

CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTE TÉRMICO PARA TRABALHADORES EM CASAS DE VEGETAÇÃO

Adriana Maria dos Santos¹
Daniele Ferreira de Melo²
Fabiana Terezinha Leal de Morais³
Dermeval Araújo Furtado⁴

RESUMO

Com base nas Normas Regulamentadoras de saúde e segurança no trabalho e buscando propor o bem-estar de trabalhadores em ambientes de estufa para produção vegetal, buscou-se, com este trabalho, Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi analisar a atividade laboral em estufas, na produção de alface sob uma perspectiva ergonômica o conforto térmico do ambiente. O trabalho foi desenvolvido em o experimento foi desenvolvido entre agosto à outubro de 2017, em área experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), O local de experimento é uma estufa para a produção vegetal da cultura da alface, onde foi realizado a coleta dos dados de temperatura, umidade, radiação e velocidade do vento, utilizando o período em que o trabalhador fica no local de trabalho, das 07:00 às 18:00 horas, gerando uma média a cada 01:00 horas de coleta, o método de avaliação da exposição ao calor foi feita através da coleta de dados de fatores ambientais e estudo comparativo com a Norma de Higiene Ocupacional (NHO 06) da FUNDACENTRO. Como resultado observou-se que as variáveis ambientais analisadas, umidade ficou próximo ao limite de tolerância e a velocidade do vento abaixo do recomendado pela NR-17 de 40%, o IBUTG encontra-se acima do limite de tolerância para atividade analisada e classificada como pesada e moderada nos horários de 10:00 horas às 16:00 horas, caracterizando condição de estresse térmico para os trabalhadores. Verificou-se com estes dados a necessidade de medidas administrativas de segurança no trabalho afim de, minimizar a condição de estresse térmico evidenciada no interior da edificação que comprometem a eficiência do trabalho realizado e a saúde laboral.

Palavras-chave: Variáveis ambientais, calor, produtores, produção vegetal, estufas.

INTRODUÇÃO

A agricultura é um lugar de destaque na economia em todo o mundo, principalmente devido à necessidade de alimentos produção e o grande número de pessoas empregadas.

¹ Mestranda Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB, ttstadiana@gmail.com;

² Doutoranda do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB, danimelo.ufcg@hotmail.com;

³ Mestranda do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB, FabianaLeal_Morais@hotmail.com;

⁴ Professor, doutor do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB, araujodermeval@gmail.com

Combinado com técnicas agrícolas convencionais, o cultivo em estufa tem sido cada vez mais utilizado para permitir a produção contínua e maior qualidade ao controle (SAATH et al, 2018).

O ambiente de trabalho em meio à produção vegetal pode conter agentes causadores de riscos, classificados pelas Normas Regulamentadoras Brasileiras como físicos, químicos, ergonômicos, biológicos e de acidentes, originados de diversos meios, seja por atividade metabólica, componentes construtivos ou microclima do ambiente, a associação destes agentes ao tempo de exposição, sistema produtivo e tipo de manejo, em níveis prejudiciais torna os ambientes insalubres.

As características de um ambiente de trabalho refletem, de maneira expressiva, na atividade do trabalhador. Um local de trabalho apropriado deve oferecer condições ambientais ideais para a realização das tarefas, que devem estar adequadas às características psicofisiológicas do trabalhador e à natureza da atividade desenvolvida, proporcionando ao mesmo tempo, o máximo de proteção possível, prevenindo acidentes, doenças ocupacionais, além de propiciar melhor relacionamento entre a empresa e o empregado (FARIA et al. 2006).

Condições ambientais desfavoráveis podem se tornar uma grande fonte de tensão na execução das tarefas, em qualquer situação de trabalho. Estes fatores podem causar desconforto, aumentar o risco de acidentes, diminuir a produtividade, aumentar os custos e causar danos consideráveis à saúde. Diante de tal perspectiva, fundamenta-se a preocupação atual com a associação entre o ambiente laboral e as condições ambientais básicas (LIDA, 2012).

