

Investigação quanto aos Índices de Conforto Térmico em uma Indústria de Sorvetes

RESUMO

O presente trabalho realizou um estudo de caso em uma empresa familiar de pequeno porte da indústria de alimentos no setor de produção de uma empresa de pizzas e sorvetes. O objetivo deste estudo é de aplicar os conceitos de conforto térmico identificando melhorias nas condições de conforto térmico no ambiente de trabalho para os colaboradores. Para tal, foi realizada uma pesquisa de campo para coleta de dados sobre o conforto térmico por meio da realização de leituras para temperaturas através do medidor de stress térmico TGD-200, durante quase duas horas em intervalos de 10 minutos. Após a coleta, os dados foram utilizados em uma ferramenta online com o propósito de calcular índices de conforto térmico e foi gerado um gráfico para análise. Com os resultados foi constatado que ao longo de algum tempo há sensação térmica levemente fria no ambiente para o posto de trabalho analisado e isso faz com que haja perda de capacidade na eficiência de trabalho podendo até gerar riscos ocupacionais como doenças de frio. Assim esse estudo propõe algumas medidas para melhorar o conforto térmico dos ocupantes do posto de trabalho no ambiente de produção de sorvetes.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria de Alimentos. Conforto Térmico. Riscos Ocupacionais.

Stela Xavier Terra

stela.xavier.terra@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas (UFPel),
Pelotas, RS, Brasil

Jessica Rodrigues Paiva Ferreira

rpf.jessica@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas (UFPel),
Pelotas, RS, Brasil

Larissa Baladam Campos

larissabaladam@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas (UFPel),
Pelotas, RS, Brasil

Mariana Matos Coelho

marianamatoscoelho@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas (UFPel),
Pelotas, RS, Brasil

Luis Antonio dos Santos Franz

luisfranz@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas (UFPel),
Pelotas, RS, Brasil

INTRODUÇÃO

A Ergonomia enquanto ciência contribui para o entendimento aprofundado da relação entre o homem e o trabalho que é executado por ele, e é de extrema relevância nos ambientes organizacionais (IIDA e GUIMARÃES, 2016). É por meio dela que pode-se realizar estudos sob a perspectiva do impacto que o ambiente, máquinas ou atividades laborais cotidianas possuem sobre os indivíduos. Para tanto, ela pode abranger diversas dimensões que permitem entender e atuar em termos de demandas no ambiente de trabalho, como por exemplo, os efeitos que a temperatura exerce no bem estar físico durante a realização de um trabalho designado. A este ramo da Ergonomia se dá o nome de estudo do conforto térmico no ambiente de trabalho.

Tendo em conta o exposto, o presente trabalho tem como objetivo investigar as condições de conforto térmico do cargo de auxiliar de produção de sorvete e picolés na área de produção de uma empresa que atua na fabricação de bens de consumo perecíveis. Para tanto, foram desenvolvidas atividades alinhadas com os princípios de uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET), na qual ganharam destaque a identificação dos pontos críticos à saúde ocupacional e a apresentação de um cenário preliminar dos riscos ocupacionais presentes na empresa em tela.

INDÚSTRIA DE SORVETES: DESAFIOS ERGONOMICOS E CONFORTO TÉRMICO

Em junho de 2016 houve um crescimento global de 5% em vendas de sorvete, a primeira alta desde 2012. Um dos fatores foi a conscientização da população sobre a alimentação. O sorvete acompanhou a tendência: expansão de linhas de marcas industriais, incentivo a produções artesanais e segmentação para intolerantes a determinadas substâncias (por exemplo, produtos diet e sem lactose etc.). Apesar de ser reconhecido na Europa como um alimento para o ano inteiro, no Brasil um dos desafios do setor é manter o nível de consumo em todas as estações do ano. Para mudar este cenário, os empresários do setor têm investido no lançamento de novidades para agradar os paladares mais apurados, como sorvetes artesanais, gourmets, sabores regionais, segmentados para intolerantes, *light*, *diet* e funcionais (ABIS, 2018).

