

Avaliação da eficácia dos equipamentos de proteção individual para a exposição ocupacional ao frio

Evaluation of the efficacy of personal protective equipment against occupational exposure to cold

Simone Lorenzi Rossi¹, Heléia Bortolosso¹, Ricardo Silva²,
Josiane Maria Muneron de Mello¹, Marcelo Fabiano Costella¹

RESUMO | Introdução: Os setores climatizados, no ramo de indústrias alimentícias, apresentam variações de temperatura de -35 a 12°C, as quais são necessárias para garantir a qualidade dos alimentos. Entretanto, essa faixa de temperatura pode ser um agente nocivo para a saúde dos trabalhadores. **Objetivo:** Estudar os parâmetros de exposição ocupacional ao risco frio para estimar o índice de isolamento térmico e determinar a eficácia dos equipamentos de proteção individual. **Métodos:** Na primeira etapa foram avaliadas as variáveis ambientais (temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa do ar) e a taxa de metabolismo; na segunda etapa foi determinado o índice de isolamento térmico fornecido; e na terceira etapa foi calculado o índice de isolamento básico de vestuário exigido para manter o equilíbrio térmico e verificada a eficácia dos equipamentos de proteção individual. **Resultados:** Embora a temperatura do ar seja inferior nas atividades desenvolvidas no túnel de congelamento no setor de embalagem secundária, comparando com as atividades realizadas na câmara de estocagem de operar empilhadeira e transportar produtos, o índice de isolamento básico de vestuário exigido é maior nas atividades desenvolvidas com uso de empilhadeira, mesmo a temperatura sendo superior. Isso ocorre em função da velocidade do ar ser superior nas atividades realizadas nas empilhadeiras. **Conclusões:** Em 83,3% das atividades avaliadas a proteção se mostrou eficaz, porém, existe a possibilidade dos indivíduos sentirem desconforto térmico devido ao excesso de roupa fornecida. Apesar de a proteção ser insuficiente em 16,7%, as pausas de recuperação térmica eliminam o risco de hipotermia.

Palavras-chave | temperatura baixa; transferência de calor; equipamento de proteção individual; indústria de alimentos; saúde do trabalhador.

ABSTRACT | Background: The temperature of climate controlled areas in the food industry varies from -35°C to 12°C to ensure the quality of food. However, this temperature range might be harmful to the health of workers. **Objective:** To analyze parameters related to occupational exposure to cold risks to calculate clothing insulation indices and establish the efficacy of personal protective equipment (PPE). **Methods:** In stage 1 we analyzed environmental variables (air temperature and velocity and relative humidity) and the metabolic rate; in stage 2 we calculated the resultant clothing insulation index; in stage 3 we calculated the basic clothing insulation required to maintain the thermal balance and investigated the efficacy of PPE. **Results:** While the air temperature was lower for activities developed in the freezing tunnel (secondary packaging department), required basic clothing insulation was higher for activities involving operating forklifts. **Conclusion:** Protection was efficacious for 83.3% of the analyzed activities, however, occurrence of thermal discomfort cannot be ruled out as a function of excessive clothing. Although protection was insufficient for 16.7% of the analyzed activities, breaks for thermal recovery neutralized the risk of hypothermia.

Keywords | cold temperature; heat transfer; personal protective equipment; food industry; occupational health

¹Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão da Inovação - Chapecó (SC), Brasil.

²Universidade de Fortaleza - Fortaleza (CE), Brasil.

DOI: 10.5327/Z1679443520190326

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais exportadores de carnes congeladas do mundo¹, emprega cerca de sete milhões de pessoas no setor de proteínas de frango, bovina e suína², tornando o agente de risco frio um caso de saúde pública, assim como a contaminação por agrotóxicos na agricultura³ e o calor para os cortadores de cana⁴.

Empresas de diversos ramos industriais, como alimentícias e portuárias, expõem trabalhadores ao frio em razão da necessidade de manter a qualidade e conservação dos produtos⁵, visando atender às normas higiênico-sanitárias obrigatórias para produção de alimentos perecíveis. Esses profissionais ficam expostos ao calor ou frio intensos, os quais podem comprometer seriamente a sua saúde^{6,7}.

As consequências da exposição a baixas temperaturas à saúde do trabalhador podem ser diversas, porém uma das primeiras é o desconforto, seguido de dor na região atingida⁸, as quais podem provocar alterações fisiológicas e psicológicas⁹, causar perda de atenção e de agilidade motora, podendo propiciar eventuais acidentes¹⁰.

Na legislação brasileira, as únicas considerações sobre a exposição ocupacional ao frio estão contidas no artigo 253 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)¹¹, no anexo n. 9 da Norma Regulamentadora (NR) 15 (Atividades e Operações Insalubres)¹² e na NR 29 (Segurança e Saúde no Trabalho Portuário)¹³. A NR 36¹⁴, para trabalho em empresas de abate e processamento de carnes e derivados, define que os equipamentos de proteção individual (EPIs) devem ser selecionados de forma a oferecer eficácia necessária para o controle da exposição ao risco e o conforto, atendendo ao que está previsto nas NR 06¹⁵ e NR 09¹⁶. Entretanto, a legislação brasileira trata a vestimenta de trabalho como um EPI, mas não detalha de quais materiais devem ser a vestimenta e quais os níveis de necessidade para cada tipo de risco que o trabalhador está exposto.

