

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM
ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

RÉGIS PEREIRA WASKOW

SOBRECARGA TÉRMICA NO SETOR AGRÍCOLA:
o caso da fumicultura no sul do Rio Grande do Sul

São Leopoldo
2018

RÉGIS PEREIRA WASKOW

**SOBRECARGA TÉRMICA NO SETOR AGRÍCOLA:
o caso da fumicultura no sul do Rio Grande do Sul**

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, pelo Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Ms. Rogério Bueno de Paiva

São Leopoldo

2018

SOBRECARGA TÉRMICA NO SETOR AGRÍCOLA: o caso da fumicultura no sul do Rio Grande do Sul

Régis Pereira Waskow

Rogério Bueno de Paiva

Resumo: Casos de câncer de pele crescentes, golpe, câibras e síncope de calor e esforço físico acentuado são alguns dos agravantes que fortalecem a necessidade do conhecimento e gestão da sobrecarga térmica a que os trabalhadores agrícolas estão expostos. O Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) e o Índice de Estresse Térmico são algumas das medições que podem indicar a nocividade do ambiente no qual o trabalhador está inserido. Desta forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a sobrecarga térmica de agricultores da fumicultura no sul do Rio Grande do Sul e sugerir medidas de minimização da exposição à níveis que não representem potenciais danos à saúde humana. Foram adotadas 5 etapas para o atendimento do objetivo geral: identificação da distribuição horária das atividades por cenário; mapeamento do layout do cenário sem exposição solar direta; medição dos parâmetros de avaliação da exposição ao calor; e definição de oportunidades de melhoria para minimização da exposição ao calor. Os resultados obtidos evidenciam que apesar das medidas proativas dos trabalhadores na distribuição horária, de modo a minimizar a exposição ao calor, todos os ambientes de trabalho, com ou sem exposição solar direta, são considerados nocivos à saúde dos trabalhadores, comparados os valores a NHO 06. Conclui-se que seja necessário a implantação de Programa de Aclimação e Programa de Gerenciamento de Sobrecarga Térmica para os trabalhadores do cultivo de fumo devidamente elaborados, implantados e mantidos por profissionais da área de saúde e segurança do trabalho.

Palavras-chave: Exposição ao calor; Fumicultura; IBUTG; Estresse Térmico.

1. INTRODUÇÃO

Os crescentes índices de radiação ultravioleta (UV) e casos de câncer de pele evidenciam a necessidade de minimização da exposição à radiação solar.

Ocorrências de golpe, câibras, síncope e exaustão devido ao calor ressaltam a necessidade do gerenciamento da exposição excessiva de trabalhadores ao calor. A ampliação do conhecimento sobre os efeitos da exposição ao calor reforça as justificativas para a adoção de medidas administrativas, de organização do trabalho, de proteção coletiva, ou ainda de proteção individual contra este agente.

Além da necessidade de esforço físico de algumas atividades o ambiente, no qual o trabalhador está inserido, também influencia na exposição ao calor e na sua saúde devido ao incremento na taxa metabólica exigida. Dentre as atividades que somam estes potenciais agravantes está a agricultura, que na maioria dos casos expõe os trabalhadores diretamente a radiação solar.

Assim, a medição e o reconhecimento do potencial risco a saúde pode ser considerado o passo inicial na definição de ações a serem adotadas. Desta forma, possíveis medidas poderão ser adotadas de modo a minimizar condições que podem resultar em risco a saúde dos trabalhadores.

1.1. Objetivo do trabalho

O objetivo deste trabalho é avaliar a sobrecarga térmica de agricultores da fumicultura no sul do Rio Grande do Sul e sugerir medidas de minimização da exposição à níveis que não representem potenciais danos à saúde humana.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Exposição ao calor e a saúde do trabalhador

O corpo humano está em uma dinâmica constante visando o balanço térmico em que a sobrecarga fisiológica excedente de energia produzida é transformada em calor liberado para o meio. Esta sobrecarga fisiológica compreende a resposta fisiológica global resultante da sobrecarga térmica. Já a sobrecarga térmica representa a carga de calor resultante da combinação das contribuições do calor metabólico, dos fatores ambientais (temperatura de ar, umidade, velocidade do ar e calor radiante) e das vestimentas exigidas para o trabalho (ACGIH, 2017).

São 3 os mecanismos de troca térmica do corpo humano com o ambiente: radiação, convecção e evaporação, conforme Quadro 1. A livre movimentação de ar sobre a superfície da pele maximiza a remoção de calor por evaporação e convecção, entretanto predomina a remoção por evaporação do suor.

Quadro 1. Descrição dos mecanismos de troca térmica do corpo humano

MECANISMO	PROCESSO
Radiação	ocorre de uma superfície quente para uma fria por meio de ondas eletromagnéticas.
Convecção	ocorre quando o ar apresenta temperatura diferente do corpo humano e a transferência se dá pelo contato do ar circundante com a superfície do corpo.
Evaporação	ocorre quando as perdas por convecção e radiação não são suficientes para regular a temperatura interna do corpo, assim o organismo tem uma vasodilatação periférica e intensifica a atividade das glândulas sudoríparas, ocorrendo a perda de calor por evaporação da umidade (suor) que se forma na pele. Um líquido evaporando sobre uma superfície quente extrai calor desta, resfriando-a.

Fonte: adaptado de Fundacentro (1999).

As vestimentas utilizadas podem impedir a remoção do calor, assim o metabolismo pode gerar sobrecarga fisiológica, mesmo que as condições ambientais sejam amenas (ACGIH, 2017). A contribuição da vestimenta é dada através do isolamento térmico básico (Icl), resultado do somatório do isolamento térmico efetivo dos itens de vestuário (dados em clo) e que podem ser encontrados em Fundacentro (1999) e na ISO 7730 (2005).

Alguns dos sintomas de danos à saúde relacionados ao calor e a exposição excessiva a radiação UV, são: fadiga, náusea, vertigem, tontura, queimaduras (eritema solar), foto-queratites, foto-conjuntivite e catarata, danos ao sistema imunológico e envelhecimento prematuro da pele (ACGIH, 2017; Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva - INCA, 2018).