Neste cenário, a popularidade do sorvete no Brasil está crescendo e vem de encontro ao mito de ser apenas uma sobremesa de verão (ABIS, 2018), tendo em conta que somente em 2016 os brasileiros consumiram mais de 1 bilhão de litros de sorvete, gerando a um faturamento para o setor acima de 12 bilhões de reais. O consumo per capita foi de 4,86 litros/ano em 2016. A ABIS (2018) ainda dispõe de dados sobre a produção de 2016 para sorvete de massa, que atingiu a marca de 675 milhões de litros, 195 mi/l de picolés e 133 mi/l de soft. Este segmento consiste em 8 mil empresas, sendo que 92% se enquadram entre micro e pequenas, gerando 75 mil empregos diretos e 200 mil indiretos. Essa referência aponta a importância da indústria de sorvete para a economia do país. Neste contexto, pode-se inferir a análise ergonômica como instrumento para a obtenção de melhorias de processos para maximização de faturamento.

BREVE DISCUSSÃO SOBRE CONFORTO TÉRMICO

Conforme RUAS (1999a) o estudo quanto ao conforto humano térmico já existe desde 1845 por meio da publicação do autor Walter Bernan denominada "*History and Art of Warming and Ventilation Rooms and Buildings*", assim como desde 1913 há estudos sobre a utilização dos critérios para conforto térmico.

De acordo com o mesmo autor, o conforto térmico depende de como é a sensação de bem estar experimentada por uma pessoa, logo é o resultado de uma combinação satisfatória da Temperatura Radiante Média (TRM) em graus Celsius (°C), Umidade Relativa (UR) em %, Temperatura do Ambiente (TA) em °C e da Velocidade Relativa do Ar (VT) em Km/h com a atividade desenvolvida e a vestimenta utilizada pelos colaboradores. O autor ainda acrescenta que as sensações são subjetivas, pois dependem das pessoas, o que significa que nem sempre os ambientes serão termicamente homogêneos para duas pessoas. Portanto, quando falamos em condições ambientais de conforto, significam que são aquelas que propiciam bem-estar para um maior número possível de operadores (RUAS, 1999a).

Em vista disso, é importante mencionar os tipos de variáveis que influenciam na regularização térmica do indivíduo. Segundo Moura e Xavier (2012) são delimitados quatro tipos de mecanismos de trocas térmicas, sendo elas por convecção, por condução, por radiação e por evaporação. Neste caminho, pode-se considerar que a sensação do indivíduo de conforto térmico ocorre quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço, o que proporciona sob esse aspecto uma capacidade de trabalho máxima (Mattos e Másculo, 2011). Porém se o indivíduo sentir sensação de frio ou calor devido às condições ambientais é consequência da perda a mais ou a menos de calor necessária para a homotermia, que será balanceada com esforço adicional gerando sobrecarga, assim como queda de rendimento no trabalho e até problema de saúde.

Existem técnicas específicas para a abordagem sobre o conforto térmico, durante as quais é comum utilizar a temperatura, umidade relativa do ar e velocidade relativa do ar, além outros aspectos como vestimenta recomendada para estabelecer o grau de conforto térmico e tipo de atividade desempenhada no posto de trabalho analisado. No tocante à atividade desempenha associa-se uma estimativa do metabolismo do operador, a qual obtida por meio de consulta a valores padronizados, conforme sugerido por ANSI/ASHRAE Standard 55-2017.

A norma ISO 7730 define "conforto térmico é o estado de alma que expressa satisfação com o ambiente térmico". De acordo com a ISO, a norma estabelece métodos para conjecturar a sensação térmica geral e o grau de desconforto (insatisfação térmica) de pessoas expostas a ambientes térmicos moderados. Permite a determinação e interpretação analítica do conforto térmico por meio do cálculo da previsão de média de votos (*Predicted Mean Vote* ou PMV), da porcentagem de insatisfação prevista (*Predicted Percentage of Dissatisfied* ou PPD) e ainda o conforto térmico local, determinando condições ambientais consideradas aceitáveis para o conforto térmico geral e aquelas que representam desconforto local (ISO, 2005).