Entre os vários índices, o índice de temperatura e umidade tem sido amplamente utilizado para classificar o nível de conforto térmico de trabalhadores tendo em vista a fácil obtenção de dados meteorológicos (HJORT et al, 2016). O índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) é um dos indicadores do desconforto térmico e que é utilizado pela legislação brasileira (Lei n. 6.514, 1977; NR-15/Anexo 3 do Ministério do Trabalho e Emprego, 2017).

Outro indicador pouco utilizado em estudo com trabalhadores é a carga térmica radiante, que nos ambientes de trabalho é resultante de duas parcelas de carga térmica: uma carga externa (ambiental) e outra interna (metabólica). A carga externa é resultante das trocas térmicas com o ambiente e a carga metabólica é resultante da atividade física que exercida pelo trabalhador (FREITAS E GRIGORIEVA, 2017).

O trabalho em estufas ocorre sob altas temperaturas, especialmente em regiões de clima quente (FERRE et al, 2011). Algumas estufas usam telas de sombra para mitigar o fluxo de radiação solar que pode prejudicar o metabolismo da planta, o que também pode

alterar a sensação térmica percebida pelos trabalhadores. O conforto térmico é geralmente avaliado através do IBUTG – Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo e confrontado em dados da NR-15- Atividades e Operações Insalubres.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi analisar a atividade laboral em estufas, na produção de alface sob uma perspectiva ergonômica o conforto térmico do ambiente.

Diante do contexto apresentado, considera-se importante debates, pesquisas e formação de novos conceitos relativos à saúde do trabalhador do campo e suas interfaces que envolvem a produção agropecuária, e que possibilitem melhorias para o setor, em especial a região nordeste, pelo grande número de produção e poucos estudos publicados.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo exploratório, por observação sistemática e com abordagem quantitativa comparativa, o experimento foi desenvolvido entre agosto à outubro de 2017, em área experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado na zona centro oriental do estado da Paraíba, no Planalto da Borborema ($7^{\circ}13'11''S$; $35^{\circ}53'31''O$ e 547 m de altitude), região do semiárido de acordo com Köppen (1948) o clima da região é classificado como o tipo (AS'), com características climáticas, quente e úmido com temperatura máxima anual de $28,6^{\circ}C$ e mínimo de $19,5^{\circ}C$ e pluviosidade média anual de 765 mm.

O local de experimento é uma estufa para a produção vegetal da cultura da alface. O horário de coleta foi em função do período em que o trabalhador fica no local de trabalho, das 07:00 às 18:00 horas, gerando uma média a cada 01:00 horas de coleta.

Figura 01: Estufa com experimento para captura de dados metrológicos instalados



Fonte: Próprio Autor, 2019.

A escolha do método de avaliação da exposição ao calor foi feita através da coleta de dados de fatores ambientais e estudo comparativo com a Norma de Higiene Ocupacional - NHO 06 da Fundação Jorge Duprat Figueiredo (FUNDACENTRO).

Para caracterização dos ambientes estudados, as variáveis meteorológicas avaliadas foram temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, no interior da estufa foram instalados sensores para captar e armazenar os dados de temperatura de bulbo seco (Tbs) e umidade relativa do ar (UR) foi utilizado o datalogger modelo HT-70 marca Instrutherm, com calibração realizada no Laboratório de Vibração e Instrumentação (LVI). Para temperatura de globo negro (Tgn), foi adaptado um termopar no interior de uma esfera oca de polietileno pintada na face externa na cor preta fosca. O armazenamento dos dados foi com microcontrolador Arduíno Uno, conforme figura 02 que ilustra a localização dos pontos de coleta onde foram instalados os globos negros.

O espaço de estudo conta com dois produtores, o que para o estudo não foi avaliado sobre o conforto retratando o trabalhador mais o ambiente ao qual ele está exposto diariamente por 8 horas/dia, o que equivale a comparação dos dados com a NR -15, Atividades e Operações Insalubres.

Com os dados do ambiente térmico será calculado o índice bulbo úmido e termômetro globo (IBUTG) a partir da equação descrita pela Norma Regulamentadora 15, Atividades e Operações Insalubres, para avaliação ambientes internos (sem carga solar), de acordo com o estabelecido pela NR 15, anexo nº3 (2004):

Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$IBUTG=0,7tbn+0,3tg \quad (1)$$

Sendo: tbn = temperatura de bulbo úmido natural, tg = temperatura de globo.