Segundo a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde- CID10, definida pela Organização Mundial de Saúde – OMS (2007), são 6 as doenças ocupacionais relacionadas à exposição ao calor, conforme disponível no Quadro 2.

O Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT) de 2016 não apresenta nenhum registro de acidente relacionado aos códigos disponíveis na tabela Quadro 2 nos anos de 2013, 2014, 2015 (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2016). Estes resultados permitem inferir sobre a negligência, inobservância ou desconhecimento das

empresas e profissionais atuantes na área de medicina do trabalho sobre os efeitos da exposição ao calor e a radiação solar.

Quadro 2. Doenças relacionadas à exposição ao calor

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
L590	Eritema devido ao calor ou ao fogo [dermatite <i>abigne</i>]
T670	Golpe de calor e insolação
T671	Síncope devida ao calor
T672	Cãibras devidas ao calor
T673	Exaustão devida ao calor e à perda hídrica
T674	Exaustão devida ao calor e à perda de sal

Fonte: adaptado de OMS (2007).

2.2. Exposição ao calor na fumicultura

A Fundacentro (2009) destaca a agricultura como uma das principais atividades com exposição ao calor, principalmente pela exposição direta à radiação solar. Segundo a Organização Mundial da Saúde (World Health Organization - WHO, 1985) nas atividades agrícolas, o calor produzido pelo corpo humano, em atividades não mecanizadas, varia de 1,6 a 7,9 Kcal/min, para os homens, e de 1,5 a 5,0 Kcal/min para as mulheres.

Dados do Tribunal Superior do Trabalho (TST, 2018), do ano de 2017, sugerem a existência de 187 acordãos em que são avaliados ou citados a presença de calor excessivo no ambiente de trabalho, sendo os mais recentes predominantes da atividade do corte de cana-de-açúcar. No estado do Rio Grande do Sul, há apenas 2 casos disponíveis no sistema do TST até janeiro de 2018, estes datados do ano de 2015 (TRT4, 2018), nenhum referente à atividade agrícola.

A maioria das atividades agrícolas, principalmente em pequenas propriedades rurais familiares como pouco ou nenhum maquinário, resultam em frequente exposição ao calor. A exposição ocorre em todas as etapas como plantio, manejo e colheita que geralmente são realizados de maneira mais simplória, como na fumicultura.

Rocha et. al. (2015) entrevistaram 259 agricultores das regiões sul e oeste do estado do Rio Grande do Sul identificando os principais agentes à que estão expostos no ambiente de trabalho. A exposição ao calor foi sugerida por 74,5% dos agricultores, atrás apenas do esforço repetitivo (76,8%).

Segundo o INCA (2018) os trabalhadores da fumicultura realizam a colheita das folhas nos meses de maior intensidade de radiação solar (dezembro a janeiro) e rotineiramente se expõem ao sol durante todo o dia, por muitos anos. Prieb (1995) destaca que o processo de produção do fumo contempla desde a produção de mudas, preparação do solo, manutenção das lavouras, colheita das folhas de fumo, secagem, seleção de fumo, enfardamento (Quadro 3) e entrega as fumageiras.

Quadro 3. Relação das atividades da produção de fumo com relação à exposição ao sol

PERÍODO	ATIVIDADE	CENÁRIO	EXPOSIÇÃO DIRETA AO SOL	
			SIM	NÃO
Pré plantio	Produção de mudas	Paiol		X
	Preparação do solo	Lavoura	X	
Pós plantio	Manutenção das lavouras	Lavoura	X	
Colheita	Colheita das folhas	Lavoura	X	
	Secagem	Estufa		X
Pós colheita	Seleção de fumo	Paiol		X
	Enfardamento	Paiol		X

Fonte: adaptado de Prieb (1995).

Os cenários de desenvolvimento das atividades da fumicultura são: Lavoura, Paiol e Estufa. Uma breve descrição destes ambientes de trabalho é apresentada a seguir:

Lavoura: ambiente com exposição direta à radiação solar onde desenvolvem-se as atividades de preparação do solo, plantio, manutenção (remoção das flores dos pés de fumo, aplicação de defensivos agrícolas) e colheita parcial ou total das folhas (Figura 1).

Figura 1. Vista geral da Lavoura (a) e detalhe dos agricultores (b) na lavoura de fumo



(a)

Fonte: o autor (2018).

(b)

Fonte: o autor (2018).

Paioi: local dividido em área de grampeamento, voltada ao preparo do fumo para introdução na estufa de secagem, e área de estocagem das folhas pós secagem.

Estufa: área de secagem das folhas de fumo (Figura 2) sob condições controladas somente acessada após resfriamento e equalização de temperatura com as áreas de paioi.

Figura 2 – Vista externa (a) e interna (b) de uma das estufas de secagem das folhas de fumo



(a)

Fonte: o autor (2018).



(b)

Fonte: o autor (2018).

Como na fumicultura a colheita deve ser realizada no período de pico de radiação solar (dezembro/janeiro), aliando-se à pele clara dos agricultores (geralmente descendentes de alemães, poloneses, italianos, colonizadores da região), o risco de desenvolvimento de câncer de pele pode aumentar (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 apud Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva - INCA, 2018). O INCA (2015) estimou uma taxa bruta de incidência de câncer de pele (melanoma) para o ano de 2016 de 8,02 e 7,06% a cada 100 mil habitantes, de homens e mulheres respectivamente, no estado do Rio Grande do Sul.

2.3. Avaliação da exposição ao calor no ambiente de trabalho

Uma sobrecarga térmica leve ou moderada pode causar desconforto e afetar negativamente o desempenho e a segurança do trabalhador, mas não é prejudicial à saúde. Conforme a sobrecarga térmica se aproxima dos limites de tolerância humanos, aumenta o risco de danos à saúde relacionados ao calor (ACGIH, 2017).

A *Association Advancing Occupational and Environmental Health* (ACGIH, 2017) propõe Limites de Exposição Ocupacional (Threshold Limit Values - TLVs) e de Níveis de Ação (Tabela 1), com a finalidade de manter a temperatura interna do corpo constante, 37°C (+1°C).