A falta de parâmetros na legislação brasileira para a exposição de trabalhadores ao frio dificulta as ações que necessitam ser implantadas pelas empresas para o controle desse risco¹⁷. No que diz respeito à exposição ocupacional ao risco frio, a legislação brasileira não possui parâmetros para avaliação da velocidade do ar, da umidade relativa do ar, do tempo de exposição, da taxa de metabolismo e também não esclarece quais EPIs neutralizam os riscos da exposição ao agente frio.

Assim, existe a necessidade de se estabelecer uma regulamentação técnica e objetiva para limitar os riscos da exposição ocupacional ao frio, bem como a definir os EPIs adequados para a neutralização do risco, buscando de forma efetiva a proteção para evitar as potenciais doenças relacionadas à exposição ocupacional do trabalhador a esse agente, sendo assim necessário o embasamento nas normas internacionais ISO 8996¹⁸, ISO 9920¹⁹ e ISO 11079²⁰.

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi estudar os parâmetros de exposição ocupacional ao agente de risco frio, levando-se em consideração o tempo de exposição do trabalhador no ambiente, a umidade relativa do ar, a velocidade do ar e a taxa de metabolismo do trabalhador durante sua exposição a temperaturas de -35 a 10°C, bem como estimar o índice de isolamento térmico fornecido por vestimentas e determinar a eficácia dos EPIs utilizados pelos trabalhadores que estão susceptíveis às condições ambientais citadas.

MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE PESQUISA

Este trabalho foi realizado em uma empresa alimentícia de processamento de frangos, localizada no oeste de Santa Catarina, pertencente a uma grande organização do ramo alimentício do Brasil.

O presente estudo foi direcionado a 12 atividades de dois setores, sendo sete atividades do setor de logística primária, que são: transportar produtos da câmara de estocagem (-24,6 a -29,5°C), limpar a câmara de estocagem (-24,5 a -29,6°C), operar a empilhadeira na câmara de estocagem (-24,5 a -29,9°C), movimentar pallets e contentores (0,0 a 6,0°C), carregar caminhões (1,0 a 6,6°C), limpar o setor (0,0 a 8,6°C) e passar filme stretch (0,0 a 9,1°C). As outras 5 atividades foram avaliadas no setor de embalagem secundária, que são: limpar o túnel de congelamento semicontínuo (-25,3 a -32,7°C), limpar o túnel de congelamento contínuo (-27,1 a -35,3°C), encaixotar produtos (2,5 a 5,6°C), paletizar produtos (2,3 a 5,2°C), e limpar o setor (2,1 a 5,3°C). Nesses setores, 50 trabalhadores permanecem a maior parte da jornada de trabalho em temperaturas inferiores a 10°C, podendo chegar até a -35°C nas câmaras de congelamento.

ETAPAS DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Para atingir os objetivos delineados neste trabalho, a pesquisa foi realizada em três etapas, que podem ser visualizadas de forma esquemática na Figura 1, sendo a etapa 1 a

medição das variáveis ambientais e da taxa de metabolismo; a etapa 2 a determinação do índice de isolamento térmico fornecido (I_{clf}); e a etapa 3 a avaliação das condições de equilíbrio térmico dos indivíduos.

