knowing the levels of occupational heat that workers are exposed becomes important. The present study aimed to evaluate the occupational exposure to heat of workers during the application of phytosanitary products with manual costal pump in the coffee crop. The case study was developed at the IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes school farm in the months of September and October 2017. Occupational heat in coffee plants was evaluated using the IBUTGMÉDIO method, using TGD 400 thermal stress meter. The IBUTG values found were compared to the exposure limits of NR 15 for the purpose of classification of unhealthy and NHO 06 for acclimatized and non acclimatized workers. The results showed that the IBUTG found is below the tolerance limit of NR15, for the month of September. In October, the tolerance limit was exceeded in the period from 11:00 am to 2:59 pm, considering a continuous heavy activity and rest in the workplace, being considered unhealthy activity. When considering the criteria of the NHO 06 it was observed that the limits of occupational exposure were exceeded in the month of October, for acclimatized and non acclimatized workers. In September the occupational exposure limit of NHO 06 was exceeded only for non acclimated workers. Therefore, the workers should be submitted to acclimatization during the phytosanitary application activity in the month of October.

Keywords: Occupational Heat. WBGT. Acclimatization. Unhealthy.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

Figura 1 – Valores de  $IBUTG_{MÉDIO}$ , com os respectivos valores de limite de exposição ocupacional para trabalhadores aclimatizados e não aclimatizados.....35

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Categorias de taxas metabólicas e taxas metabólicas representativas, com exemplos de atividades.....	20
Tabela 2 – Taxa metabólica por tipo de atividade.....	21
Tabela 3 – Taxas de metabolismo por tipo de atividade .....	21

### CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Valores médios de IBUTG ( $\pm$ erro padrão) em lavoura cafeeira nos meses de setembro e outubro .....	33
Tabela 2 – Jornada de trabalho para aplicação de produtos fitossanitários no cafeeiro de acordo com a NR 15 em condições de salubridade e insalubridade após a obtenção do IBUTG médio. ....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*;

ha – Hectare;

IBUTG – Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo;

IBUTG<sub>MÉDIO</sub> – Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo Médio;

ISO – International Organization for Standardization

Kcal/h – Quilocaloria por hora;

NHO – Norma de Higiene Ocupacional;

NR – Norma Regulamentadora;

T<sub>bn</sub> – Temperatura de bulbo úmido natural;

T<sub>bs</sub> – Temperatura de seco (temperatura do ar);

T<sub>g</sub> – Temperatura de globo;

TLVs - *Threshold Limit Values*;

W – Watts;

WBGT – Wet Bulb Globe Temperature.

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. História e importância econômica do cafeeiro no Brasil .....	13
2.2. Tratos Culturais nas Lavouras .....	13
2.2.2. Aplicação de agrotóxicos no cafeeiro. ....	14
2.3. Saúde Ocupacional .....	14
2.4. Riscos Ocupacionais .....	15
2.5. Calor ocupacional .....	15
2.5.1. Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG .....	17
2.5.2. Nível de ação e limite de exposição ocupacional.....	18
2.5.4. Sobrecarga térmica.....	19
2.5.5. Taxa metabólica .....	20
2.5.6. Aclimatização.....	22
3 REFERÊNCIAS .....	23

### CAPÍTULO 2

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR DE TRABALHADORES DURANTE A APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NA CULTURA DO CAFEEIRO .....	28
1 INTRODUÇÃO.....	29
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4 CONCLUSÃO.....	37

5 AGRADECIMENTOS .....	37
6 REFERÊNCIAS .....	37

## CAPÍTULO 01

### 1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é considerado uma das principais culturas agrícolas do Brasil. O país destaca-se por ser o maior produtor e exportador mundial de café e segundo maior consumidor do produto, apresentando importância econômica significativa na economia brasileira (CONAB, 2017).

Os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná são os maiores produtores de café, sendo que Minas Gerais possui a maior área com a espécie arábica (*Coffea arabica*), ocupando 67,8% do total da cafeicultura nacional (SOUZA et al., 2012; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2015; CONAB, 2017).

Para a condução das lavouras cafeeiras são necessários vários tratamentos culturais, dentre esses podemos destacar o controle de pragas, doenças e plantas daninhas (MESQUITA et al., 2016; PAIVA, 2013). Durante as atividades de aplicações de agrotóxicos, os trabalhadores podem estar expostos a condições de esforço físico e temperaturas ambientes elevadas, sendo que a combinação destes dois fatores pode levar ao estresse térmico (VEIGA; ALMEIDA, DUARTE, 2016).

Durante as aplicações dos agrotóxicos, os trabalhadores se expõem a risco ocupacional em função do calor, o que pode trazer agravos à saúde, indo desde a desidratação progressiva, câimbras, exaustão e possibilidade de choque térmico (VEIGA; ALMEIDA; DUARTE, 2016; SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA - SESI, 2007).

Diante desta preocupação, o conforto térmico se torna importante, sendo diferente para cada indivíduo, dependendo também de uma combinação de fatores intrínsecos e extrínsecos, ou seja, um ambiente favorável a uma pessoa pode ser desfavorável a outra (VEIGA; ALMEIDA; DUARTE, 2016). Sendo assim, os cuidados com os trabalhadores na jornada de trabalho previnem que o ambiente se torne insalubre.

O ambiente de trabalho insalubre interfere direta ou indiretamente na qualidade de vida e nos resultados do processo produtivo, podendo inclusive contribuir para aumento de erros, fadiga, riscos de acidentes que geram afastamentos por problemas de saúde (FIEDLER, et al., 2010; YANAGI JUNIOR et al., 2012), sendo desfavorável tanto para o empregado como para o empregador.

No Brasil, a exposição ao calor ocupacional acima dos limites de tolerância estabelecidos é classificada como insalubre, de acordo com a Norma Regulamentadora (NR) 15 do Ministério do Trabalho e Emprego, que obriga que os ambientes de trabalho tenham condições adequadas de temperatura, para que não ocorram sobrecargas térmicas que suscitarão a necessidade do pagamento de adicional de insalubridade (BRASIL, 2017; SILVA; TEXEIRA, 2014). Desta maneira, conhecer as condições adequadas para que os trabalhadores possam realizar suas atividades torna-se fundamental, evitando problemas de saúde e que o empregador tenha a necessidade de efetuar o pagamento de insalubridade.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a exposição ocupacional de trabalhadores ao calor, durante atividade de aplicação de agrotóxicos com bomba costal manual, na cultura do cafeeiro.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. História e importância econômica do cafeeiro no Brasil**

A chegada do café no Brasil é envolta de relatos extravagantes, tendo em comum a figura de Francisco de Mello Palheta, como autor da introdução das primeiras sementes no Pará, no ano de 1727 (MARTINS, 2012). O cultivo passou pelos estados do Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, Paraná e Minas Gerais (ABIC, 2017). O certo é que o cultivo de café se espalhou rapidamente devido às boas condições climáticas, sendo que, no início, o cultivo visava o consumo interno (PONCIANO; SOUZA; NEY, 2009; ABIC, 2017)

A cultura cafeeira exerceu, ao longo de sua história, forte ascendência sobre aspectos sociais, econômicos e ambientais no Brasil, adaptando-se à formação de novas classes sociais, às regras de mercado e às limitações dos recursos naturais (BREGANOLI; MONTEIRO, 2013).

O café é a segunda bebida mais consumida no mundo, ficando atrás somente da água. Estima-se que o consumo cresça não somente no país, mas no mundo todo (EMBRAPA, 2015). A cafeicultura brasileira está em destaque no mundo, principalmente o café especial produzido no estado de Minas Gerais. O mercado nacional e principalmente o internacional está cada vez mais exigente no consumo de produtos agrícolas com qualidade e produção sustentável (AMARAL et al., 2017).

Segundo o IBGE (2018), o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro cresceu 1,3% no 3º trimestre de 2018, em relação ao mesmo período de 2017. A agropecuária foi uma das atividades que mais contribuíram para o crescimento econômico. Segundo a Fundação João Pinheiro (2018), o PIB do estado de Minas Gerais teve um crescimento de 1,6%, no segundo trimestre de 2018, o aumento se deu pela ampliação da produção do café arábica, cuja estimativa de crescimento foi de 22,8% sendo, portanto, um dos destaques para este crescimento da economia.