A Fundacentro regulamenta Normas de Higiene Ocupacional (NHO) com o objetivo de colaborar no controle da exposição e na prevenção de doenças ocupacionais. A NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017) estabelece critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao calor que implique em sobrecarga térmica ao trabalhadores, com consequente risco potencial de dano à sua saúde.

Tabela 1. Limites de Exposição Ocupacional e Ação

Limites de Exposição Ocupacional, TLVs (IBUTG em °C)					Limite de Ação			
Tempo de trabalho em um ciclo de trabalho/descanso	Leve	Moderado	Pesado	Muito pesado	Leve	Moderado	Pesado	Muito pesado
75% a 100%	31,0	28,0	-	-	28,0	25,0	-	-
50% a 75%	31,0	29,0	27,5	-	28,5	26,0	24,0	-
25% a 50%	32,0	30,0	29,0	28,0	29,5	27,0	25,5	24,5
0 a 25%	32,5	31,5	30,5	30,0	30,0	29,0	28,0	27,0

Fonte: adaptado de ACGIH (2017)

O critério de avaliação da exposição ocupacional ao calor adotado pela presente NHO 06 (2017), assim como a ACGIH (2017), tem por base o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) relacionado à Taxa Metabólica (M).

O Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo - IBUTG é um índice primário útil para a determinação da contribuição ambiental à sobrecarga térmica. O IBUTG sofre influência da temperatura do ar, do calor radiante, da velocidade do ar e umidade. A NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017) e a ACGIH (2017) definem o cálculo do IBUTG conforme as Equações 1 e 2:

- Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} \quad 1$$

- Ambientes externos com carga solar:

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

Na avaliação dos resultados obtidos a NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017) difere trabalhadores não aclimatados e aclimatados, sendo estes últimos considerados como aqueles que realizaram atividades físicas e exposições sucessivas e graduais ao calor, dentro de um plano, que deve ser estruturado e implementado sob supervisão médica, para que, de forma progressiva, o trabalhador atinja as condições de sobrecarga térmica similares àquelas previstas para o sua rotina normal de trabalho (FUNDACENTRO, 2017).

2.4. Estresse Térmico

A minimização da exposição dos trabalhadores a problemas relacionados ao calor requer avaliação quantitativa do estresse térmico. Um dos métodos mais difundidos de se avaliar o estresse térmico foi desenvolvido por Belding e Hatch (1955). O índice de estresse térmico (HSI – *Heat Stress Index*) descreve os elementos físicos básicos que constituem o estresse térmico e é considerado uma das mais úteis ferramentas. Belding e Hatch (1955) definem HSI conforme a Equação 3:

$$HSI=100 \left(\frac{E_{req}}{E_{max}} \right)$$

3

As potenciais consequências associadas aos valores de HSI, considerando uma exposição de 8 horas, são apresentadas pela American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2013) no Quadro 4.

Quadro 4. Relação entre o HSI e as consequências para exposição ocupacional de 8 horas

HSI (%)	CONSEQUÊNCIAS
0	Sem estresse térmico.
10 – 30	Suave a moderado estresse térmico. Destreza manual e alerta mental são reduzidos mas há pouco prejuízo no desenvolvimento do trabalho.
40 – 60	Severo estresse térmico. A saúde pode ser ameaçada. Situação não recomendada para pessoas com problemas cardiovasculares, respiratórios ou de dermatite crônica.
70 – 90	Muito severo estresse térmico. Somente pessoas preparadas podem suportar estas condições por 8 horas. Devem ser realizadas reposições de água e sais.
100	Máximo estresse térmico. Somente pessoas aclimatadas, fisicamente aptas e jovens podem suportar estas condições por 8 horas.
>100	Indica estresse térmico devido a hipertermia.

Fonte: adaptado de (ASHRAE, 2013).

A definição da taxa de evaporação requerida pelo corpo (E_{req}) é definida pelas Equações 4, 5, 6 e 7, disponibilizada por Wadden e Scheff (1987). O calor produzido pelo corpo é representado pela subtração da taxa de trabalho mecânico (W) do metabolismo (M). O terceiro parâmetro a ser definido no cálculo da E_{req} é a energia transferida para o corpo por radiação (R). Como a temperatura do globo integra as temperaturas da parede radiante circundante em uma temperatura média efetiva de radiação, a diferença convencional entre temperaturas elevadas para a quarta potência é substituída por uma diferença de primeira ordem entre uma "temperatura da parede" e a temperatura da pele é dada na Equação 6..

$$E_{req} = - (M - W) - R - C \text{ [Kcal/min]} \quad 4$$

$$R = 0,0728 \cdot A_s \cdot k \cdot (T_w - T_s) \text{ [Kcal/min]} \quad 5$$

$$T_w = [T_g^4 + (0,248 \times 10^9 \cdot U_a^{0,5}) \cdot (T_g - T_{bs})]^{0,25} \text{ [K]} \quad 6$$

O quarto parâmetro a ser definido no cálculo da taxa de evaporação requerida (E_{req}) é a energia transferida para o corpo por convecção (C). Este parâmetro pode ser definido conforme a Equação 7, desenvolvida por Wadden e Scheff (1987).

$$C = K \cdot A_s (0,0325 + 0,1066 \cdot U_a^{0,67}) \cdot (T_{bs} - T_s) \text{ [Kcal/min]} \quad 7$$

Para o cálculo do Índice de Estresse Térmico (HSI) se faz necessário ainda a definição da Evaporação Máxima ($E_{máx}$) de toda a superfície do corpo coberta por suor. O cálculo deste parâmetro pode ser realizado a partir da Equação 8, disponibilizada por Wadden e Scheff (1987).

$$E_{max} = 0,198 \cdot k \cdot A_s \cdot U_a^{0,63} \cdot (\Phi P_a - O_s) \text{ [Kcal/min]} \quad 8$$

O Quadro 5 descreve os parâmetros de entrada das equações voltadas a identificação do HSI.