Os resultados foram estudados e confrontados com os quadros 01 e 03 da NR- 15 determinando o tipo de atividade e a taxa de metabolismo gasta no trabalho realizado.

E a carga térmica de radiação (CTR) calculada através da equação proposta por Esmay (1979).

$$CTR = \sigma (TRM)^4 \quad (2)$$

Onde, CTR – carga térmica de radiação (Wm^{-2}), σ – constante de Stefan Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} K^{-4}$), TRM – temperatura radiante média (K).

A TRM é a temperatura de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra, para eliminar o efeito da reflexão, com a qual o corpo (globo negro) troca tanta quantidade de

energia quanto a do ambiente considerado (BOND et al., 1954). A TRM foi obtida pela eq.(3):

$$TRM = 100 [2,51 v^{1/2} (T_{gn} - T_a) + (T_{gn} / 100)^4]^{1/4} \quad (3)$$

em que, TRM - K; v - velocidade do vento, $m s^{-1}$, e T_a - temperatura ambiente, K.

Para delineamento experimental de análise e organização dos dados foi apresentado em tabelas, aprimorando a discussão do resultado na correlação literária da temática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por estufas agrícolas entende-se toda e qualquer estrutura fechada coberta por materiais semitransparentes (plásticos, policarbonatos, vidro), que possibilitam a passagem da luz solar, essencial à realização da fotossíntese das plantas. Desta forma, no seu interior, torna-se possível obter condições artificiais de microclima e controlo das condições climáticas como a temperatura, a umidade do ar, a radiação, o solo, o vento e a composição atmosférica (BAPTISTA, 2008).

O ambiente térmico é avaliado em função de índices de conforto térmico. Normalmente, estes índices consideram os parâmetros ambientais de temperatura, umidade, vento e de radiação, sendo que cada parâmetro possui um determinado peso dentro do índice, conforme retrata o cálculo do IBUTG na NR- 15.

Outro indicador das condições térmicas ambientais é a carga térmica de radiação (CTR), que em condições de regime permanente expressa a radiação total recebida pelo globo negro proveniente do ambiente ao seu redor (SILVA et, al.1990).

A atividade avaliada foi produção vegetal (alface) em casa de vegetação (estufas), atividade que requer movimento de inclinação de tronco no plantio e colheita do alface, o trabalho é contínuo sem descanso, com carga horária de 8 horas/dia. A escolha do horário de coleta foi em razão do horário de trabalho que inicia às 07:00 e encerra às 18:00 horas, com intervalo de 2 hora para almoço, das 12:00 às 14:00 horas.

Considerando trabalho em pé e curvado, contínuo, sem descanso, com as atividades de limpeza e adubação, plantação e colheita, também levantamento de peso de mais de 10 kg na adubação, a NR - 15 determina que a faixa de conforto esteja em ambiente de trabalho com IBUTG abaixo de 25°C, conforme quadro 01, que descreve tipo de atividade e limite de tolerância no regime de trabalho intermitente com descanso no local de trabalho, (NR 15, anexo n°3 (Segurança e Medicina no Trabalho, 2004).

As variáveis meteorológicas no interior da estufa apresentam comprovada variabilidade espacial, temperatura, umidade, radiação, velocidade do vento, são fatores importantes, podendo interferir de forma benéfica ou maléfica tanto no conforto do ambiente quanto no desenvolvimento do vegetal.