### **2.2. Tratos Culturais nas Lavouras**

Os principais tratos culturais nas lavouras cafeeiras, que podem ser feitos durante o ano agrícola são: adubações, podas nas lavouras, controle de pragas, doenças, plantas daninhas, arruação ou limpeza e colheita manual (MESQUITA et al., 2016; PAIVA, 2013). Dentre esses, podemos destacar o controle de pragas, doenças e plantas daninha que, em

grande parte das propriedades, vem sendo realizado de maneira manual, demandando um elevado desgaste físico dos trabalhadores.

### **2.2.2. Aplicação de agrotóxicos no cafeeiro.**

A pulverização na cafeicultura pode ser realizada para duas finalidades: pulverização nutricional, com macro e micronutrientes e pulverização com agrotóxicos, para controle de pragas, doenças e plantas daninhas, sendo necessário que as gotas de pulverização atinjam, em quantidades ideais, os alvos onde são localizados os organismos ou lesões que devem ser controladas (MIRANDA, 2016).

O pulverizador costal manual mais comum é o modelo com acionamento constante, através de uma alavanca lateral. O mesmo possui um recipiente variável de 10 a 20 litros, onde a calda é bombeada, através de um embolo, saindo, sob pressão, através de uma mangueira com registro, conectada a uma lança metálica, em cuja extremidade são colocados bicos aplicadores específicos ao produto manipulado. Este tipo de pulverizador é muito utilizado por ser mais simples, barato, de fácil operação e manutenção, porém as desvantagens deste equipamento são a necessidade de grande esforço do operador, no carregamento e no acionamento do pulverizador (MATIELLO et al., 2015). O pulverizador costal manual pode pesar aproximadamente 23,0 kg com sua capacidade máxima de calda e o pulverizador costal motorizado pode pesar aproximadamente 26,0kg com sua capacidade máxima, o que pode levar ao desgaste físico do trabalhador.

## **2.3. Saúde Ocupacional**

A saúde do trabalhador é tema central em pesquisas de saúde pública, entretanto, deve considerar a especificidade das atividades exercidas (MOREIRA et al.; 2015). Conforme Brasil (1988), é direito dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social, redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança. Todo o processo de trabalho possui em sua essência fatores geradores de carga de trabalho, próprios do processo e do ambiente em que se desempenha a atividade, atuando direta ou indiretamente na saúde do trabalhador (ROCHA et al., 2015).

A carga de trabalho é definida como uma relação funcional entre as exigências do trabalho e as capacidades biológicas e psicológicas do trabalhador. Quando essa relação se encontra em desequilíbrio, podem ocorrer sobrecarga ou subcarga no trabalho. Verificar tais

tipos de situações pode fazer com que haja uma reorganização da situação de trabalho e no diagnóstico precoce de agravos à saúde, permitindo planejar ações preventivas ou de tratamento (FRUTUOSO; CRUZ, 2005).

Ao contrário dos trabalhadores do meio urbano, os trabalhadores do meio rural apresentam características distintas, tais como: baixa escolaridade e rendimento salarial, difícil acesso aos serviços sociais de saúde e comércio, portanto, é de suma importância conhecer a exposição ocupacional ao calor ambiente de trabalho, evitando taxas metabólicas acima do limite permitido (MOREIRA et al., 2015).

## **2.4. Riscos Ocupacionais**

O grande desafio das empresas é a criação de um sistema de gestão de segurança do trabalho, que vise eliminar ou minimizar os riscos para os trabalhadores, visto que, diversos riscos podem ser originados nos ambientes de trabalho (NUNES, 2014). Conforme Brasil (2017), consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função da sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

Os riscos físicos são as diversas formas de energia, as quais possam os trabalhadores estarem expostos, como ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas (calor ou frio), radiações ionizantes, radiações não ionizantes (BRASIL, 2017) que, acima dos limites permitidos, torna o ambiente de trabalho insalubre. Conforme Yanagi Junior et. al (2012), ambientes insalubres provocam queda no rendimento de trabalho, além de causar danos físicos e nervosos aos trabalhadores, podendo gerar afastamentos por problemas de saúde.

As atividades ou operações são consideradas insalubres, quando expõem os trabalhadores acima dos limites de tolerância de agentes passíveis de gerar danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral. Quando estes agentes não podem ser controlados, os empregadores devem pagar um adicional ao salário do trabalhador. Sendo assim, os trabalhadores que estão expostos aos ambientes com agentes insalubres recebem um percentual mensal, com título de adicional de insalubridade, na proporção de 10%, 20% ou 40%, sobre o salário mínimo, a depender do risco ao qual estão expostos (BRASIL, 2017; MEIRELLES; VEIGA; DUARTE, 2016).

## **2.5. Calor ocupacional**

De acordo com Veiga, Almeida e Duarte (2016), grande número de trabalhadores se expõe ao calor durante o processo de trabalho. O conforto térmico se torna diferente para cada indivíduo, dependendo também de uma combinação de fatores intrínsecos e extrínsecos. Muitas vezes, o que é um ambiente favorável a uma pessoa pode ser desfavorável à outra. Conforme Fiedler et al. (2010), o ambiente de trabalho no qual o trabalhador está inserido interfere direta ou indiretamente na sua qualidade de vida e nos resultados do seu próprio trabalho.

Durante os últimos anos, há uma busca incessante para qualidade no ambiente de trabalho, o que faz com que empresas invistam em programas que levem benefícios administrativos, produtivos e pessoais a todos envolvidos. Tais programas buscam conforto aos trabalhadores, principalmente em relação à temperatura. No Brasil, legislações obrigam que os ambientes de trabalho tenham condições adequadas de temperatura, para que não ocorram sobrecargas térmicas aos trabalhadores (SILVA; TEXEIRA, 2014).

Entre os riscos ocupacionais, aos quais os trabalhadores rurais estão expostos, destacam-se a exposição ao calor ocupacional e a radiação ultravioleta solar, que tem sido relacionada com alterações crônicas da pele. Nenhuma legislação obriga o uso do protetor solar, mas seu uso pode ser indicado em áreas específicas da pele, em que o equipamento de proteção individual não possa conferir a proteção desejada (HAYASHIDE et al., 2010).

Não é possível relacionar de forma precisa as lesões ocupacionais com os ambientes quentes, porém observa-se que em ambientes com temperaturas mais elevadas há um aumento da fadiga, perda de concentração e uma diminuição da resistência. Portanto, em ambientes quentes há necessidade de maior conscientização dos trabalhadores, para que haja diminuição nos riscos de lesões, problemas de saúde e perda de produtividade (VARGHESE et al., 2018).

As extensões dos riscos e impactos do estresse térmico, devido à exposição ocupacional em ambientes com temperaturas elevadas, na saúde e segurança dos trabalhadores, produtividade e bem-estar social são significativamente nocivas. Além de evidências empíricas, não existe revisão sistemática para desenvolvimento de políticas e tomada de decisão no gerenciamento de impactos de estresse de calor na ocupação e estratégias de adaptação dos trabalhadores (NUNFAM et al., 2018).

O estresse térmico gera muitos transtornos ocupacionais que atrapalham o desempenho dos trabalhadores, bem como a qualidade do trabalho, e nos piores casos podem levar à morte. Todavia, estudos relacionados à avaliação de conforto são complexos e demorados, o que faz com que muitas empresas não avaliem os seus locais de trabalho,

gerando, assim, desconforto térmico aos seus trabalhadores (MORGADO; TALAIA; TEIXEIRA, 2017).

Exposições ao calor e o trabalho pesado afetam significativamente a saúde dos trabalhadores e reduzem suas capacidades de trabalho. Em países tropicais, os riscos à saúde e produtividade podem ser ainda mais agravados pelo aumento previsto da temperatura, devido às mudanças climáticas, sem intervenções apropriadas (KRISHNAMURTHY et al., 2017). Há evidências emergentes de que o estresse térmico gerado pelo calor ocupacional, combinado com a desidratação crônica pode levar à doença renal crônica, e em última instância, à insuficiência renal (NERBASS et al., 2017).