Quadro 5. Descrição dos parâmetros que compõem as equações de avaliação de Estresse Térmico

SÍMBOLO	PARÂMETRO	U.M.
E_{req}	Taxa de evaporação requerida pelo corpo	Kcal/min
E_{max}	Evaporação máxima de toda a superfície do corpo coberta por suor	Kcal/min
M	Metabolismo	W/m ²
W	Taxa de trabalho mecânico	W/m ²
C	Energia transferida para o corpo por convecção	Kcal/min
K	Fração da pele exposta à atmosfera	Adimensional
A_s	Área superficial do corpo	m ²
U_a	Velocidade do ar	m/s
T_{bs}	Temperatura de bulbo seco	K
T_s	Temperatura da pele	K
T_a	Temperatura do ar ambiente	K
ϕ_a	Umidade relativa do ar	%
P_v	Pressão de vapor da água na temperatura ambiente do ar	kPa
R	Energia transferida para o corpo por radiação	Kcal/min
T_w	Temperatura da parede	K
T_g	Temperatura de globo	K
O_s	Pressão de saturação da água em T_s 35°C	mmHg
P_a	Pressão de saturação da água em T_{bs}	mmHg

U.M. – unidade de medida

2.5. Controle e gerenciamento em atividades com sobrecarga térmica

Uma vez constatadas sobrecarga fisiológica, medidas de controle específicas deverão ser tomadas, incluindo controles de engenharia, administrativos e proteção individual. Conforme a AGCIH (2017), o controle e gerenciamento de sobrecarga térmica devem ser realizados quando da existência de qualquer uma das seguintes situações indica a necessidade de um programa de gerenciamento de sobrecarga térmica:

- Os níveis de sobrecarga excedem o Nível de Ação;
- As vestimentas do trabalho limitam a perda de calor.

Conforme Anderson e De Souza (2017), as estratégias de gerenciamento da sobrecarga térmica em ambientes fechados incluem refrigeração, ventilação, controles administrativos (cabines com ar condicionado, coletes de refrigeração, aclimatação, áreas de repouso) e controles de engenharia (controle / redução de calor na fonte, proteção, isolamento). A Fundacentro (2009) destaca algumas ações possíveis na redução da exposição direta ao sol como: uso de protetor solar de maneira correta e a utilização de vestimentas com retenção de UV.

O Quadro 6 apresenta as medidas gerais e específicas a serem adotadas pelas organizações no gerenciamento de sobrecarga térmica nos ambientes de trabalho.

Quadro 6. Medidas gerais e específicas para o gerenciamento de sobrecarga térmica no trabalho

Medidas Gerais
Fornecer instruções e programas anuais de treinamento; Incentivar a ingestão de água frequentemente; Permitir a autolimitação da exposição; Incentivar o auto monitoramento entre colegas de trabalho; Orientar e monitorar trabalhos que comprometam: pressão sanguínea, funções cardiovasculares normais, funções reguladoras de temperatura corporais; Monitorar aqueles que abusam, ou estão em recuperação, do uso de álcool ou outros tóxicos; Incentivar o estilo de vida saudável; Ajustar as atividades de retorno ao trabalho com exposição ao calor; Incentivar o consumo de alimentos salgados (sob aprovação médico); Utilizar exames médicos (pré-admissionais e periódicos) para controle de trabalhadores; Monitorar as condições de sobrecarga térmica e relatos de danos à saúde relacionados ao calor.
Medidas específicas
Estudar medidas de controle de engenharia (redução da taxa metabólica; fornecer movimentação do ar; reduzir o processo de emissão de calor e liberação de vapor de água); Estudar medidas de controle administrativo (fixação de temperaturas aceitáveis de exposição, concessão de tempo suficiente de recuperação; limitação de sobrecarga fisiológica por calor); Estudar medidas de proteção individual.

Fonte: adaptado de AGCIH (2017)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A realização das análises quantitativas deste trabalho ocorreu no dia 26 de dezembro de 2017. Foram selecionadas para a avaliação da exposição a calor todos os cenários (locais) onde são desenvolvidas as atividades da fumicultura: lavoura, paiol e estufa. Foi utilizada neste trabalho uma unidade familiar no interior do município de São Lourenço do Sul, no sul do estado do Rio Grande do Sul, no período pós plantio. Para o atendimento do objetivo do trabalho foi necessário o desenvolvimento das atividades descritas a seguir:

- a) identificação da distribuição horária das atividades por cenário;
- b) mapeamento do layout do cenário sem exposição solar direta;
- c) medição dos parâmetros de avaliação da exposição ao calor;
- d) definição de oportunidades de melhoria para minimização da exposição ao calor.

3.1. Identificação da distribuição horária das atividades por cenário

Ao longo de um dia habitual de desenvolvimento das etapas do cultivo do fumo, pós plantio, foram identificadas as principais atividade e horário nos quais as mesmas são desenvolvidas. Os resultados foram compilados em planilha, considerando, inclusive, o período de deslocamento e descanso entre diferentes cenários e atividades executadas.

Dados como vestimenta utilizadas no desenvolvimento das atividades, capazes de atenuar ou amenizar o estresse térmico, também foram inventariados conforme a NHO 06 (2017) (Quadro 7) e comparados a ISO 7730/2005, Isolamento térmico para trajes típicos.

Quadro 7. Incrementos de ajuste do IBUTG médio para alguns tipos de vestimentas

TIPO DE ROUPA	ADIÇÃO AO IBUTG
Uniforme de trabalho (calça e camisa de manga comprida)	0
Macacão de tecido	0
Macacão de polipropileno SMS (<i>Spun-Melt-Spun</i>)	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

Fonte: Adaptado de Fundacentro (2009)

3.2. Mapeamento do *layout* do cenário sem exposição solar direta

Os cenários onde ocorrem o desenvolvimento de algumas das etapas do cultivo do fumo, sem exposição solar, foram mapeados, sendo elaborado croqui de sua planta baixa. Desta forma, objetivou-se, a partir dos resultados do monitoramento da exposição ao calor no local, juntamente com o *layout* do cenário, identificar oportunidades de melhoria para a atenuação da exposição ao calor.

3.3. Medição dos parâmetros de avaliação da exposição ao calor

Em conjunto com a “Identificação da distribuição horária das atividades por cenário” foram realizadas as análises dos parâmetros de avaliação da exposição ao

calor: temperatura de bulbo úmido natural (T_{bn}), temperatura de bulbo seco (T_{bs}), termômetro de globo (T_g) e velocidade do ar (U_a).