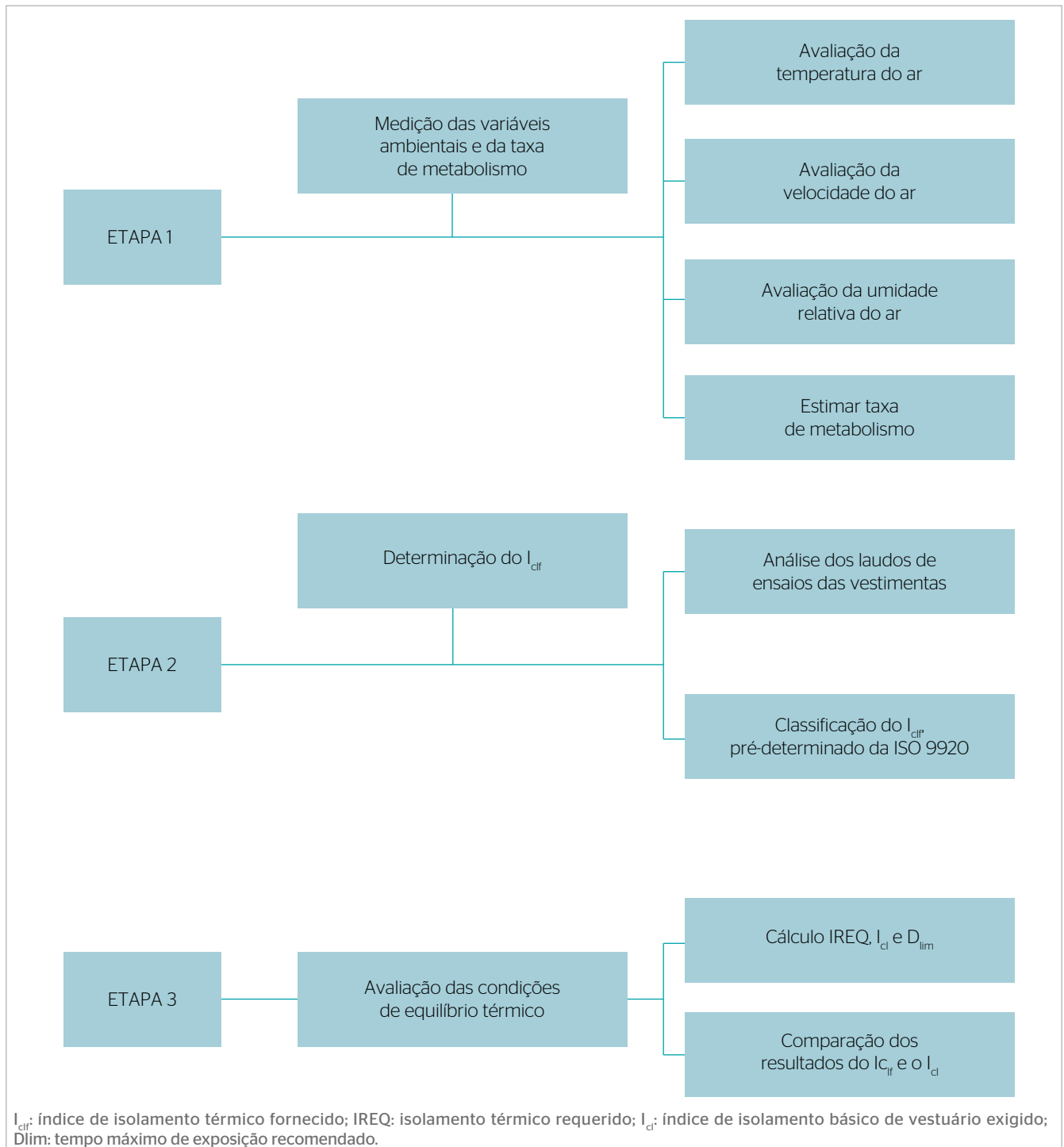


Figura 1. Fluxograma simplificado das etapas de execução desta pesquisa.

Etapa 1: medição das variáveis ambientais e da taxa de metabolismo

Nesta etapa foram efetuadas as mensurações das variáveis ambientais, que correspondem à temperatura do ar ambiente ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%) e velocidade do ar (m/s). Além disso, foi calculada a taxa de metabolismo de 60% dos trabalhadores, durante a jornada de trabalho.

Os critérios de seleção dos aparelhos utilizados foram a resistência à umidade, temperatura e precisão no registro dos dados. Todos os equipamentos utilizados nas avaliações ambientais estavam devidamente calibrados e com bateria suficiente para completar a coleta de dados.

Temperatura do ar ambiente

A avaliação da temperatura do ar, para cada atividade no seu respectivo setor, foi realizada utilizando um termômetro digital portátil da marca Salverterm, modelo 80 J/K, com precisão de $0,1^{\circ}\text{C}$, posicionado a 1,50 m do piso no posto de trabalho, conforme recomendação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária²¹. As leituras foram efetuadas durante dez minutos, sendo registradas a cada minuto.

Velocidade do ar

Para a coleta da velocidade do ar foram utilizados dois critérios de medição. O primeiro foi utilizado nas atividades de transportar produtos da câmara de estocagem, movimentar pallets e contentores e operar empilhadeira, realizadas operando máquinas com força motriz. Realizou-se 10 registros da velocidade em que as máquinas eram operadas no setor durante 20 minutos.

O segundo critério foi adotado para as atividades que não utilizam máquinas com força motriz. Nesses casos, a velocidade do ar durante o desenvolvimento da atividade foi coletada de forma instantânea com um termo-higrômetro anemômetro digital da marca Pacer, modelo HTA 4200, com sonda de ar, modelo APT 100, com faixa de medição de velocidade de 0,3 a 35 m/s, posicionado a aproximadamente 1,50 m do piso, no posto de trabalho durante 30 minutos nas direções dos eixos cartesianos X, Y e Z de todos os pontos avaliados, sendo definidos 10 registros para cada eixo. A velocidade média foi obtida através da soma dos vetores das três direções avaliadas X, Y e Z, conforme a Equação 1.

$$V = \sqrt{(V_x^2 + V_y^2 + V_z^2)} \quad (1)$$

Nas atividades em que o termo-higrômetro anemômetro não registrou nenhuma velocidade de ar forçada, a velocidade de ar foi considerada constante e igual a 0,4 m/s, por ser esse valor o mínimo previsto pela ISO 11079 devido à própria movimentação dos membros dos indivíduos²⁰.

Umidade relativa do ar

A avaliação da umidade relativa do ar foi obtida utilizando um termo-higrômetro digital com transmissor, marca Novus, modelo RHT-485-LCD, com faixa de medição de 0,0 a 100% UR. As leituras foram efetuadas durante 10 minutos, sendo registradas a cada minuto.

Taxa de metabolismo

A taxa de metabolismo foi calculada por meio da frequência cardíaca, com base na Tabela C.1 do anexo C da norma ISO 8996, de acordo com a idade e o peso do empregado avaliado¹⁸.