O clima desfavorável para o trabalho provoca indisposição e fadiga, aumento de erros e riscos de acidentes, gera indisposições e fadiga, além de expor o organismo a doenças (FIEDLER et al., 2010). O armazenamento de calor e a consequente elevação da temperatura corporal central a níveis críticos, incidem em doenças térmicas, especialmente a exaustão térmica. Nesses casos, em regime de trabalho intermitente, períodos de descanso devem ser previstos e medidas que reduzam o aquecimento do ambiente devem ser estabelecidas (FONTOURA; GONCALVES; SOARES, 2016).

### **2.5.1. Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG**

O índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG) foi desenvolvido por Constatine Yaglou e David Minard, em 1957, durante investigação realizada nos treinamentos dos recrutas da marinha dos Estados Unidos expostos ao sol. Antes da utilização do IBUTG, o ritmo de treinamento era definido usando somente a temperatura do ar, com a adoção do IBUTG para a determinação das pausas e tempo de treinamento, verificando-se uma diminuição do risco devido à exposição ao calor (SALIBA, 2016).

Atualmente, o IBUTG é utilizado na avaliação à exposição ocupacional ao calor pela Norma de Higiene Ocupacional (NHO) 06, que leva em consideração temperatura, velocidade e umidade do ar e calor radiante (GIAMPAOLI et al., 2017; ACGIH, 2018). Já para NR 15, o IBUTG é utilizado para avaliar se o trabalhador exposto ao calor ocupacional desenvolve suas atividades em ambiente insalubre ou não, o que em caso positivo, geraria um adicional de insalubridade (BRASIL, 2017).

Segundo Leal e Carvalho (2011), o IBUTG, tem papel importante no planejamento das atividades que acontecem sobre a presença de carga térmica. Através desse parâmetro é

possível a determinação do trabalho intermitente, com descanso no próprio local de trabalho e em outro local.

A equação adotada pela NHO 06, *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) e NR 15, para determinação do IBUTG varia em função da exposição direta ou não de carga solar no ambiente de trabalho (GIAMPAOLI et al., 2017; ACGIH, 2018; BRASIL, 2017).

a) com exposição direta à radiação solar

$$\text{IBUTG} = 0,7 T_{\text{bn}} + 0,2 T_{\text{g}} + 0,1 T_{\text{bs}}$$

b) sem exposição direta à radiação solar

$$\text{IBUTG} = 0,7 T_{\text{bn}} + 0,3 T_{\text{g}}$$

Sendo:

$T_{\text{bn}}$  = Temperatura de bulbo úmido natural

$T_{\text{bs}}$  = Temperatura de bulbo seco (temperatura do ar)

$T_{\text{g}}$  = Temperatura de globo

### 2.5.2. Nível de ação e limite de exposição ocupacional

O nível de ação pode ser considerado com um parâmetro, no qual o empregador deve começar a adotar medidas preventivas a fim de minimizar a probabilidade de as exposições causarem danos à saúde dos trabalhadores. Em relação à NHO 06, esse valor corresponde ao limite de exposição ocupacional ao calor para trabalhadores não aclimatizados (GIAMPAOLI et al., 2017).

De acordo com a NR 09, considera-se o nível de ação, o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, controle médico e constante orientação aos trabalhadores, dos riscos aos quais eles estão expostos (BRASIL, 2017).

De acordo com a NHO 06, o limite de exposição ocupacional representa as condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, durante toda a sua vida de trabalho, sem causar efeitos a sua saúde (GIAMPAOLI et al., 2017).

Entende-se por "Limite de Tolerância", para os fins da NR 15, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao

agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral (BRASIL, 2017).

O TLVs (*Threshold Limit Values*) ou Limite de Exposição Ocupacional representam as condições às quais a ACGIH, por meio dos seus comitês de especialistas em saúde pública e ciências afins, baseados em estudos, revisão e compilação de dados da literatura científica existente, acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar repetidamente exposta, sem sofrer efeitos adversos à saúde. Porém, a ACGIH alerta que mesmo os trabalhadores estando abaixo do limite de exposição, os mesmos podem sofrer insolação ou doenças provocadas pelo calor (ACGIH, 2018).

Portanto, ainda que o limite de exposição represente uma pequena margem de segurança, quando em exposições próximas ao limite, os trabalhadores devem ser orientados a beber água regularmente e alertados sobre a possibilidade de tonturas, vertigens, náuseas e dores de cabeça (ACGIH, 2018).

#### **2.5.4. Sobrecarga térmica**

A sobrecarga térmica é a carga de calor a qual o trabalhador pode estar exposto, resultada da combinação do calor metabólico e de fatores ambientais, como por exemplo, temperatura do ar, umidade, velocidade do ar e calor radiante, e também devido a utilização de vestimentas necessárias para o trabalho (ACGIH, 2018). A sobrecarga térmica ocorre quando há um desequilíbrio térmico no corpo do trabalhador, ou seja, o corpo recebe mais calor do que é capaz de dissipar, causando aquecimento acima de 38°C (ROSCANI et al., 2017).

A sobrecarga térmica no organismo humano é resultante de duas parcelas de carga térmica: uma carga externa e outra interna. A carga externa é resultante das trocas térmicas com o ambiente e a carga metabólica (interna) é resultante da atividade física que exerce (SESI, 2007). À medida que ocorre a sobrecarga térmica, o organismo dispara certos mecanismos para manter a temperatura interna constante, sendo os principais (SESI, 2007):

- ❖ **VASODILATAÇÃO PERIFÉRICA:** A vasodilatação periférica permite o aumento de circulação de sangue na superfície do corpo, aumentando a troca de calor para o meio ambiente. O fluxo sanguíneo transporta calor do núcleo do corpo para a periferia. Como a rede de vasos aumenta, pode haver queda de pressão.
- ❖ **SUDORESE:** A sudorese permite a perda de calor por meio da evaporação do suor. O número de glândulas ativadas pelo mecanismo termorregulador é proporcional ao

desequilíbrio térmico existente. A quantidade de suor produzido pode, em alguns instantes, atingir o valor de até dois litros por hora. A evaporação de um litro por hora permite uma perda de 590 kcal nesse período.

### 2.5.5. Taxa metabólica

Conforme Giampaoli et al. (2017), taxa metabólica é a quantidade de energia por unidade de tempo produzida no interior do corpo humano que leva em consideração a atividade física exercida. Taxa metabólica é o calor gerado pelo metabolismo resultante, por exemplo, de uma atividade física do trabalhador, portanto, quanto mais intensa for a atividade desenvolvida, maior será o calor produzido pelo metabolismo (SALIBA, 2016).

As tabelas adotadas pela ACGIH (Tabela 1), NHO 06 (Tabela 2) e NR 15 (Tabela 3), para determinação das taxas de metabolismo são:

Tabela 1 – Categorias de taxas metabólicas e taxas metabólicas representativas, com exemplos de atividades.

<b>Categorias</b>	<b>Taxa Metabólica<sup>1</sup> [W]</b>	<b>Exemplos de Atividades</b>
Descanso	115	Sentado
Leve	180	Sentado com trabalho manual leve com as mãos ou mãos e braços, e dirigindo; Em pé, com algum trabalho leve com os braços e movimentação ocasional.
Moderado	300	Trabalho contínuo moderado com mãos e braços, trabalho moderado dos braços e pernas, trabalho moderado de braços e tronco, ou trabalho leve de levantar ou empurrar. Andar passo normal.
Pesado	415	Trabalho intenso de braços e tronco, trabalho, trabalho com pá, carregar, serrar manualmente, levantar ou empurrar cargas pesadas, andar a passo rápido.
Muito Pesado	520	Atividade muita intensa em ritmo que vai do mais rápido ao mais rápido possível.

(1)  $M[\text{kcal/h}] = 0,859845 \times M[\text{W}]$ .