Os equipamentos utilizados foram o termômetro de globo digital Protemp® e o anemômetro modelo MDA-11 marca Minipa®, para a avaliação da T_{bn} , T_{bs} , T_g e da velocidade do vento, respectivamente. O termômetro de globo e o anemômetro utilizado neste trabalho são apresentados na Figura 3 a e b.

Figura 3. Equipamentos utilizados no monitoramento dos parâmetros de exposição ao calor



(a)

Fonte: o autor (2018).



(b)

Fonte: o autor (2018).

Desta forma, é possível avaliar se os ambientes de trabalho oferecem risco a saúde ou não, conforme a NHO 06. Para estas avaliações, são adotadas as Equações 2 e 3. É avaliado também o Índice de Estresse Térmico (HSI) seguindo as Equações (3, 4, 5, 6, 7 e 8) disponibilizadas por Belding e Hatch (1955), ASHRAE (2013) e Wadden e Scheff (1987).

3.4. Definição de oportunidades de melhoria para minimização da exposição ao calor

A definição das oportunidades de melhoria, visando a minimização da exposição ao calor, serão identificadas a partir dos resultados de medição e análise do IBUTG e Estresse Térmico (HSI), nos ambientes com e sem exposição solar direta, levando em consideração as principais recomendações disponíveis na literatura mencionada e outras identificadas no desenvolvimento do trabalho.

As oportunidades identificadas serão classificadas a partir de uma análise dos perigos, suas causas, potenciais efeitos e recomendação de ações a serem implantadas e mantidas com a finalidade de melhorar as condições de trabalho visando a saúde dos trabalhadores no plantio de fumo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Identificação da distribuição horária das atividades

A identificação da distribuição horária das atividades sugere a realização de 3 atividades ao longo do dia de trabalho compreendendo deslocamentos, atividades na lavoura e paiol, além do período de alimentação/descanso. A divisão das atividades e o período no qual são desenvolvidas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Divisão horária das atividades desenvolvidas no cultivo do fumo pós plantio

HORÁRIO	ATIVIDADE
7:00 - 7:30	<i>Deslocamento ($\pm 5km$)</i>
7:30 – 11:30	Lavoura
11:30 – 12:00	<i>Deslocamento ($\pm 5km$)</i>
12:00 – 13:15	<i>Almoço / descanso</i>
13:15 – 15:30	Paiol (Estoque ou grampeamento)
15:30 – 16:00	<i>Deslocamento ($\pm 5km$)</i>
16:00 – 20:00	Lavoura
20:00 – 20:30	<i>Deslocamento ($\pm 5km$)</i>
20:30 – 21:00	Paiol (Estoque ou grampeamento)

As vestimentas adotadas para a realização das atividades são classificadas conforme a NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017) e ISO 7730 (2005), conforme apresentado na Tabela 3. Ao passo que a norma NHO 06 sugere que o tipo de vestimenta adotada pelos trabalhadores não resulta em incremento na avaliação da exposição ao calor, a norma ISO 7730 (2005) indicada um acréscimo de aproximadamente 2,6°C.

Tabela 3. Alteração das condições de temperatura conforme normas NHO e ISO

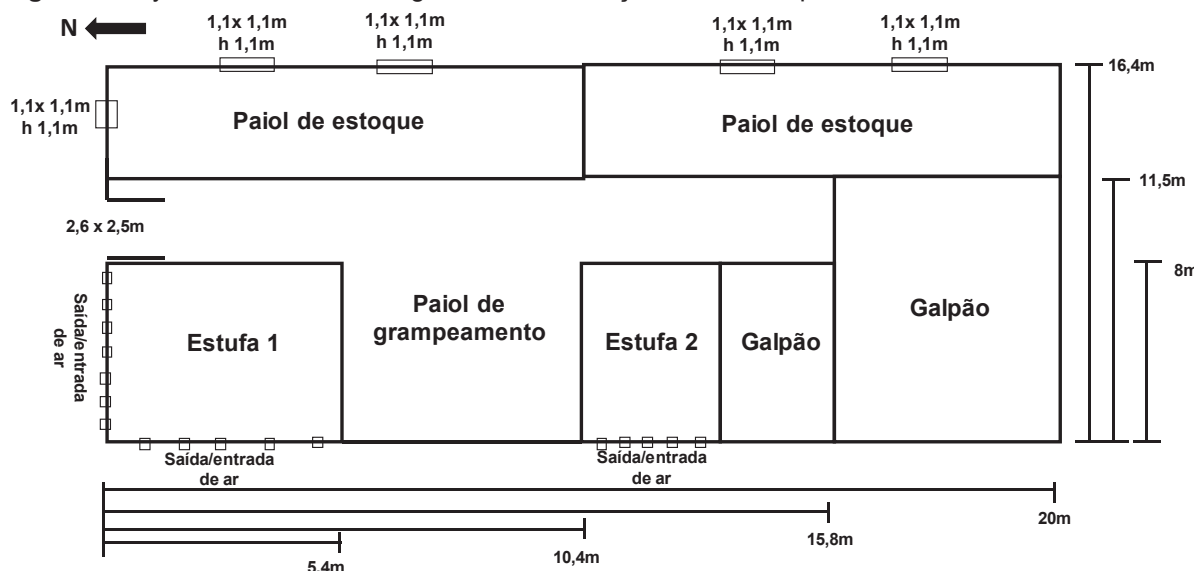
VESTIMENTA	NHO 06 (incremento, °C)	ISO 7730 (alteração temp., °C)
-------------------	-----------------------------------	--

-Camisa com gola, manga longa (100% algodão); -Calça de trabalho (100% algodão); - Tênis, sola leve; - boné.	0	$0,9+1,6+0,1+0 = 2,6$
---	---	-----------------------

4.2. Layout do cenário sem exposição solar direta

O mapeamento das áreas de trabalho permite identificar a inexistência de janelas na área de paiol para grampeamento. A Figura 4 apresenta maiores detalhes do layout das áreas de desenvolvimento do grampeamento, estoque e secagem (estufa) do fumo.