A frequência cardíaca foi medida por intermédio de dois medidores de batimentos cardíacos digitais das marcas Geonaute e Reebok, que foram acoplados na região torácica de cada indivíduo. As amostragens foram realizadas em diferentes dias da semana, nas mesmas atividades em 30 indivíduos, sendo apenas uma pessoa do sexo feminino. As leituras foram efetuadas de forma instantânea durante 20 minutos, com registro a cada 2 minutos, totalizando 10 registros para cada medição. Calculou-se também o desvio padrão para validação dos dados.

Essa etapa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unochapecó sob n. 1.923.000.

Etapa 2: determinação do índice de isolamento térmico fornecido

Primeiramente foi realizado um levantamento de todos os EPIs fornecidos aos trabalhadores e solicitado aos fornecedores o laudo de ensaio realizado por laboratório credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e reconhecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego para solicitação do Certificado de Aprovação (CA) e identificados os parâmetros de resistência térmica (capacidade de isolamento térmico) e resistência mecânica (resistência à penetração de água e ao rasgamento).

Nessa etapa, quando o índice de isolamento térmico das vestimentas (clo) não estava registrado no ensaio do CA, o I_{clf} foi calculado pelo somatório dos índices de isolamento

das peças que compõem a vestimenta. Esses valores são pré-determinados pela norma ISO 9920¹⁹, os quais foram obtidos em medições realizadas em câmaras climatizadas com o uso de manequins térmicos.

Etapa 3: avaliação das condições de equilíbrio térmico dos indivíduos

Após todos os conjuntos de medições serem obtidos, a média de cada conjunto foi inserida no software IREQ 2008, versão 4.2, presente no Anexo F da ISO 11079²⁰, para obter os resultados do índice mínimo de isolamento básico de vestuário exigido ($I_{cl_{min}}$) e o índice neutro de isolamento básico de vestuário exigido ($I_{cl_{neutro}}$), que incorporam no cálculo os efeitos da penetração do ar no vestuário e a atividade, que proporciona um valor de isolamento térmico da vestimenta mais realista.

A ferramenta calcula o isolamento térmico mínimo requerido (IREQ_{min}), o isolamento térmico neutro requerido (IREQ_{neutro}), o $I_{cl_{min}}$ e o $I_{cl_{neutro}}$ para a manutenção do equilíbrio térmico, bem como o tempo máximo de exposição (Dlim) naquele ambiente caso o I_{cl} seja menor que o $I_{cl_{min}}$ e o $I_{cl_{neutro}}$.

A Figura 2 apresenta uma imagem da tela inicial do programa IREQ 2008, no qual é realizada a entrada das variáveis para obtenção dos resultados do $I_{cl_{min}}$ e $I_{cl_{neutro}}$.

Figura 2. Imagem da tela inicial da ferramenta utilizada para calcular o índice de isolamento básico de vestuário exigido de acordo com a ISO 11079.

Os índices IREQ_{min} e IREQ_{neutro} correspondem ao isolamento real em condições estáticas, sem a ação do vento. Considerando que os movimentos do corpo e o vento reduzem o isolamento da vestimenta por causa da permeabilidade do ar nos tecidos e do tipo de atividade desenvolvida pelo trabalhador, foram adotados para comparativo o $I_{cl_{min}}$ e o $I_{cl_{neutro}}$ obtidos no programa IREQ 2008, os quais são incorporados no cálculo dessas variáveis, proporcionando um valor de isolamento térmico da vestimenta mais realista²².

RESULTADOS

MEDIÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DA TAXA DE METABOLISMO

Após o levantamento dos conjuntos de medições, denominados de A, B, C, D, E e F, em que cada letra corresponde a um dia de avaliação das variáveis ambientais, os dados foram tratados de acordo com as particularidades de cálculo de cada variável.

Ao todo foram coletados, aproximadamente, 3.500 dados que foram utilizados integralmente para calcular o $I_{cl_{min}}$ e o $I_{cl_{neutro}}$.

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ISOLAMENTO TÉRMICO FORNECIDO

Pôde-se observar, durante o levantamento dos dados, que a empresa possui padrão mínimo de fornecimento de EPIs para o agente de risco frio, com variação de quantidade e do tipo de vestimenta no conjunto dos EPIs. Essa variação dá-se conforme a atividade a ser desenvolvida e o estresse térmico do empregado, considerando apenas a existência do CA expedido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Todos os EPIs utilizados pela empresa possuem CA para riscos do agente térmico frio e estavam válidos no período de levantamento dos dados.

A Figura 3 apresenta a relação dos EPIs utilizados pelos trabalhadores nas atividades avaliadas e também o valor do índice de isolamento básico de vestuário exigido (I_{cl}) de cada vestimenta.

Nenhum dos dez EPIs avaliados possuíam o clo registrado no CA, dois EPIs apresentaram indicação de temperatura de forma subjetiva e apenas dois EPIs foram aprovados no teste de penetração de água.

A Figura 4 apresenta os I_{cl} do conjunto de vestimentas fornecido aos empregados para as atividades avaliadas nos setores de logística primária e embalagem secundária. Esses índices foram estimados com base nos valores tabelados na ISO 9920¹⁹.

Pode-se visualizar, na Figura 4, que os I_{cl} mais altos são justamente das atividades realizadas nos ambientes em que a temperatura é menor, que é nos túneis de congelamento contínuo e semicontínuo e na câmara de estocagem. Esses valores foram utilizados para comparar com o I_{cl} .