Fonte: Adaptado de ACGIH (2018)

Tabela 2 – Taxa metabólica por tipo de atividade

Atividade		Taxa Metabólica <sup>1</sup> [W]
Sentado	Em repouso	100
	Trabalho leve com as mãos	126
	Trabalho leve com um braço	162
	Trabalho pesado com braços e pernas	603
Em pé, agachado ou ajoelhado	Em repouso	126
	Trabalho leve com as mãos	153
	Trabalho leve com um braço	189
	Trabalho pesado com o corpo	630
Em pé, em movimento	Andando no plano sem carga – 2 km/h	198
	Andando no plano com carga – 30 kg, 4 km/h	450
	Subindo rampa com carga – 20 kg, com 15° de inclinação, 4 km/h	486
	Trabalho pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá, abertura de valas)	524

(1)  $M[\text{kcal/h}] = 0,859845 \times M[\text{W}]$ .

Fonte: Adaptado da NHO 06 (2017).

Tabela 3 – Taxas de metabolismo por tipo de atividade

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h	Máximo de IBUTG
Sentado em repouso	100	30,5
<b>TRABALHO LEVE</b>		
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125	30,5
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150	30,5
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150	30,5
<b>TRABALHO MODERADO</b>		
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180	30,0
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175	30,5
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220	28,5
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300	27,5
<b>TRABALHO PESADO</b>		
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440	25,5
Trabalho fatigante	550	25,0

Fonte: Brasil (2017).

### 2.5.6. Aclimatização

O conforto térmico é uma condição mental de um indivíduo que expressa à satisfação com o ambiente térmico. Devido às diferenças mentais e fisiológicas de cada indivíduo, torna-se quase impossível determinar um ambiente que satisfaça todos ao mesmo tempo, porém é possível que se modele um ambiente que possa ser aceitável, por uma maior parte de indivíduos (ISO 7730, 2005).

A aclimatização ao calor constitui na adaptação fisiológica gradual do organismo a um ambiente quente, fazendo com que a capacidade do indivíduo em suportar uma sobrecarga térmica aumente (SALIBA, 2016; ACGIH, 2018). Conforme Giampaoli et al. (2017), a aclimatização é uma adaptação fisiológica decorrente de exposições sucessivas e graduais ao calor, visando a redução da sobrecarga térmica causada pelo estresse térmico.

A aclimatização pode ser efetuada artificialmente, através de exposições controladas a câmaras climatizadas ou naturalmente, aumentando-se gradualmente a exposição do indivíduo ao calor, até que suas reações sejam similares as dos trabalhadores aclimatizados. O aumento de duração do trabalho de situação de não aclimatização para aclimatização deve ser feito gradualmente, num período superior a 7 dias (LAMBERTS, 2016).

A aclimatização requer a realização de atividades físicas e exposições sucessivas em condições de sobrecarga térmica similares àquelas previstas para o trabalho. Devendo ser estruturado um plano de trabalho, implementado por um médico, para que, de forma progressiva, o trabalhador possa atingir a sobrecarga térmica para sua rotina normal de trabalho (ACGIH, 2018; GIAMPAOLI et al., 2017; SALIBA, 2016).

O trabalhador sofre uma perda considerável de aclimatização, quando deixa de executar suas atividades por um período superior a quatro dias, podendo a aclimatização ser totalmente perdida, após três ou quatro semanas (ACGIH, 2018). Portanto, a aclimatização deve ser específica para cada nível de sobrecarga térmica que o trabalhador será submetido, durante sua jornada de trabalho (GIAMPAOLI et al., 2017).

Outro fator de suma importância em relação à aclimatização, é que um indivíduo aclimatado suporta mais facilmente a exposição ao calor, do que um indivíduo não aclimatado (RODRIGUES, 2015). Devido à capacidade de adaptação fisiológica do organismo, uma pessoa que se encontra aclimatada, apresenta menos tensões ou disfunções fisiológicas do que uma pessoa não aclimatada (LAMBERTS, 2016).

Ao contrário dos ambientes internos, nos quais as condições ambientais podem ser controladas, os externos, são suscetíveis de mudanças especialmente em termos de exposição

à radiação solar e velocidade do vento. Uma vez que, as mudanças das exposições à radiação solar e velocidade do vento influenciam na capacidade humana de se aclimatar, há uma necessidade em realizar estudos voltados ao conforto térmico para trabalhadores em ambientes abertos, por exemplo, os trabalhadores rurais (COCCOLO et al., 2016).

### 3 REFERÊNCIAS

ABIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Sabor do café: história do café**. Disponível em: <[http://www.abic.com.br/scafe\\_historia.html](http://www.abic.com.br/scafe_historia.html)>. Acesso em: 17 abr. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS. TLVs e BEIs – Tradução dos limites de exposição (TLVs) para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos de exposição (BEIs) da ACGIH. ACGIH. [S.l.: s.n.], 2018.

AMARAL, A. M. S. do et al. Influência do certifica minas café nas lavouras cafeeiras de Alfenas – Sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 114-123, mar. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto por Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras. **NR 15**: Atividades e Operações Insalubres. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/>>. Acesso em: 06 maio 2017.

BREGAGNOLI, M; MONTEIRO, A. V. C. Pesquisando o Sul de Minas. In: BREGAGNOLI, M; MONTEIRO, A. V. C. **Café nas Montanhas**: cafeicultura sustentável no Sul de Minas Gerais. Rio de Janeiro: Letra e Imagem Editora, 2013. p.11-18.

COCCOLO, Silvia et al. Outdoor human comfort and thermal stress: A comprehensive review on models and standards. **Urban Climate**, [s.l.], v. 18, n.1, p.33-57, dez. 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café.** Brasília, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_01\\_17\\_14\\_51\\_54\\_boletim\\_cafe\\_-\\_janeiro\\_de\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_17_14_51_54_boletim_cafe_-_janeiro_de_2017.pdf)>. Acesso em 16 abr. 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Café é a segunda bebida mais consumida no Brasil.** 2015. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2574254/cafe-e-a-segunda-bebida-mais-consumida-no-brasil>. Acesso: 03 jun.2017.

FIEDLER, N. C. et al. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 907-915, oct. 2010.

FONTOURA, F. P.; GONCALVES, C. G. O.; SOARES, V. M. N. Condições e ambiente de trabalho em uma lavanderia hospitalar: percepção dos trabalhadores. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 41, n.5, p. 1-11, dez. 2016.

FRUTUOSO, J. T; CRUZ R. M. Mensuração da carga de trabalho e sua relação com a saúde do trabalhador. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 29-36, jan/jul. 2005.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Produto Interno Bruto de Minas Gerais (PIB).** 2018. Disponível em: < <https://www.mg.gov.br/servico/consultar-dados-sobre-o-produto-interno-bruto-de-minas-gerais-pib>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

GIAMPAOLI, E. et al. **Norma de higiene ocupacional 06 - NHO 06:** avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor. 2. ed. São Paulo. FUNDACENTRO, 2017. 48 p.

HAYASHIDE, J. M. et al. Doenças de pele entre trabalhadores rurais expostos a radiação solar: Estudo integrado entre as áreas de medicina do trabalho e dermatologia. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 97-104, jul/dez. 2010.

IBGE. **Estatísticas Econômicas.** 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 dez. 2018.

ISO 7730. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, ISO – International Organization for Standardization, Geneva, 2005.

KRISHNAMURTHY, M. et al. Occupational Heat Stress Impacts on Health and Productivity in a Steel Industry in Southern India. **Safety And Health At Work**, [S.l.], v. 8, n. 1, p.99-104, mar. 2017.

LAMBERTS, R. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Civil, 2016. p.144 p.

LEAL, F. A; CARVALHO, C. E. Exploração Florestal Semimecanizada e as Implicações na Saúde e na Segurança do Trabalhador. **Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava**, Ituverava, v.8, n.2, p.219-238, out.2011.

MARTINS, A. L. **História do Café**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2012.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações: ed. 2015. São Paulo: Futurama, 2015. 585 p.

MEIRELLES, L. A; VEIGA, M. M; DUARTE, F. A contaminação por agrotóxicos e o uso de EPI: análise de aspectos legais e de projeto. **Laboreal**, Porto , v. 12, n. 2, p. 75-82, dez. 2016 .

MESQUITA, C. M. et al. **Manual do café**: colheita e preparo (Coffea arábica L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p. il.

MIRANDA, G. R. B. et al. Quantificação de depósitos e deriva de pulverização diferentes pontas em pulverizador costal no cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p.290-297, jul-set. 2016.