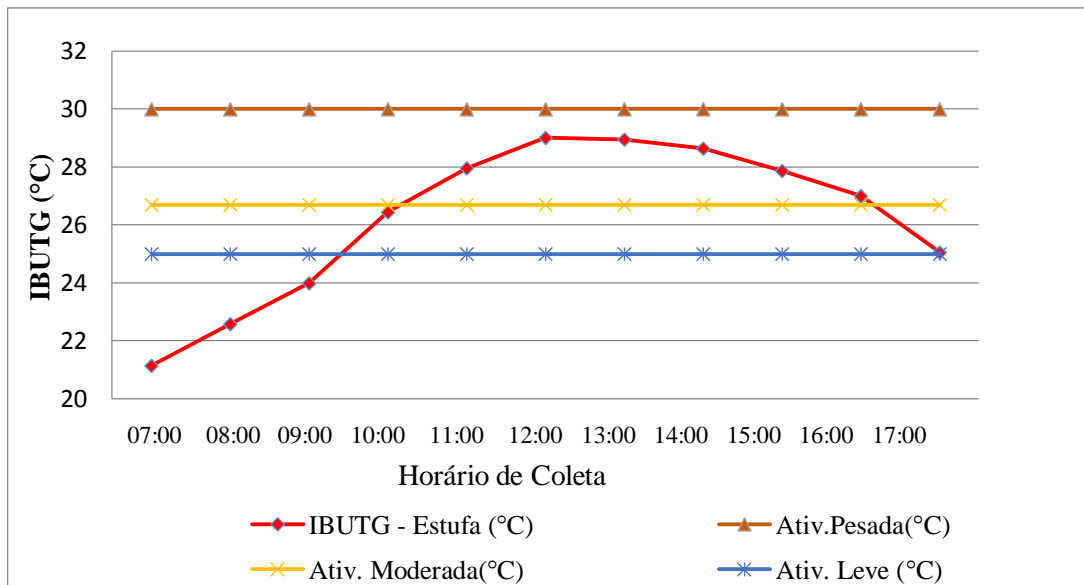
Variáveis ambientais	Horário de Coleta										
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Temperatura do ar (°C)	22,55	23,99	25,39	27,85	29,37	30,41	30,35	30,04	29,28	28,40	26,45
Velocidade do vento (m s-1)	0,46	0,46	0,53	0,76	0,70	0,66	0,87	0,79	0,77	0,85	0,67
Umidade relativa (%)	84,08	79,64	73,67	65,14	59,15	55,26	54,32	54,31	54,89	56,70	62,11
Índice de Globo Negro e Umidade (°C)	20,55	21,99	23,39	25,85	27,37	28,41	28,35	28,04	27,28	26,40	24,45
Carga Térmica Radiante (Wm-2)	410,04	418,04	435,54	459,70	467,46	467,45	465,02	460,97	455,60	4434,85	441,02

As variáveis que influenciam no conforto térmico, representam índices que promovem a energia térmica, para umidade, segundo a NR-17, ergonomia, umidade relativa do ar não pode ser inferior a 40 (quarenta) por cento, o que esteve próximo a este limite de tolerância nos horários e 12:00 e 13:00, já a velocidade do ar não superior a 0,75m/s, o que para os horários de 07:00, 08:00 e 09:00, mostra valores bem abaixo com 0,46 e 0,53m/s.

O gráfico 01 registra o IBUTG, determinados a partir dos valores médios coletados em todos os horários, e sua média para os horários propostos. Pode-se notar que os valores foram crescentes nos horários de 10:00 às 13:00 horas, chegando a ter uma diferença de até 8°C do início do dia de atividade até o horário de 12:00 horas.

Em comparação as médias estabelecidas pela NR-15, considerando o trabalho contínuo, temos até 30,0°C para atividade leve, 26,7°C para atividade moderada e 25,0°C para atividade pesada, nos dados analisados nos horários de 10:00 horas às 17:00 horas estiveram acima da faixa de conforto para atividade moderada e pesada.

Tabela 1- IBUTG do local de trabalho em função do horário.



Em estudo semelhante, Alves et al, (2012) o pico máximo ocorreu às 13:00 horas (28,93 °C) verificando-se um aclave até as 11:00 horas e declive mais acentuado após as 15:00 horas, nas casas sem exaustor. Verificou-se, também, que o IBUTG é mais variável nas casas de vegetação sem exaustor, devido às aberturas laterais existentes nessas casas.