Figura 4. Layout e características gerais das edificações utilizadas pela unidade familiar estudada¹



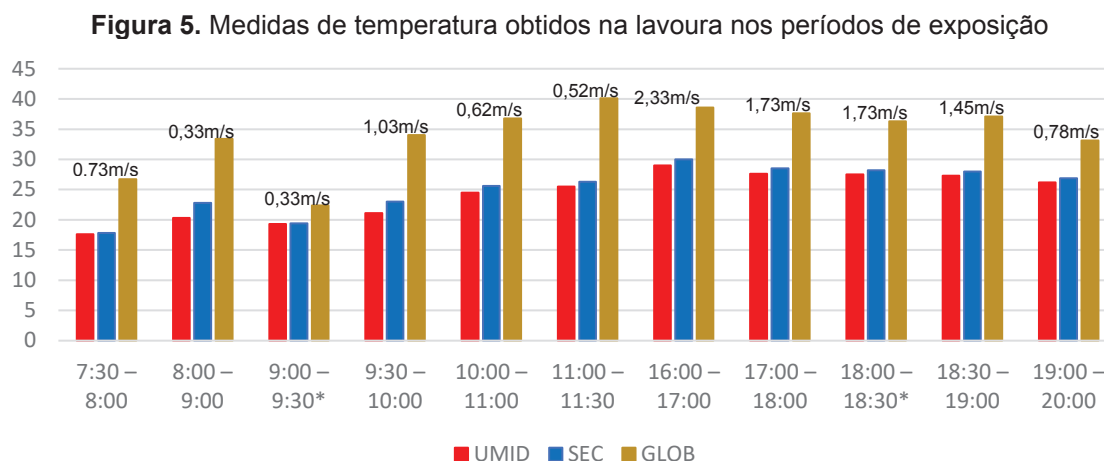
Apesar da existência de janelas no paiol de estoque, em período de armazenamento de fumo as mesmas não podem ser abertas, minimizando assim as perdas de produto pela umidade. Assim, é possível concluir sobre a inexistência de circulação/renovação de ar nos ambientes de trabalho.

4.3. Avaliação do calor na lavoura

Os dados medidos na atividade desenvolvida na lavoura apresentam como ponto de inflexão o período entre 11:00 e 11:30, onde até então a um crescimento

¹ **Detalhes estruturais:** Parede: alvenaria (tijolo 6 furos, sem reboco); Pé direito: 2,5 a 4 metros; Forração: não; Piso: terra; Portas: madeira; Janelas: madeira.

seguido do decréscimo após este período. A Figura 5 apresenta as temperaturas de medidas.



Avaliando a nocividade das atividades desenvolvidas adotou-se os piores cenários de exposição sendo a Lavoura no ultimo horário de trabalho da manhã (11:00 – 11:30), conforme estabelece a NHO-06. Foi avaliado o IBUTG conforme a equação 3 Os dados de entrada e o resultado do IBUTG é apresentado na Tabela 4.

Considerando a Tabela 1 da NHO 06, onde é definido o limite de exposição para trabalhadores não aclimatizados o desenvolvimento das atividades na Lavoura é considerado *NOCIVO* a saúde, já que apresenta IBUTG igual a 28,5, superando o valor de 21,9 sugerido pela Fundacentro (2017) conforme a taxa metabólica adotada para a atividade.

Tabela 4. Parâmetros medidos para atividade desenvolvida na Lavoura

PARÂMETRO	MEDIDA (°C)
tbn	25,5
tg	40,1
tbs	26,3
IBUTG	28,5

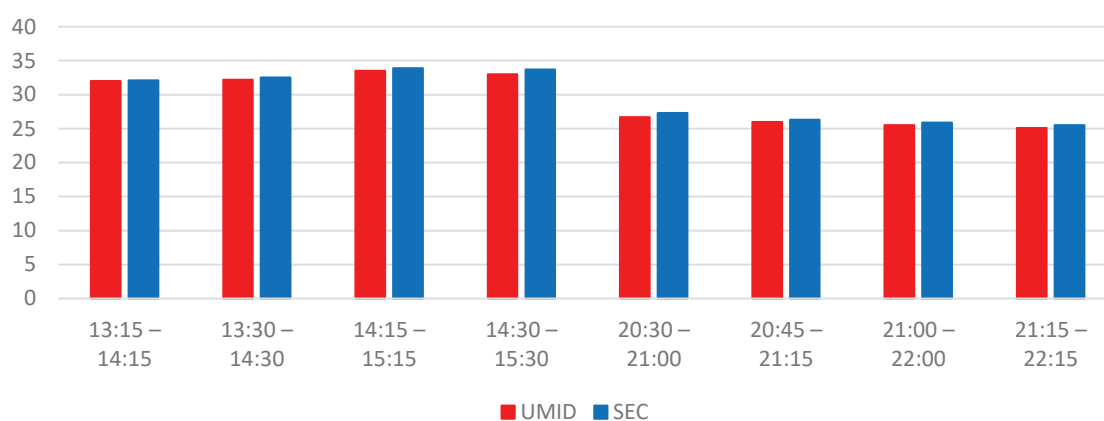
* tipo de atividade: Trabalho de carregar pesos ou com movimentos vigorosos com os braços, 495 Kcal/h

Entretanto, o valor obtido não supera o Valor Teto estabelecido pela NIOSH (2013) *apud* Fundacentro (2017), que sugere 33,8°C como valor de IBUTG relacionado a uma taxa metabólica que define condições extremas nas quais o trabalhador não é mais capaz de manter o equilíbrio térmico, implicando aumento da temperatura central de 1°C em menos de 15 minutos.

4.4. Avaliação nas áreas do paiol

As atividades desenvolvidas no paiol são divididas em 2 locais que foram avaliados de maneira distintas, a área de estoque e a área de grampeamento. O pior cenário na área de estoque compreende o período entre 14h15min. e 15h15min e o da área de grampeamento entre 14h30min e 15h30min.