MOREIRA, J. P. L. et al . A saúde dos trabalhadores da atividade rural no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 31, n. 8, p. 1698-1708, aug. 2015.

MORGADO, M.; TALAIA, M.; TEIXEIRA, L. A new simplified model for evaluating thermal environment and thermal sensation: An approach to avoid occupational disorders. **International Journal of Industrial Ergonomics**, [s.l.], v. 60, n.1, p.3-13, jul. 2017.

NERBASS, F. B. et al. Occupational Heat Stress and Kidney Health: From Farms to Factories. **Kidney International Reports**, [s.l.], v. 2, n. 6, p.998-1008, nov. 2017.

NUNES, F. O. **Segurança e Saúde no Trabalho**: esquematizada. 2 ed. rev. atual e ampl. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2014.

NUNFAM, V. F. et al. Social impacts of occupational heat stress and adaptation strategies of workers: A narrative synthesis of the literature. **Science of The Total Environment**, [s.l.], v. 643, p.1542-1552, dez. 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, G. G. et al. Levantamento de emissão de gases efeito estufa pela metodologia carbono equivalente na cultura do cafeeiro. **Coffee Science**, [S.l.], v. 10, n. 4, p.412-419, out. 2015.

PAIVA, L. C. Sistema de Produção. In: BREGAGNOLI, M. M., A. V. C. **Café nas Montanhas**: cafeicultura sustentável no Sul de Minas Gerais. Rio de Janeiro: Letra e Imagem Editora, 2013. cap. 2, p. 23-46.

PONCIANO, J. N.; SOUZA, P. M.; NEY, M. G. Ajustamentos na cadeia agroindustrial do café brasileiro após a desregulamentação. **Revista Ideas**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 256-287, jul-dez .2009.

RODRIGUES, J. M. P. **Condições de Trabalho na Indústria Cerâmica**: avaliação da Exposição ao Calor. 2015. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

ROSCANI, R. C. et al. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 33, n. 3, p.1-15, 20 abr. 2017.

ROCHA, L. P. et al. Cargas de trabalho e acidentes de trabalho em ambiente rural. **Revista Texto & Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 325-335, jun. 2015.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle de calor: PPRA**. 7. ed. São Paulo. Editora LTR, 2016. 80p.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SESI). **Técnicas de avaliação de agentes ambientais**: manual SESI. Brasília: SESI/DN, 2007. 294 p.

SILVA, J. R. M.; TEIXEIRA, R. Sobrecarga térmica em fábrica de móveis. **Floresta Ambient**. Seropédica, v. 21, n.4, p.494-500, dec. 2014.

SOUZA, V. C. O. et al. Espacialização e dinâmica da cafeicultura mineira entre 1990 e 2008, utilizando técnicas de geoprocessamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 122-134, ago. 2012.

VARGHESE, B. M. et al. Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. **Safety Science**, [s.l.], v. 110, n.1, p.380-392, dez. 2018.

VEIGA, M. M; ALMEIDA, R; DUARTE, F. O desconforto térmico provocado pelos equipamentos de proteção individual (EPI) utilizados na aplicação de agrotóxicos. **Laboreal**, Porto , v. 12, n. 2, p. 83-94, dez. 2016.

YANAGI JUNIOR, T. et al. Procedimento fuzzy aplicado à avaliação da insalubridade em atividades agrícolas. **Engenharia. Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.3, p.423-434, jun. 2012.

## CAPÍTULO 2

### **EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR DE TRABALHADORES DURANTE A APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NA CULTURA DO CAFEIEIRO**

**RESUMO:** Durante a aplicação de produtos fitossanitários no cafeeiro os trabalhadores podem estar expostos a temperaturas capazes de comprometer sua saúde. Exposição ao calor ocupacional pode levar a desidratação progressiva, câimbras, exaustão e possibilidade de choque térmico. Desta forma, conhecer os níveis de calor ocupacional aos quais os trabalhadores estão expostos torna-se importante. O presente estudo teve como objetivo avaliar a exposição ocupacional de trabalhadores ao calor, durante a aplicação de produtos fitossanitários com bomba costal manual, na cultura do cafeeiro. O estudo de caso foi desenvolvido na fazenda-escola do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, nos meses de setembro e outubro de 2017. Avaliou-se o calor ocupacional em lavoura cafeeira através do método do IBUTG<sub>MÉDIO</sub>, utilizando medidor de estresse térmico TGD 400. Os valores do IBUTG encontrados foram comparados aos limites de exposição da NR 15 para fins de classificação de insalubridade e com a NHO 06 para trabalhadores aclimatizados e não aclimatizados. Os resultados demonstraram que o IBUTG encontrado está abaixo do limite de tolerância da NR15, para o mês de setembro. No mês de outubro, o limite de tolerância foi ultrapassado no período das 11h às 14h59, considerando uma atividade pesada contínua e descanso no próprio local de trabalho, sendo a atividade considerada insalubre. Ao considerar os critérios da NHO 06, observou-se que os limites de exposição ocupacional foram ultrapassados no mês de outubro, para trabalhadores aclimatizados e não aclimatizados. Em setembro, o limite de exposição ocupacional da NHO 06 foi superado somente para trabalhadores não aclimatizados. Portanto, os trabalhadores devem ser submetidos à aclimatização durante a atividade de aplicação de fitossanitários no mês de outubro.

Palavras-chaves: Calor Ocupacional. IBUTG. Aclimatização. Insalubridade.

**ABSTRACT:** During the application of phytosanitary products in coffee trees, workers may be exposed to temperatures that could compromise their health. Exposure to occupational heat can lead to progressive dehydration, cramps, exhaustion and the possibility of thermal shock. In this way, knowing the levels of occupational heat that workers are exposed

becomes important. The present study aimed to evaluate the occupational exposure to heat of workers during the application of phytosanitary products with manual costal pump in the coffee crop. The case study was developed at the IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes school farm in the months of September and October 2017. Occupational heat in coffee plants was evaluated using the IBUTGMÉDIO method, using TGD 400 thermal stress meter. The IBUTG values found were compared to the exposure limits of NR 15 for the purpose of classification of unhealthy and NHO 06 for acclimatized and non acclimatized workers. The results showed that the IBUTG found is below the tolerance limit of NR15, for the month of September. In October, the tolerance limit was exceeded in the period from 11:00 am to 2:59 pm, considering a continuous heavy activity and rest in the workplace, being considered unhealthy activity. When considering the criteria of the NHO 06 it was observed that the limits of occupational exposure were exceeded in the month of October, for acclimatized and non acclimatized workers. In September the occupational exposure limit of NHO 06 was exceeded only for non acclimated workers. Therefore, the workers should be submitted to acclimatization during the phytosanitary application activity in the month of October.

Keywords: Occupational Heat. WBGT. Acclimatization. Unhealthy.

## 1 INTRODUÇÃO

As lavouras cafeeiras, para atingirem níveis adequados de produtividade, recebem pulverizações nutricionais e aplicações de produtos fitossanitários para o controle de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas, podendo a aplicação ser realizada de maneira manual ou mecanizada (BELO et al., 2012; MIRANDA et al., 2016). Durante as aplicações de produtos fitossanitários os trabalhadores podem estar expostos a condições de esforço físico e ambiente com temperatura elevada, sendo que a combinação destes dois fatores pode levar ao estresse térmico (VEIGA; ALMEIDA, DUARTE, 2016).

A taxa metabólica é o calor gerado durante a realização de determinada atividade física pelo trabalhador, ou seja, quanto mais intensa for a atividade desenvolvida, maior será o calor produzido pelo metabolismo (SALIBA, 2016). A fisiologia térmica do corpo humano funciona como um termorregulador, com a função de manter a temperatura interna em torno de 36°C a 37°C (VEIGA; ALMEIDA, DUARTE, 2016; KJELLSTROM; LEMKE; VENUGOPAL, 2013).

As condições de sobrecarga térmica ocorrem quando o corpo recebe mais calor do que pode dissipar, causando seu aquecimento acima de 38°C, sendo que, quanto maior for a temperatura do corpo, maiores serão os efeitos fisiológicos provocados pelo calor (ROSCANI et al., 2017). Os trabalhadores expostos ao calor ocupacional podem sofrer prejuízos à saúde, indo desde a desidratação progressiva, câimbras, exaustão e possibilidade de choque térmico (VEIGA; ALMEIDA; DUARTE, 2016).