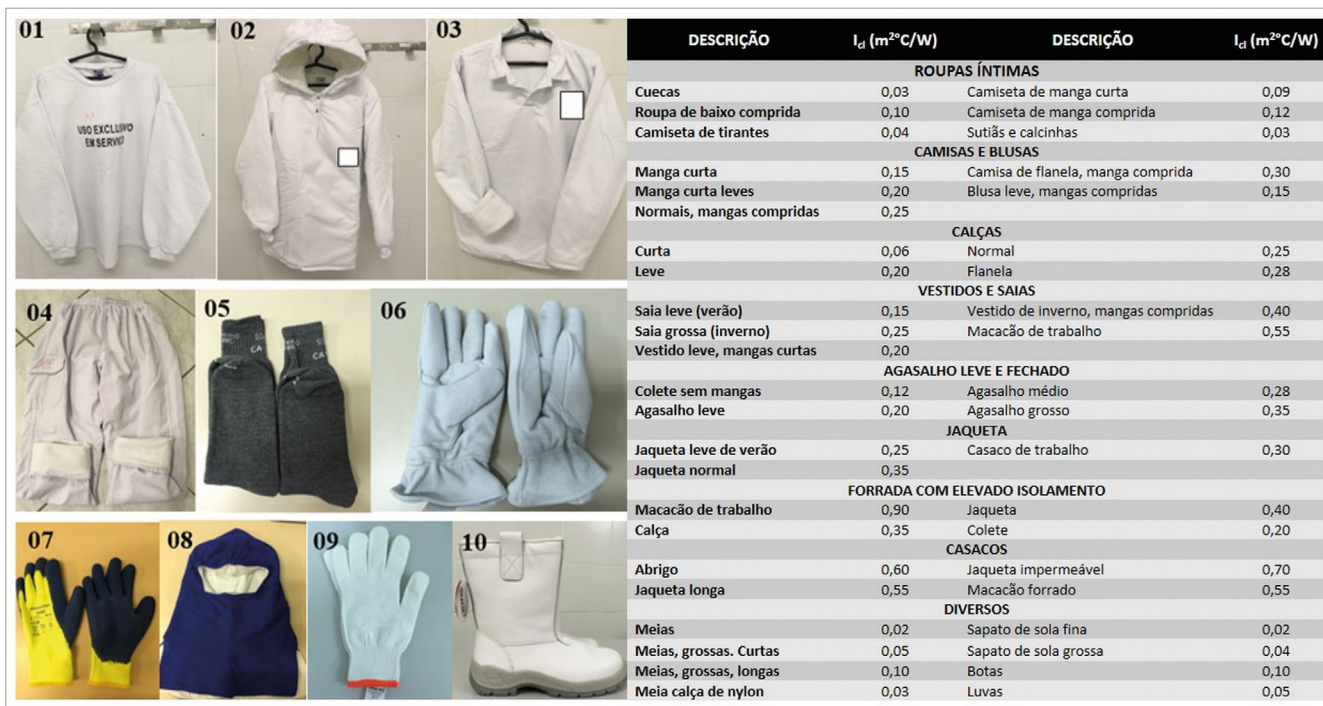


Figura 3. Equipamentos de proteção individual utilizados pelos trabalhadores durante a realização das atividades avaliadas.