Segundo Voltani e Labaki (2008) a norma considera três estados térmicos não-estacionários para um ambiente, sendo eles os ciclos de temperaturas, as

alterações (*ramps* ou *drifts*) na temperatura e os ambientes de transição, os quais podem ser compreendidos conforme segue:

- a) Para esse estado ambiente, ciclos de temperaturas, é inexistente o desconforto se a variação de temperatura for menor que 1°C;
- b) Ambientes nos quais a variação de temperatura é superior a 2°C por hora, são apontados como alteração de temperatura (*ramps* ou *drifts*);
- c) O ambiente de transição é caracterizado quando ocorre uma abrupta alteração na temperatura operativa de modo a ser percebido instantaneamente ou após o aumento da temperatura operativa e de imediato a nova sensação térmica é percebida ou quando a sensação térmica diminui uma unidade de PMV ao ser reduzida a temperatura operativa.

As características do ambiente condicionado influenciam a sensibilidade térmica do indivíduo como, por exemplo, o número de pessoas, máquinas ligadas, portas, janelas e até paredes. Tal como o ambiente externo varia de acordo com a posição do sol e com as condições do tempo de maneira a interferir também. Isto é as variações de temperaturas externa e interna contribuem para a sensação térmica do ambiente condicionado (SOUTO et al., 2006).

Aspecto geométrico do ambiente em estudo pode intervir no conforto térmico em virtude de o processo térmico ser de natureza distribuída. Condicionadores de ar e janelas podem causar desconforto seja por fortes correntes de ar ou incidência solar em suas proximidades. Logo a geometria do ambiente pode causar nichos de desconforto (GALLO e RIBEIRO, 2007).

Segundo Giampaoli et al. (2002) os procedimentos de avaliação recomendados pela Norma de Higiene Ocupacional Nº 06 (NHO 6) denotam o período de amostragem como fundamental para que as medidas da exposição ocupacional sejam representativas. Sendo assim, leva-se em conta o período de 60 minutos corridos de exposição mais desfavorável, considerando-se as variáveis condições térmicas do ambiente e as atividades físicas desenvolvidas pelo trabalhador em conjunto. Além disso, a interferência dos procedimentos de avaliação deve ser a mínima possível para não perturbar nas condições ambientais e operacionais da condição de trabalho em estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS

O presente trabalho consiste em um estudo de caso, desenvolvido no contexto de empresa que atua na fabricação de bens de consumo perecíveis. Conforme aponta Gil (2009), um estudo de caso caracteriza-se por uma investigação aprofundada do objeto de estudo, tornando-se um conhecimento singularizado que exige adequações para que possa ser passível de generalizações. Para tanto, se lançou mãos dos princípios básicos prescritos para Análise Ergonômicas do Trabalho (AET) que, conforme propõe Iida e Guimarães (2016) devem contemplar o conhecimento das demandas, do trabalho prescrito, do trabalho real, ainda o diagnóstico e recomendações ergonômicas.

Os levantamentos em campo ocorreram por meio de visitas às instalações da empresa objeto de estudo, conduzidas entre a segunda quinzena de novembro e

a primeira quinzena de dezembro no ano de 2017. As etapas de pesquisa do presente estudo são sumarizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas de pesquisa conduzidas no presente trabalho