No Brasil, para a avaliação da exposição ocupacional ao calor utiliza-se o Índice Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), que leva em consideração as variáveis temperatura, velocidade do vento, umidade do ar e calor radiante do sol, conforme a Norma Regulamentadora (NR 15) e a Norma de Higiene Ocupacional (NHO 06) (BRASIL, 2017; GIAMPAOLI et al., 2017). A NR 15 classifica como insalubres atividades com exposição ocupacional ao calor, acima dos limites de exposição (BRASIL, 2017; SILVA; TEXEIRA, 2014). O ambiente de trabalho insalubre interfere direta ou indiretamente na qualidade de vida e nos resultados do processo produtivo, podendo inclusive contribuir para aumento de erros, fadiga, riscos de acidentes (FIEDLER et al., 2010; YANAGI JUNIOR et al., 2012).

A NHO 06 considera as atividades que expõem o trabalhador ao estresse térmico, classificando os trabalhadores como aclimatizados e não aclimatizados, sendo duas condições que podem influenciar na atividade metabólica dos trabalhadores. São considerados trabalhadores não aclimatizados aqueles que iniciarem atividades que impliquem exposição ao calor ocupacional mais críticas do que aquelas que estavam expostos ou aqueles que tiverem exposições eventuais ou periódicas, em atividades nas quais não estão expostos diariamente. Os trabalhadores aclimatizados são aqueles que foram submetidos a atividades físicas e exposições sucessivas e graduais ao calor, sob supervisão médica, e atingiram as condições similares àquelas previstas na rotina de trabalho. Desta forma, a aclimatização consiste na adaptação fisiológica a exposições sucessivas e graduais ao calor, tendo como objetivo reduzir a sobrecarga fisiológica causada pela exposição ao calor (GIAMPAOLI et al., 2017).

Conhecer o efeito das condições ambientais sobre a atividade metabólica de trabalhadores rurais durante a jornada de trabalho é importante para reduzir riscos a saúde do trabalhador e evitar que a atividade se torne insalubre. Desta maneira, o presente estudo teve como objetivo avaliar a exposição ocupacional de trabalhadores ao calor, durante a aplicação de produtos fitossanitários com bomba costal manual na cultura do cafeeiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo de caso foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Campus Inconfidentes - MG, Brasil, localizada nas coordenadas 22°18'38.5"S e 46°20'09.9"W e 869 metros de altitude. O clima da região é Cwa de acordo com a classificação de Koppen, sendo que os dados pluviométricos indicam que a região possui dois períodos bem característicos, sendo um chuvoso, outubro a março com precipitações bem distribuídas e outro seco, entre os meses de abril e setembro. A precipitação média anual está em torno de 1.600 mm e a temperatura média de 18°C.

O estudo foi desenvolvido nos meses de setembro e outubro de 2017, em talhão de café (*Coffea arabica* L) cv. Catuai Vermelho, idade de 10 anos, altura média das plantas 1,5 m, plantada no espaçamento de 2,0 x 1,0m, ocupando área de 2,0 ha.

Dois normativas foram utilizadas para a realização do estudo de caso, a NR 15, que é utilizada para fins de pagamento de insalubridade e a NHO 06, utilizada para determinação da exposição ocupacional ao calor que implique sobrecarga térmica, nível de ação e aclimatização do trabalhador.

A avaliação da exposição ocupacional ao calor foi realizada simulando um trabalhador realizando a aplicação de produtos fitossanitários, utilizando bomba costal (3 kg) com acionamento manual, com capacidade de 20 litros e peso total ao ser abastecido de 23 kg. A taxa de metabolismo utilizada para simular o trabalhador realizando a atividade de aplicação dos produtos fitossanitários foi de 550 Kcal/h, de acordo com a NR 15 ou 660 W determinada de acordo com a NHO 06, considerando-se trabalho contínuo fatigante com descanso no próprio local de trabalho (BRASIL, 2017; GIAMPAOLI et al., 2017).

Na coleta dos dados, foi empregado medidor de estresse térmico, com resolução de 0,1 ° C e precisão  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (MOD: TGD - 400), composto pelos termômetros de bulbo úmido (tbn), bulbo seco (tbs) e globo (tg). O equipamento foi acoplado sobre tripé e instalado em um ponto central da lavoura, com os termômetros posicionados a 1,70 m de altura, sendo esta considerada a altura mediana dos trabalhadores IBGE (2009) e de maior exposição solar. As avaliações foram realizadas em dias com ausência de nuvens, evitando o sombreamento no ponto de avaliação (GIAMPAOLI et al., 2017).

Os registros dos dados foram coletados pelo sistema datalogger do equipamento, quantificando-se o IBUTG para cada 60 minutos, no período entre 07h e as 16h, sendo

realizados no total 10 dias de avaliações, em cada um dos meses (setembro/outubro 2017).

Conforme determinado por Brasil (2017), Giampaoli et al. (2017) e *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* ACGIH (2018), a avaliação do IBUTG com carga solar foi expressa em °C, (Equação 1):

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ tbs} \quad \text{Eq 1}$$

Sendo:

**tbn** = temperatura de bulbo úmido natural (°C)

**tg** = temperatura de globo (°C)

**tbs** = temperatura de bulbo seco (temperatura do ar °C).

Os valores de IBUTG<sub>MÉDIO</sub> obtidos foram comparados com o limite de exposição do quadro 1, da NR 15, para fins de classificação da atividade como insalubre, quando a temperatura é igual ou maior do que 25°C. Para que não ocorra o pagamento da insalubridade, a normativa NR 15 recomenda que, em temperaturas do IBUTG entre 25,1 a 25,9°C, é permitido trabalho contínuo por 45 minutos com descanso no próprio local de trabalho, por 15 minutos. As temperaturas do IBUTG entre 26,0 a 27,9°C é permitido 30 minutos trabalhados continuamente e 30 minutos com descanso no próprio local de trabalho; com temperaturas abaixo de 25°C é permitido o trabalho contínuo na jornada de trabalho (BRASIL, 2017). Em relação ao limite de exposição ocupacional da NHO 06, para trabalhadores aclimatizados, a temperatura máxima permitida é de 24,7°C e não aclimatizados, 20,7°C, para controle de exposição ocupacional (GIAMPAOLI et al., 2017).

Os dados do IBUTG foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para análise de normalidade. Os dados apresentaram distribuição normal ( $p > 0,05$ ) e foram submetidos à análise de variância. A interação entre os meses e os horários avaliados foi analisada. Os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando o software R, version 3.2.4 (R CORE TEAM, 2016).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo na interação entre os horários e meses das avaliações no valor médio do índice IBUTG ( $gl = 8$ ;  $F = 0,275$ ;  $p < 0,05$ ) (Tabela 1). No mês de setembro o IBUTG máximo registrado para a aplicação de produtos fitossanitários foi de 24,45 °C, no horário das 12h às 12h59 e o menor registro foi de 18,77 °C, no horário das 07h às 07h59 (Tabela 1). Em relação ao mês de outubro, o IBUTG máximo registrado para a mesma

atividade foi de 26,08 °C, no horário das 13h às 13h59 e o menor registro foi de 20,40°C, no horário das 07h às 07h59 (Tabela 1). O intervalo de horários do mês de outubro, entre 11h às 14h59 ultrapassou o limite de exposição estabelecido pela NR 15, que é de 25°C, sendo atividade de aplicação de produtos fitossanitários, caracterizada como insalubridade. Desta maneira, é necessária a realização do trabalho acompanhado por descanso, para que a atividade não seja considerada como insalubre (Tabela 2) (BRASIL, 2017).

Na avaliação entre os meses da condução do trabalho, em outubro, o IBUTG médio somente não foi maior em relação ao mês de setembro nos horários entre as 15h às 15h59, em relação aos demais horários, o IBUTG médio do mês de outubro sempre foi maior (Tabela 1). Portanto, os trabalhadores não aclimatados que iniciarem suas atividades em outubro, deverão ter uma maior conscientização para os riscos ocupacionais do calor, para que haja uma diminuição nos riscos de lesões, problemas de saúde e de perda de produtividade (VARGHESE et al.,2018).