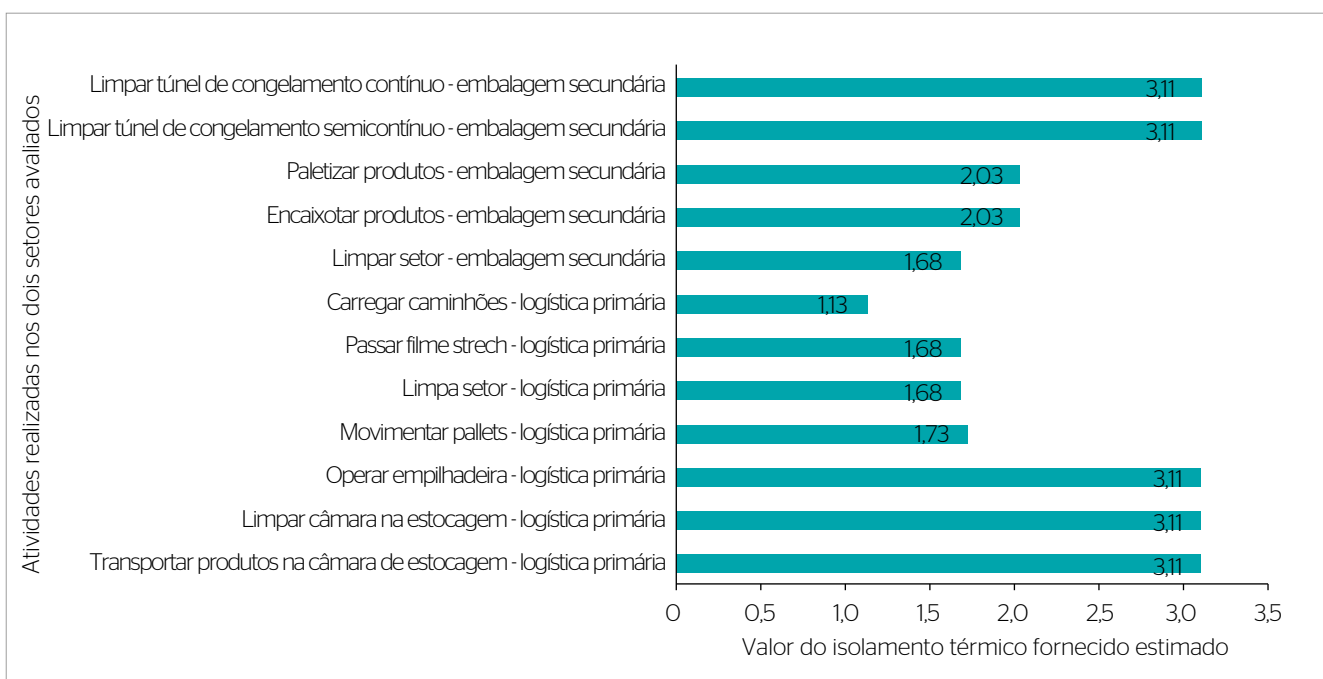


Figura 4. Valores do índice de isolamento térmico fornecido do conjunto de vestimentas fornecido para o trabalhador por atividade/setor.

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO TÉRMICO DOS INDIVÍDUOS

Cálculo do índice de isolamento básico de vestuário exigido

O Quadro 1 apresenta comparativos valores do $I_{cl_{min}}$, $I_{cl_{neutro}}$ e I_{cl} do conjunto de vestimentas fornecido ao trabalhador em cada atividade avaliada dos setores de logística primária e embalagem secundária, e também a comparação entre eles para avaliar a proteção. Por meio desses dados, pode-se avaliar se o I_{cl} é menor que o $I_{cl_{min}}$ e o $I_{cl_{neutro}}$, que resulta em uma proteção insuficiente; se o I_{cl} é maior que o $I_{cl_{min}}$ e o $I_{cl_{neutro}}$, o que resultará no excesso de proteção; ou se o I_{cl} permanece entre o $I_{cl_{min}}$ e o $I_{cl_{neutro}}$, o que resulta na proteção adequada²⁰.

Pode-se visualizar no Quadro 1 que, nas atividades de transportar produtos da câmara de estocagem e operar empilhadeira do setor de logística primária, a proteção é insuficiente. Portanto, com a exposição contínua e prolongada do trabalhadores nesses ambientes, pode haver risco de hipotermia. As demais atividades avaliadas do setor de logística

primária apresentaram excesso de vestimenta, que apresenta as médias dos conjuntos de medições dos $I_{cl_{neutro}}$ e do I_{cl} .

No setor de embalagem secundária, todas as médias dos conjuntos de medições apresentaram um I_{cl} superior ao $I_{cl_{neutro}}$, oferecendo possibilidade de superaquecimento pelo excesso de vestimenta, porém, na atividade de limpar túnel de congelamento semicontínuo, o I_{cl} ficou apenas 0,14 clo acima do $I_{cl_{neutro}}$, o que corresponde a um capuz e uma luva térmica, ficando muito próximo da proteção adequada para a atividade.

Comparando-se as atividades de operar empilhadeira e transportar produtos na câmara de estocagem do setor de logística primária com as atividades de limpar túnel de congelamento contínuo e semicontínuo do setor de embalagem secundária, pode-se observar que o $I_{cl_{neutro}}$ é maior nas atividades desenvolvidas com o uso de empilhadeira, mesmo a temperatura do ar sendo superior nessas atividades quando comparada com a temperatura do ar dos túneis de congelamento. Isso ocorre em função da velocidade do ar ser superior nas atividades realizadas com auxílio de empilhadeiras, reduzindo a capacidade de isolamento das vestimentas, em função da troca térmica, nesses casos, ser maior.

Quadro 1. Valores do índice mínimo de isolamento básico do vestuário exigido, índice neutro de isolamento básico do vestuário exigido e índice de isolamento térmico fornecido do conjunto de vestimentas fornecido aos trabalhadores para cada atividade avaliada nos dois setores e avaliação da proteção.

Setor	Atividade	$I_{cl_{min}}$ (clo)	$I_{cl_{neutro}}$ (clo)	I_{cl} (clo)	Avaliação
Logística primária	Passar filme stretch	0,6	0,9	1,68	Excesso de proteção
Logística primária	Limpar setor	0,4	0,8	1,68	Excesso de proteção
Logística primária	Carregar caminhões	-0,1	0,1	1,13	Excesso de proteção
Logística primária	Operar empilhadeira	3,87	4,33	3,11	Proteção insuficiente
Logística primária	Movimentar <i>pallets</i> e contentores	0,8	1,2	1,73	Excesso de proteção
Logística primária	Limpar câmara de estocagem	2,1	2,5	3,11	Excesso de proteção
Logística primária	Transportar produto da câmara de estocagem	3,8	4,2	3,11	Proteção insuficiente
Embalagem secundária	Limpar túnel de congelamento contínuo	2,1	2,5	3,11	Excesso de proteção
Embalagem secundária	Limpar setor	0,3	0,6	1,68	Excesso de proteção
Embalagem secundária	Paletizar produtos	1,1	1,4	2,03	Excesso de proteção
Embalagem secundária	Encaixotar produtos	0,5	0,8	2,03	Excesso de proteção
Embalagem Secundária	Limpar túnel de congelamento semicontínuo	2,57	2,97	3,11	Excesso de proteção

$I_{cl_{min}}$: índice mínimo de isolamento básico do vestuário exigido; $I_{cl_{neutro}}$: índice neutro de isolamento básico do vestuário exigido; I_{cl} : índice de isolamento térmico fornecido.