Caso semelhante foi nas avaliações de Baptista (2008), onde apenas em alguns dos dias, e em curtos períodos ao início da manhã e no final da tarde, se obtiveram valores abaixo dos 22 °C. As temperaturas registadas situaram-se geralmente entre os 25 °C e os 30 °C. Os 30 °C foram ultrapassados durante as horas de maior incidência da radiação solar, de um modo geral entre as 11h00 e as 15h00.

De acordo com a norma ISO 7243 (Hot environments- estimation of the heat stress on working man, based on WBGT) e atendendo às características do trabalho, também o valor do WBGT não deveria ultrapassar os 18 °C e, em nenhum caso deveria ultrapassar os 28°C.

Em Langley (2015) são apresentadas sugestões para medidas de segurança, trabalhadores devem vestir-se adequadamente para trabalhos em edificações de vegetação, de preferência com roupas em camadas. Pausas regulares e quantidades adequadas de água devem estar prontamente disponíveis. Os trabalhadores devem ser incentivados a beber água para evitar a desidratação durante o verão.

O desconforto térmico em ambientes quentes é responsável pela perda de produtividade, motivação, velocidade, precisão, continuidade e o conseqüente aumento da incidência de acidentes e doenças (COUTO, 2003).

Quando os valores indicados são ultrapassados, a exposição prolongada a essas condições, podem provocar conseqüências em longo prazo, tais como: Maior susceptibilidade a outras doenças; Efeitos sinérgicos com outros agentes agressivos, tais como

contaminantes químicos; Decréscimo do desenvolvimento individual e da capacidade de execução; Cataratas nos olhos; Maior incidência de doenças cardiovasculares e de perturbações gastrointestinais (BAPTISTA, 2008).

O estudo desenvolvimento possibilita inferir a implantação de medidas de proteção coletiva deverão obedecer à seguinte hierarquia descrita pela NR 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. A NR 09 – Programa de prevenção de riscos ambientais no seu subitem 9.3.5.1 diz que deverão ser adotadas medidas de controle suficientes para eliminar, minimizar ou mesmo controlar os riscos ambientais existentes. Os subitens 9.3.5.2 e 9.3.5.4 determinam que existem três tipos de medidas de controle, coletiva, administrativo ou de organização do trabalho; e o uso do Equipamento de Proteção Individual (BRASIL, 2017).

Com os resultados alertando sobre índices térmicos acima do limite de tolerância pode-se descrever o indicativo para gestão de saúde e segurança no trabalho para o ambiente de trabalho avaliado com medidas administrativas:

- I. Construção e implantação do PPRA- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, que inexistente no ambiente de trabalho estudado com a realização de treinamentos informando os riscos existe;
- II. Realização de um PCMSO – Programa de Controle Médico da Saúde Ocupacional;
- III. Organização do horário de trabalho estabelecendo horário de descanso.
- IV. Fornecimento de líquido para hidratação dos trabalhadores, visto que no ambiente de trabalho constava com uma garrafa de 2 litros para o consumo diário e a realização;
- V. Monitoramento de controle da temperatura.

A efetivação destas medidas sanaria a necessidade de medidas de proteção coletiva ou individual para o agente calor, visto que na atividade há outros riscos inerentes que devem também ser prevenido.

De acordo com os limites estabelecidos nesta norma são válidos apenas para trabalhadores sadios, com reposição de água e sais perdidos durante sua atividade, mediante orientação e controle médico e com o uso de vestimentas tradicionais, compostas por calça e camisa de manga longa ou macacão de tecido simples, que permitam a circulação de ar junto à superfície do corpo e viabilizem a troca de calor com o ambiente pelos mecanismos da convecção e evaporação do suor (NHO 06, 2014).

NR 17 – Ergonomia, estabelece que para o empregador rural ou equiparado deva adotar princípios ergonômicos que visem a adaptação das condições de trabalho às

características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar melhorias nas condições de conforto e segurança no trabalho (BRASIL, 2017).

Para exposições ocupacionais acima do nível de ação, é necessária a aclimatização. O plano de aclimatização deve ser elaborado a critério médico em função das condições ambientais, individuais e da taxa de metabolismo relativa à rotina de trabalho.