Tabela 1 - Valores médios de IBUTG ( $\pm$  erro padrão) em lavoura cafeeira nos meses de setembro e outubro

Horários	Setembro	Outubro
	IBUTGMÉDIO °C*	IBUTGMÉDIO °C*
<b>07h às 07h59</b>	18,77 $\pm$ 0,17 B e	20,40 $\pm$ 0,57 A e
<b>08h às 08h59</b>	20,53 $\pm$ 0,25 B d	22,29 $\pm$ 0,54 A d
<b>09h às 09h59</b>	22,07 $\pm$ 0,34 B c	23,18 $\pm$ 0,60 A c
<b>10h às 10h59</b>	23,13 $\pm$ 0,34 B b	24,36 $\pm$ 0,57 A b
<b>11h às 11h59</b>	23,95 $\pm$ 0,36 B a	25,16 $\pm$ 0,58 A a
<b>12h às 12h59</b>	24,45 $\pm$ 0,28 B a	25,96 $\pm$ 0,54 A a
<b>13h às 13h59</b>	24,31 $\pm$ 0,29 B a	26,08 $\pm$ 0,57 A a
<b>14h às 14h59</b>	24,20 $\pm$ 0,25 B a	25,74 $\pm$ 0,70 A a
<b>15h às 15h59</b>	23,17 $\pm$ 0,18 A b	24,22 $\pm$ 0,59 A b
<b>CV (%)</b>	<b>2,87</b>	<b>3,69</b>

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.\*Média de 10 dias de avaliação.

O IBUTG de 26,08°C encontrado no horário entre 13h às 13h59, no mês de outubro, o regime de trabalho seria de 30 minutos de descanso para cada 30 minutos de trabalho, de acordo com a NR 15, considerando-se como atividade pesada (Tabela 2). Em relação às jornadas de trabalho no intervalo de IBUTG de 25,1 a 25,9°C, o regime de trabalho seria de 45 minutos de trabalho e 15 minutos de descanso (Tabela 2). Sendo que o limite de exposição ocupacional representa as condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, durante toda a sua vida de trabalho, sem sofrer efeitos a

sua saúde (GIAMPAOLI et al., 2017; ACGIH, 2018).

Tabela 2 – Jornada de trabalho para aplicação de produtos fitossanitários no cafeeiro de acordo com a NR 15 em condições de salubridade e insalubridade após a obtenção do IBUTG médio.

Horários	Setembro		Outubro	
	IBUTG <sub>MÉDIO</sub> °C	Trabalho/Descanso	IBUTG <sub>MÉDIO</sub> °C	Trabalho/Descanso
<b>07h às 07h59</b>	18,77	Trabalho contínuo	20,40	Trabalho contínuo
<b>08h às 08h59</b>	20,53	Trabalho contínuo	22,29	Trabalho contínuo
<b>09h às 09h59</b>	22,07	Trabalho contínuo	23,18	Trabalho contínuo
<b>10h às 10h59</b>	23,13	Trabalho contínuo	24,36	Trabalho contínuo
<b>11h às 11h59</b>	23,95	Trabalho contínuo	25,16	45 min trabalho 15 min descanso <sup>(1)</sup>
<b>12h às 12h59</b>	24,45	Trabalho contínuo	25,96	45 min trabalho 15 min descanso <sup>(1)</sup>
<b>13h às 13h59</b>	24,31	Trabalho contínuo	26,08	30 min trabalho 30 min descanso <sup>(1)</sup>
<b>14h às 14h59</b>	24,20	Trabalho contínuo	25,74	45 min trabalho 15 min descanso <sup>(1)</sup>
<b>15h às 15h59</b>	23,17	Trabalho contínuo	24,22	Trabalho contínuo

<sup>(1)</sup> Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

Desta maneira, é importante destacar que a sobrecarga térmica que o trabalhador pode estar exposto está relacionada à combinação do calor metabólico, fatores ambientais (IBUTG °C) e vestimentas necessárias para a realização do trabalho (ACGIH, 2018). No presente estudo, determinou-se o calor metabólico (Kcal/h) e avaliou-se calor ambiente (IBUTG °C), de acordo com a NR 15.

Devido às diversas características das vestimentas utilizadas para aplicação de fitossanitários, no presente estudo, não foram considerados os ajustes no IBUTG em função da vestimenta EPI. No entanto, a junção do esforço físico com a utilização do EPI, associada às condições climáticas pode contribuir para aumento de agravos à saúde dos trabalhadores (ROSCANI et al., 2017).

O trabalhador executando uma atividade moderada, sob condições climáticas amenas, utilizando roupas leves, levaria, em média, 90 minutos para elevar em 1,5°C sua temperatura corporal. Caso esse mesmo trabalhador utilizasse roupa impermeável e sintética, esse tempo cairia para 20 minutos (VILELA et al., 2015). A roupa gera uma importante barreira nas trocas de calor entre o corpo do trabalhador e o meio ambiente, o que dificulta ou impede o resfriamento do corpo. A eficiência das trocas de calor entre o corpo e o meio ambiente

depende muito do material e da cor que são fabricadas as roupas do trabalhador (ROSCANI et al., 2017).

Em relação à comparação dos dados com a NHO 06, os resultados demonstraram que os limites de exposição ocupacional, para trabalhadores não aclimatizados, foram ultrapassados em quase todos os horários, exceto, no período das 07h às 08h59 e 07h às 07h59, para setembro e outubro, respectivamente (Figura 1). Os limites de exposição ocupacional para trabalhadores aclimatizados não foram ultrapassados em nenhum momento no mês de setembro. No entanto, no mês de outubro foi ultrapassado no período das 11h às 14h59 (Figura 1).

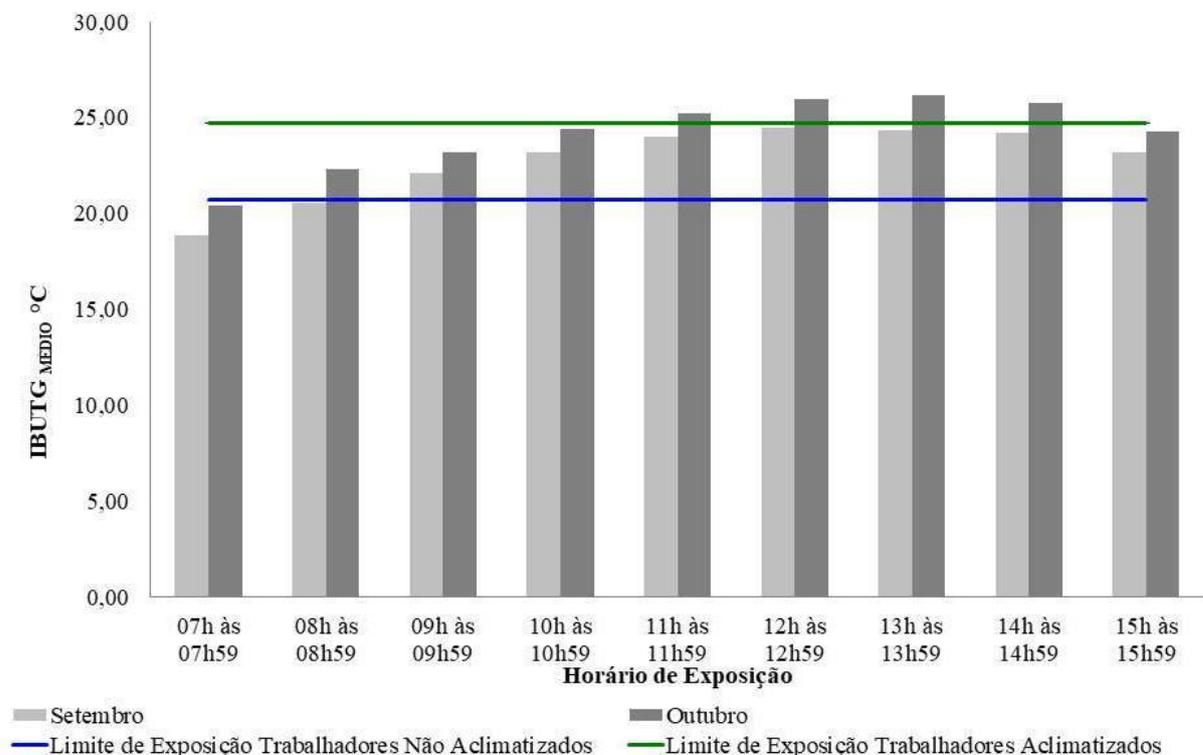


Figura 1 – Valores de IBUTG<sub>MÉDIO</sub>, com os respectivos valores de limite de exposição ocupacional para trabalhadores aclimatizados e não aclimatizados.