Figura 6. Medidas de temperatura obtidos no Paiol nos períodos de exposição



Considerando que não há intervalo nas atividades desenvolvidas no paiol, seja no turno da tarde ou da manhã, será considerado como Trabalho Contínuo. Considerando o pior período de atividades neste no Paiol área de estoque (14h15min às 15h15min) os parâmetros adotados e os cálculos são apresentados a seguir:

Tabela 5. Parâmetros medidos para atividade desenvolvida na Lavoura

PARÂMETRO	MEDIDA (°C)
Paiol (Estoque)	
tbn	33,5
tg	36,2
IBUTG	34,31
Paiol (Grampeamento)	
tbn	33,0
tg	35,9
IBUTG	33,87

* tipo de atividade: Trabalho de carregar pesos ou com movimentos vigorosos com os braços, 495 Kcal/h

O desenvolvimento de atividades no paiol, seja na área de estoque ou na área de grampeamento superaram os valores definidos pela Tabela 1 da NHO 06, sendo,

portanto, este cenário considerado como *NOC/VOS* à saúde dos trabalhadores. Entretanto, assim como nas atividades desenvolvidas na lavoura, o valor obtido não supera o Valor Teto estabelecido pela NIOSH (2013) *apud* Fundacentro (2017).

Foi possível realizar uma avaliação na estufa de secagem das folhas de fumo no momento da retirada do material. Esta atividade ocorre de maneira esporádica, sendo totalmente dependente do final do processo de secagem, que pode variar, e tempo de resfriamento do local para acesso seguro. O local possui entrada de ar na parte inferior do local o que possibilita a ventilação. Os dados obtidos no monitoramento no momento da retirada do produto são apresentados na Tabela 6 seguido do cálculo do IBUTG.

Tabela 6. Parâmetros identificados na estufa de secagem das folhas de fumo

PARÂMETRO	MEDIDA (°C)
tbn	22,9
tg	23,2
IBUTG	23,2

* tipo de atividade: Trabalho de carregar pesos ou com movimentos vigorosos com os braços, 495 Kcal/h

Apesar do valor obtido estar abaixo dos identificados para os outros cenários, o resultado ainda supera o limite de exposição, conforme a taxa metabólica selecionada para a atividade, definido pela NHO 06. Desta forma, é possível identificar a nocividade de todas as atividades avaliadas conforme os parâmetros medidos e a taxa metabólica escolhida para cada uma das atividades.

4.5. Estresse térmico

A avaliação do estresse térmico dos trabalhadores foi realizada nos três cenários considerados como habitualmente desenvolvidos no cultivo de fumo pós colheita.

Lavoura: considerando o pior cenário, 11 horas da manhã.

Paio (estoque/grampeamento): considerando o pior cenário, 14:30 – 15:30 horas da manhã.

Estufa: considerando cenário avaliado.

Os valores de velocidade do vento nos ambientes sem exposição direta ao sol (Paio e Estufa) foi considerado 0,1m/s, conforme recomendação da NBR 16401-2

(ABNT, 2008) e FUDACENTRO (1999), uma vez que estes locais não apresentam ventilação natural e/ou artificial.

A Tabela 7 apresenta os dados de entrada da série de equações (4, 5, 6, 7 e 8) para definição do Índice de Estresse Térmico (HSI).

Tabela 7. Resultados das avaliações de Estresse Térmico dos ambientes de trabalho avaliados

AMBIENTE	LAVOURA	PAIOL GRAMP.	ESTUFA
PARÂMETROS DE ENTRADA	M-W = 5 kcal/min Ua = 0,52 m/s k = 0,6 As = 1,8 m ² Ts = 308 K Tg = 313,1 K Tbu = 298,5 K Tbs = 299,3 K Φ = 0,94	M-W = 5 kcal/minn Ua = 0,1 m/s k = 0,6 As = 1,8 m ² Ts = 308 K Tg = 308,9 K Tbu = 306,7 K Tbs = 309 K Φ = 0,86	M-W = 5 kcal/minn Ua = 0,1 m/s k = 0,6 As = 1,8 m ² Ts = 308 K Tg = 296,9 K Tbu = 295,9 K Tbs = 296,2 K Φ = 0,98
RESULTADOS	R= 1,85 Kcal/min Tw= 331,51 K C= -0,95 Kcal/min Ereq= -5,90 Kcal/min Emáx = -2,38 Kcal/min HSI = 247,72	R = 0,07 Kcal/min Tw = 308,83 K C = 0,06 Kcal/min Ereq = -5,13 Kcal/min Emáx = -0,10 Kcal/min HSI = 5044,97	R = - 0,83 Kcal/min Tw = 297,42 K C = -0,70 Kcal/min Ereq = -3,46 Kcal/min Emáx = -1,01 Kcal/min HSI = 342,64

*considerado com velocidade do ar 0,1m/s, conforme NBR 16401-2 (ABNT, 2008).

O calor produzido pelo corpo (M-W) teve o valor padronizado em 5kcal/min, usando valor aproximado ao de Almeida et al. (2004) que avaliaram atividade com exigência de esforço ao trabalhador. Os valores de “fração da pele exposta” (K) e “área superficial do corpo” (As) foram iguais na avaliação dos três cenários, conforme os valores sugeridos por NISHI (1981).

Conforme ASHRAE (2013) todos os ambientes de trabalho avaliados apresentam alto índice de estresse térmico. Desta forma é possível identificar a necessidade de medidas que visem amenizar as condições do ambiente de trabalho.

4.6. Oportunidades de melhoria

Foram identificadas situações com potenciais perigos à saúde dos trabalhadores avaliados. A Tabela 8 apresenta os principais perigos, suas causas, potenciais efeitos e recomendações geradas a partir dos dados levantados com a aplicação da metodologia utilizada neste trabalho.