DISCUSSÃO

A taxa metabólica tem um efeito inverso sobre o I_{cl} , quanto maior a taxa metabólica, mais baixo é o valor do I_{cl} . Os trabalhadores com atividades físicas mais leves, aproximadamente 90 W/m^2 , estão expostos a maiores níveis de estresse causado pelo frio, quando comparados aos trabalhadores com atividades físicas mais pesadas, aproximadamente 120 W/m^2 ²³.

As atividades de transportar produtos na câmara de estocagem e operar empilhadeira do setor de logística primária são realizadas na câmara de estocagem em condições ambientais muito parecidas, a taxa de metabolismo é de 117 e 140 W/m^2 , respectivamente, porém na atividade de operar empilhadeira o tempo de permanência dentro da câmara de estocagem é maior, existindo a possibilidade da resposta fisiológica em função do I_{cl} ser inferior ao $I_{cl_{neutro}}$ e o tempo de exposição maior, fato esse que ocasionou tremores e, conseqüentemente, aumento dos batimentos cardíacos, influenciando no cálculo da taxa de metabolismo.

Na atividade de transportar produtos em túneis e câmaras, o I_{cl} permaneceu 1,09 clo abaixo do $I_{cl_{neutro}}$, o que corresponde a duas vestimentas tipo bata, sendo o Dlim de 1h54min. Enquanto na atividade de operar empilhadeira, o I_{cl} permaneceu 1,22 clo, ou seja, abaixo do $I_{cl_{neutro}}$, o que corresponde a duas vestimentas tipo japona, sendo o Dlim de 1h40min. Portanto, essas duas atividades possuem um tempo máximo de permanência devido à vestimenta fornecida ao trabalhador ser insuficiente. Para essas atividades os empregados não possuem risco de hipotermia, pois realizam pausas de recuperação térmica de 20 min a cada 1h40min, atendendo ao Dlim calculado com base na ISO 11079²⁰.

Na atividade de passar filme *stretch*, a oscilação da temperatura do ar chegou a 9°C , equivalendo a uma oscilação do $I_{cl_{neutro}}$ de 0,5 clo ou a uma vestimenta tipo bata e um par de meias térmicas. Essa variação ocorre em função da influência da temperatura do ar externo, o qual não é possível controlar por causa da necessidade de abertura das docas para carregamento dos caminhões. Pode-se realizar o cálculo do $I_{cl_{neutro}}$ com a situação mais crítica e fica a critério do empregado retirar alguma peça de roupa pré-determinada quando houver o aumento da temperatura do ar e possível desconforto térmico.

CONCLUSÃO

Este trabalho pode ser utilizado pelos profissionais de segurança e saúde no trabalho para analisar de forma quantitativa se os EPIs utilizados pelos empregados neutralizam o agente de risco frio, visto que a caracterização de adicional de insalubridade pelo agente de risco frio deve ser realizada através de laudo de inspeção no local de trabalho, sendo necessário caracterizar se a proteção é adequada e se existe potencial da exposição ao agente de risco frio ser prejudicial à saúde do empregado, porém, o anexo 9 da NR 15⁷ não apresenta parâmetros para essa avaliação.

Além das questões de adicional de insalubridade, o presente trabalho contribui como embasamento técnico de procedimento e metodologia para avaliação da eficácia das medidas de proteção implantadas, conforme estabelece o item 9.3.5.6 da NR 09¹⁶.

Em função da falta de parâmetros para avaliação da exposição ao agente de risco frio no anexo 9 da NR 15⁵, atualmente as decisões periciais são tomadas com base apenas na temperatura do ar para determinação do pagamento adicional de insalubridade a esse agente, o que pode apresentar graves erros em razão da ausência de avaliações indispensáveis, tais como: velocidade do ar, umidade do ar, taxa de metabolismo e isolamento térmico das vestimentas, pois interferem no $I_{cl_{neutro}}$.

Quanto aos EPIs, observou-se que todos possuem CA para agentes térmicos, porém ainda não é exigência do MTE constar o índice de isolamento térmico nas vestimentas, ficando a critério do fornecedor o interesse em acrescentar essa informação nos laudos de ensaio do EPI, dificultando a assertividade desse cálculo devido à necessidade de utilizar valores tabelados.

Considerando a metodologia aplicada, em 83,3% das atividades avaliadas a proteção se mostrou eficaz, porém existe a possibilidade de os indivíduos sentirem desconforto térmico por causa do excesso de roupa fornecida. Em 16,7% das atividades avaliadas a proteção foi insuficiente, porém, considerando que os indivíduos realizam 20 minutos de pausa para recuperação térmica a cada 1h40min trabalhadas e que o tempo máximo de permanência calculado é de 1h40min para a atividade de operar empilhadeira e de 1h54min para a atividade de transportar produtos da câmara de estocagem, conclui-se que, apesar de a proteção

ser insuficiente, as pausas de recuperação térmica eliminam o risco de hipotermia.