Dentre as atividades de natureza pessoal pode-se citar o isolamento pessoal ou vestimenta e a taxa metabólica. O isolamento pessoal tende a ser autorregulação em que as pessoas adicionam ou removem a roupa de acordo com seus próprios sentimentos de conforto. A vestimenta representa uma barreira para as trocas de calor, pois promove um determinado isolamento térmico, porque acrescenta resistência à transferência de calor entre o corpo e o

Considerando que os problemas relacionados ao trabalhador na área agrícola são negligenciados no Brasil, destaca-se a importância da educação, da capacitação e treinamentos e, principalmente, da conscientização de empregados e empregadores sobre os riscos visando à preservação de acidentes e a ocorrência de doenças ocupacionais. Qualquer investimento com segurança reflete positivamente na qualidade de vida dos trabalhadores e, conseqüentemente na sua capacidade produtiva, evitando gastos e reduzindo interrupções nas atividades laborais. A conscientização cada vez maior do trabalhador, com melhorias no seu padrão de vida, aliada à presença da legislação trabalhista com normas desenvolvidas, melhora a segurança e a proteção do trabalhador rural além de promover bem estar e conforto ao trabalhador (SAMWAYS; MICHALOSKI, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conforto térmico é fundamental para manter um ambiente de trabalho adequado e produtivo. Quando um indivíduo não está termicamente confortável, ele passa a sofrer estresse térmico, que pode trazer conseqüências para sua saúde.

As variáveis ambientais utilizadas foram a temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, em análise a informações da NR-17 velocidade do vento ficou abaixo do limite de tolerância nas primeiras horas do dia. Os índices de estresse térmico foram categorizados de acordo com suas faixas de valores, estabelecidos pela NR-15, com os índices categorizados calculou-se a média temporal comparando os valores que podem indicar estresse térmico nos índices nos períodos estudados, mostrando que durante o dia de trabalho mais de 5 horas é de exposição a temperaturas acima do limite de tolerância.

REFERÊNCIAS

ALVES, JOSÉ U.; MINETTI, LUCIANO J.; SOUZA, AMAURY P. DE, SILVA, KÁTIA R.; GOMES, JOSÉ M.; & FIEDLER, NILTON C.; Avaliação do ambiente de trabalho na propagação de *Eucalyptus spp.* Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 6(3), 481-486.2002.

BAPTISTA, J. S. CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTE TÉRMICO EM ESTUFAS AGRÍCOLAS, 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia. 2008.

COUTO, J. L. V.; do. Segurança no trabalho rural. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/acidente.htm>>.

FREITAS C.R.; GRIGORIEVA E.A.; Comparação e avaliação de uma ampla gama de índices climáticos humanos. International Journal of Biometeorology. v.61 (3) p. 487-512.2017.

FARIA, N.M.X. et al. Trabalho rural, exposição a poeiras e sintomas respiratórios entre agricultores. Rev. Saúde Pública, v.40, n.5, p.827-836, 2006.

ARAUJO, G. M.; REGAZZI, R. D. Perícia e avaliação de ruído e calor passo a passo: teoria e prática. Rio de Janeiro: GVC, 2002. p. 185-204.

IIDA I. Ergonomia: projeto e produção. Rio de Janeiro: Edgar Blucher; 2012.

LANGLEY R.; OCCUPATIONAL HAZARDS ON SWINE FARMS. Duke University. Durham, 1995.

Norma ISSO 7243 – HOT ENVIROMENTS – Estimation of the stress on working man, based on the WBGT- índice (wet bulb globe temperature) - ISO- 1989.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-6 - Equipamento de Proteção Individual. 2009.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 2009. .

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-15 - Atividades e Operações Insalubres. 2009.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-17 - Ergonomia. 2009.

NHO-06 -Avaliação da exposição ocupacional ao calor– FUNDACENTRO – 2001. Ministério do Trabalho e Emprego.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L.; Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 56(2), 195-212. 2018.

SAMWAYS A. R.; MICHALOSKI A. O.; Saúde e Segurança na Suinocultura no Brasil: um levantamento dos riscos ocupacionais. V.38 (11). p. 13. 2017.