Tabela 8. Análise dos principais perigos identificados na colheita de fumo pós plantio

Perigo	Causa	Efeitos	Recomendações
Hipertermia	Limitação perda de calor pelas vestimentas	Exaustão, câibras e alta perda hídrica devido ao calor	Uso de vestimentas devidamente selecionadas que não limitem a perda de calor, conforme NHO06 e ISO 7730 (e com retenção UV para ambientes de exposição solar direta).
	Falta de ventilação natural/artificial (paiol e estufa)	Síncope devida ao calor; Exaustão devida ao calor, perda hídrica e à perda de sais	Redefinição do layout das áreas de paiol permitindo uso de ventilação natural/artificial e reduzindo os efeitos da radiação solar sobre a edificação (uso de forração, aumento do pé direito, outros). Uso do sistema de janelas sempre que possível.
	Alto IBUTG (exposição solar direta ou não)	Golpe de calor ou síncope devida ao calor; Câibras e exaustão devida ao calor, perda hídrica e à perda de sais	Redução da carga horária matutina reduzindo o período às 10:00. Uso de sistema de áreas de repouso com rodízio entre os colaboradores (relação trab./descanso = 50%).
Exposição solar direta	Alto IBUTG (exposição solar direta ou não)	Eritema devido ao calor	Uso de protetor solar. Uso de roupa com retenção UV. Redução da carga horária matutina reduzindo o período até as 10:00h. Uso de sistema de áreas de repouso com rodízio entre os colaboradores (relação trab./descanso = 50%).

A partir dos perigos identificados considera-se necessário o desenvolvimento de um Programa de Aclimação sob supervisão de médico antes e durante o período de exposição solar direta pela atividade de cultivo de fumo.

Considera-se importante, também, o desenvolvimento, implantação e manutenção de um Programa de Gerenciamento de Sobrecarga Térmica para os trabalhadores desta atividade.

5. CONCLUSÕES

A distribuição horária habitualmente utilizada pelos trabalhadores sugere a existência de medida proativa no sentido de minimizar a exposição direta a radiação solar, uma vez que utilizam as primeiras horas da manhã e as últimas da tarde para desenvolverem as atividades na lavoura.

O layout dos ambientes sem exposição solar direta, assim como medidas voltadas a conservação do produto, evidencia a necessidade de ações voltadas a minimização do efeito da radiação solar externa nas estruturas e a ventilação natural e/ou artificial.

Todos os ambientes de trabalho, com ou sem exposição solar direta, são considerados nocivos a saúde dos trabalhadores e os valores poderiam ser superiores uma vez que a ISO 7730 (2005) sugere o incremento de 2,6° pelas vestimentas adotadas.

Além disso, por ser atividades familiares os agricultores não têm ideia do risco a que estão submetidos na exposição ao calor. Por não serem funcionários não recebem capacitação de seus empregadores conforme previsto nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, seria importante uma capacitação aos agricultores sobre os riscos a que estão expostos no ambiente de trabalho.

Verificar a possibilidade de incluir a execução das atividades sob tendas moveis para evitar a exposição solar direta e por consequência reduzir a sobrecarga térmica. Incentivar o consumo de água durante a atividade de forma a manter a hidratação.

Conclui-se que é necessário a implantação de Programa de Aclimação e Programa de Gerenciamento de Sobrecarga Térmica para os trabalhadores do cultivo de fumo devidamente elaborados, implantados e mantidos por profissionais da área de saúde e segurança do trabalho. Considera-se que as empresas tabagistas sejam capazes de prestar o suporte necessário aos agricultores com os quais possuem acerto produtivo.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.B.; XAVIER, G.N.A.; CARMINATTI, L.J.; GIUSTINA, M.C.D. Gasto Calórico nas Atividades de Trabalho e Cotidianas dos Carteiros que Utilizam Bicicleta. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v.6, n. 2. 2004 p. 53 – 61

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. **Handbook—Fundamentals**, 2013

ANDERSON, R.; De SOUZA, E. Heat stress management in underground mines. **International Journal of Mining Science and Technology**. v. 27, 2017. p. 651–655

ASSOCIATION ADVANCING OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH - ACGIH. TLVs e BEIs. **Limites de Exposição Ocupacional (TLVs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição (BEIs)**. Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais - ABHO. 2017

BELDING, H. S., HATCH, T. F. Heating Piping, and Air Conditioning, August, 1955pp. 129-136.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. RUAS, A. C.FUNDACENTRO. São Paulo, 1999.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. **Dermatoses Ocupacionais**.ALI, S. A. 2a. edição. FUNDACENTRO. São Paulo, 2009.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. Norma de Higiene Ocupacional. **NHO 06 Avaliação da exposição ocupacional ao calor**: Procedimento Técnico. 2ª edição. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA - INCA. **Estimativa 2016. Incidência de Câncer no Brasil**. Ministério da Saúde. Rio de Janeiro: INCA, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA - INCA. Observatório da Política Nacional de Controle do Tabaco. **Fumicultura e Saúde**. Disponível em:<http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/observatorio_controle_tabaco/site/status_politica/fumicultura_e_saude>. Acesso em jan. de 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Norma 7730:2005, 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: Geneva. 2005.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho**. AEAT 2015. v. 1. Brasília-DF, 2015.

NISHI, Y. Measurement of thermal balance of man. **Bioengineering Thermal Physiology and Comfort**. New York, eds. Elsevier, 1981.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Classificação estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde**. Décima Revisão. v. 1. Organização Panamericana da Saúde – OPAS. EDUSP, São Paulo, 2007.

PRIEB, Rita I. P. **Fábrica de Ilusões**: o Caso dos pequenos produtores de fumo de Santa Cruz do Sul – RS. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1995. 92p.

ROCHA, L.P.; CEZAR-VAZ, M.R.; ALMEIDA, M.C.V.; BORGES, A.M.; DA SILVA, M.S.; SENA-CASTANHEIRA, J. Cargas de Trabalho e Acidentes de Trabalho em Ambiente Rural. **Revista Enfermagem**. v 24. N. 2. 2015. P. 325-35.

TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 4ª REGIÃO - TRT4. **Pesquisa de Jurisprudência**. Disponível em:<<https://www.trt4.jus.br/portais/trt4>>. Acesso em jan. de 2018.

TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO - TST. **Consulta Unificada**. Disponível em:<<http://www.tst.jus.br/web/guest/consulta-unificada>>. Acesso em jan. de 2018.

WADDEN, R.A. SCHEFF, P.A. **Engineering design for the control of workplace hazards**. McGraw-Hill, 1987

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. 1985. **Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation**. WHO Technical Report Series No. 724. Geneva.