Em virtude da carência de estudos em âmbito nacional dos EPIs para o agente de risco frio, sugere-se um estudo voltado a ensaios quantitativos em manequins térmicos com os EPIs utilizados no Brasil para definição do isolamento térmico de forma mais precisa, eliminando assim os possíveis

erros ao utilizar dados tabelados, nos quais não são considerados o tipo do tecido, a espessura e a trama de confecção.

AGRADECIMENTOS

A todos os envolvidos no estudo.

REFERÊNCIAS

1. Schiehl AR, Pilatti LA, Canteri MHG, Vanconcelos LL. Condição de trabalho, danos, custos e riscos físicos para saúde de trabalhadores expostos a baixas temperaturas: câmaras frigoríficas. *Rev Bras Erg.* 2014;9(2):1-17.
2. União Brasileira de Avicultura. ABPA e ABIEC defendem setor de proteína animal, em que o Brasil é exemplo mundial [Internet]. União Brasileira de Avicultura; 2017. [acessado 15 jun. 2018]. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/noticia/abpa-e-abiec-defendem-setor-de-proteina-animal-em-que-o-brasil-e-exemplo-mundial-1996>
3. Araújo-Pinto M, Peres F, Moreira JC. Utilização do modelo FPEEEA (OMS) para a análise dos riscos relacionados ao uso de agrotóxicos em atividades agrícolas do estado do Rio de Janeiro. *Ciêns Saúde Colet.* 2012;17(6):1543-1555. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000600018>
4. Roscani RC, Bitencourt DP, Maia PA, Ruas AC. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2017;33(3):e00211415. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00211415>
5. Takeda F, Moro ARP. Limites de exposição ocupacional das normativas brasileiras de saúde e segurança em trabalhos com baixas temperaturas. *Rev Cient Elet Eng Prod.* 2017;17(4):1249-71. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v17i4.2577>
6. Matos MP. Exposição ocupacional ao frio. *Rev Nac Carne [Internet].* 2007 [acessado em 15 fev. 2015];86-98. Disponível em: <http://www.higieneocupacional.com.br/download/frio-paiva.pdf>
7. Moura LF, Xavier AAP. Abordagem sobre as vestimentas e a eficiência das normas regulamentadoras brasileiras e da ISO 9920: 2007 na promoção do conforto térmico ao trabalhador. *Espacios.* 2013;34(3).
8. International Organization for Standardization. *Ergonomics of the thermal environment: Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces* - Part 3: Cold surfaces. Genebra: International Organization for Standardization; 2005.
9. Holmér I. *Enciclopedia de salud y seguridad em el trabajo: Ambientales fríos y trabajo con frío.* Solna, Suécia: Organización Internacional do Trabalho; 2001. v. 2, cap. 42.
10. Esteves ML. *Implicações fisiológicas em trabalhadores expostos a ambientes frios na produção industrial dos abatedouros [dissertação].* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
11. Brasil. Consolidação das Leis do Trabalho. Decreto-Lei nº 5.452, Art. 253, Seção VII - Serviços Frigoríficos, de 01 de maio de 1943. Brasil; 1943. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/De15452.htm
12. Brasil. Ministério do Trabalho e do Emprego. NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Brasília: Ministério do Trabalho e do Emprego; 2014.
13. Brasil. Ministério do Trabalho e do Emprego. NR 29: Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário. Brasília: Ministério do Trabalho e do Emprego; 2014.
14. Brasil. Ministério do Trabalho e do Emprego. NR 36: Segurança e Saúde no trabalho em empresas de abate e processamento de carnes e derivados. Brasília: Ministério do Trabalho e do Emprego; 2013.
15. Brasil. Ministério do Trabalho e do Emprego. NR 06: Equipamentos de proteção individual - EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e do Emprego; 2015.
16. Brasil. Ministério do Trabalho e do Emprego. NR 09: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília: Ministério do Trabalho e do Emprego; 2014.
17. Takeda F, Moro ARP, Dias NF, Cordeiro WF. Exposição ao frio artificial controlado em ambiente de cortes de abatedouro de frangos. *Espacios.* 2016;37(34):23.
18. International Organization for Standardization. ISO 8996 - Ergonomics - determination of metabolic heat production. Genebra: International Organization for Standardization; 2004.
19. International Organization for Standardization. ISO 9920 - Ergonomics of the thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. Genebra: International Organization for Standardization; 2007.
20. International Organization for Standardization. ISO 11079 - Ergonomics of the thermal environment - Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects. Genebra: International Organization for Standardization; 2007.
21. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RE Anvisa nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2003.
22. Golbabaie F, Sajjadi M, Jelyani KN, Akbar-Khanzadeh F. Assessment of cold stress and its effects on workers in a cold-storage warehouse. *J Occup Environ Hyg.* 2009;1(1):9-13.
23. Espanha. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Estrés por frío (II). Nota Técnica de Prevención (NTP) 1.037, Espanha: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2015.

Endereço para correspondência: Marcelo Fabiano Costella - Rua Barão do Rio Branco, 611D/101 - Centro - CEP: 89801-030 - Chapecó (SC), Brasil - E-mail: costella@unochapeco.edu.br