A aclimatização é uma adaptação fisiológica e gradual, que aumenta a capacidade individual de suportar a carga térmica (ACGIH, 2018). Devido à capacidade de adaptação fisiológica do organismo, uma pessoa que se encontra aclimatada com as condições ambientais, apresenta menos tensões ou disfunções fisiológicas do que uma pessoa que não se encontra aclimatada (LAMBERTS, 2016).

Os limites de exposição ocupacional para trabalhadores aclimatizados ou não, sempre quando forem ultrapassados, necessitarão da adoção de medidas preventivas de forma a minimizar a probabilidade das exposições causarem danos à saúde do trabalhador, sendo uma

das opções, a alternância de atividades, com taxa metabólicas mais amenas, a introdução de pausas e, em casos mais extremos, disponibilização de locais aclimatizados ou termicamente mais amenos (GIAMPAOLI et al., 2017).

Para exposições que ocorram abaixo do nível de ação, não se faz necessária aclimatização do trabalho. Para exposições acima do limite de exposição ocupacional, para trabalhadores não aclimatizados, que corresponde ao nível de ação, será necessária adoção de medidas preventivas como a realização de um plano de aclimatização gradual, no qual o trabalhador iniciará suas atividades em um regime mais ameno, partindo do nível de ação até atingir progressivamente a condição de exposição ocupacional do dia a dia de trabalho, buscando minimizar os danos à saúde do trabalhador (GIAMPAOLI et al., 2017).

Não é possível relacionar, de forma precisa, as lesões ocupacionais com os ambientes quentes, porém observa-se que em ambientes com temperaturas mais elevadas há um aumento da fadiga, perda de concentração e uma diminuição da resistência (VARGHESE et al., 2018). Os riscos e impactos do estresse térmico por temperaturas elevadas, na saúde e segurança dos trabalhadores são significativamente nocivos, sendo necessário um gerenciamento de impactos de estresse de calor na ocupação e estratégias de adaptação dos trabalhadores (NUNFAM et al., 2018).

Desta maneira, em ambientes quentes há uma necessidade de uma maior conscientização dos trabalhadores e empregadores para que haja uma diminuição nos riscos de lesões, problemas de saúde e perda de produtividade (VARGHESE et al., 2018). Medidas preventivas devem ser adotadas, incluindo monitoramento periódico dos trabalhadores, incentivar a ingestão de água, para reposição adequada pela perda do suor, realização de treinamentos, aclimatização, pausas no trabalho, dentre outras ações que visem diminuir os impactos à saúde dos trabalhadores (GIAMPAOLI et al., 2017; AGCIH, 2018). A ACGIH (2018) recomenda, como medida geral de controle, a realização de exames médicos pré-admissionais para a identificação de trabalhadores susceptíveis a danos causados por exposição ao calor.

Devido à dificuldade do enquadramento da taxa de incremento de ajuste do  $IBUTG_{MÉDIO}$ , por meio da NHO 06, a ser utilizado quando da utilização de vestimenta para aplicação de fitossanitários, sugere-se que novos trabalhos voltados para a determinação do incremento sejam realizados, para que se possa ter uma maior precisão da influência nestes tipos de vestimentas.

## 4 CONCLUSÃO

Os horários entre 11h às 14h59 são considerados insalubres para o mês de outubro.

É preciso ajustar o regime de trabalho, em outubro, para não deixar a atividade insalubre.

É necessária a adoção de um plano gradual de aclimatização entre os períodos de 09h e 15h59 e 08h e 15h59, em setembro e outubro, respectivamente.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS) – Campus Inconfidentes, pela ajuda financeira, disponibilidade do local para realização das coletas de dados e empréstimo de equipamentos.

## 6 REFERÊNCIAS

CONFERENCIA AMERICANA DE HIGIENISTAS INDUSTRIAIS GOVERNAMENTAIS ACGIH - **Limites de Exposição para Substâncias Químicas, Agentes Físicos e Índices Biológicos** - Tradução Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais ABHO, São Paulo, 298p, 2018.

BELO, M. S. S. P.; PIGNATI, W.; DORES, E. F. G. C.; MOREIRA, J. C.; PERES, P. Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 78-88, jan./jun. 2012.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras. NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/>>. Acesso em: 06 de maio 2017.

FIEDLER, N. C.; GUIMARÃES, P. P.; ALVES, R. T.; WANDERLEY, F.B. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 907-915, oct. 2010.

GIAMPAOLI, E. SAAD, I. F. S.D.; CUNHA, I. A.; SHIBUYA, E. K. Norma de higiene ocupacional 06 - NHO 06: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor. 2. Ed. São Paulo. FUNDACENTRO, 2017. 48p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Dados amostrais e estimativas populacionais das medianas de altura e peso da população, por sexo, segundo a idade e os grupos de idade - Minas Gerais, 2009. Disponível: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008\\_2009\\_encaa/tabelas\\_pdf/tab3\\_17.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009_encaa/tabelas_pdf/tab3_17.pdf). Acesso em: 25 de maio de 2017.

KJELLSTROM, T.; LEMKE, B.; VENUGOPAL, V. Occupational Health and Safety Impacts of Climate Conditions. **Climate Vulnerability**, [s.l.], vol.1, n.1, p.145-156, mar. 2013. Elsevier.

LAMBERTS, R. Conforto e stress térmico. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Civil, 2016. p.144.

MIRANDA, G. R. B.; SILVA, M. R.; ALVES, A. D.; GONÇALVES, E. J. Quantificação de depósitos e deriva de pulverização diferentes pontas em pulverizador costal no cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p.290-297, jul-set. 2016.

NUNFAM, V. F.; ADUSEI-ASANTE, K.; ETEN, E. J. V.; OOSTHUIZEN, J.; FRIMPONG, K. Social impacts of occupational heat stress and adaptation strategies of workers: A narrative synthesis of the literature. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 643, p.1542-1552, dez. 2018. Elsevier BV.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

ROSCANI, R. C.; BITENCOURT, D. P.; MAIA, P. A.; RUAS, A. C. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 33, n. 3, p.1-15, 20 abr. 2017.

SALIBA, T. M. Manual prático de avaliação e controle de calor: PPRA. 7. ed. São Paulo. Editora LTR, 2016. 80p.

SILVA, J. R. M.; TEIXEIRA, R. Sobrecarga térmica em fábrica de móveis. **Floresta Ambient.** Seropédica, v. 21, n.4, p.494-500, dec. 2014

VARGHESE, B. M.; HANSEN, A.; BI, P.; PISANIELLO, D. Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. **Safety Science**, [s.l.], v. 110, n.1, p.380-392, dez. 2018.

VEIGA, M. M; ALMEIDA, R; DUARTE, F. O desconforto térmico provocado pelos equipamentos de proteção individual (EPI) utilizados na aplicação de agrotóxicos. **Laboreal**, Porto, v. 12, n. 2, p. 83-94, dez. 2016.

VILELA, R. A. G.; LAAT, E. F.; LUZ, V. G.; SILVA, A. J. N.; TAKAHASHI, M. A. C. Pressão por produção e produção de riscos: a “maratona” perigosa do corte manual da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 131, n. 40, p.30-48, 1 fev. 2015.

YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; ABREU, L. H. P.; BARBOSA, J. A.; CAMPOS, A. T. Procedimento fuzzy aplicado à avaliação da insalubridade em atividades agrícolas. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, vol.32, n.3, p.423-434, jun. 2012.