Nome da etapa	Descrição da etapa
Exploração inicial e levantamento das demandas ergonômicas	Realização de uma primeira visita às instalações da empresa para conhecimento da estrutura física do local de produção dos sorvetes e picolés. Foram conhecidos os principais processos, a missão, a visão, e seus valores, bem como os locais prioritários no tocante a demanda em termos de Ergonomia Física. Esta etapa vai ao encontro do levantamento das demandas ergonômicas em uma AET.
Observação <i>in loco</i>	Em uma segunda visita foi feita a observação das condições de trabalho, onde foram identificados aspectos influenciadores no conforto humano térmico, como a distribuição das máquinas, janelas, o uniforme entre outros. Neste passo também verificou-se os trabalhadores em suas respectivas atividades. De forma complementar, foi reunido material documental das condições laborais, como por exemplo, o PPRA, a descrição de cargos e registros de imagens. Nesta etapa as ações aproximam-se do que se propõe em uma Análise da Atividade, por Lida e Guimarães (2016).
Levantamento dos dados relativos à temperatura no posto prioritário	Na sala de produção de sorvetes e picolés foi realizada a averiguação das temperaturas por meio de equipamento posicionado próximo ao auxiliar de produção. Foram colhidos dados relativos à temperatura radiante, de bulbo seco e de bulbo natural. A coleta foi conduzida no turno da tarde em intervalos de 10 minutos, durante aproximadamente 2 horas. Os dados climáticos no dia da leitura fornecidos pela estação meteorológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) na cidade de Pelotas eram temperaturas entre 18,1°C e 22,3°C, umidade relativa em 90,6%, vento na direção leste entre 13,0 e 41,8 km/h. Enquanto que a taxa metabólica (M) em unidades met ou W/m ² foi obtida pela norma ANSI/ASHRAE Standard 55-20177 de acordo com as atividades física-laboral, onde também o isolamento térmico das roupas I _{cl} em unidades clo ou m ² °C/W foi consultado baseado nas vestimentas usadas pelos trabalhadores no dia desta coleta de dados. Novamente aqui, as ações guardam similaridades com a Análise da Atividade, conforme Lida e Guimarães (2016).
Tratamento dos dados	Após feita a coleta, os dados foram organizados e tratados em planilha eletrônica e, posteriormente, dispostos em uma ferramenta online com o propósito de calcular a zona delimitadora de conforto térmico, utilizando-se o Método PMV. Com os resultados foi constatado que ao longo de algum tempo há sensação térmica levemente fria no ambiente para o posto de trabalho analisado e isso faz com que haja perda de capacidade na eficiência de trabalho podendo até gerar riscos ocupacionais como doenças de frio. Para fins do presente trabalho, esta etapa alinha-se com o que se propõe durante o diagnóstico primário de uma AET, conforme exposto por Lida e Guimarães (2016).
Melhorias propostas	Por fim, os resultados provenientes do tratamento dos dados foram organizados e discutidos de forma a obter subsídios para a proposição de ações de melhoria, conforme se espera no caso de uma AET.

Fonte: Autoria própria (2018)

RESULTADOS OBTIDOS NO ESTUDO

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com os dados coletados da pesquisa em campo, para isso, primeiramente é caracterizada a empresa, secundamente é justificada a atividade selecionada, após é descrita a rotina no posto de trabalho, o ocupante do ambiente e suas atividades e, finalmente é demonstrada as análises e resultados do caso.

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA NO SEU NICHOS DE NEGÓCIO

A empresa em que foi realizado o estudo é do ramo alimentício de pequeno porte, localizada na cidade de Pelotas, região sul do estado do Rio Grande do Sul. A empresa produz sorvetes, picolés e pizzas caseiras congeladas atuando há mais de 30 anos no mercado, porém nem sempre produziu pizzas. Ela foi fundada no ano de 1985 produzindo, primeiramente, picolés caseiros, após em grande escala e na sequência sorvetes artesanais. Posteriormente, passou a produzir pizzas como forma de manter a produção mesmo em meses de sazonalidade baixa.

Inicialmente, a empresa contava com uma máquina produtora de sorvete com capacidade para 10 litros e membros da família que cuidavam da produção. À medida que a empresa foi crescendo mais colaboradores foram ingressando na empresa, que hoje conta com um total de 18 colaboradores. A empresa vende seus produtos na cidade de Pelotas, possuindo ainda uma pizzaria e sorveteria integrados ao mesmo prédio onde ocorre a produção. Na sorveteria e pizzaria são consumidos seus produtos e outros mais, atendendo a clientes em espaço próprio, além de ser comercializado seu *mix* de produtos para padarias, mercados entre outros da cidade. O perfil dos clientes se caracteriza por ser diversificado devido à prestação do serviço e à distribuição dos produtos que a empresa realiza. No primeiro, os clientes geralmente são pessoas de todas as faixas etárias, na maioria das vezes residentes de Pelotas e/ou visitantes na cidade, e o segundo, o foco da empresa são desde padarias, minimercados a supermercados.

A empresa produz mais de 14 sabores de sorvetes em potes, cerca de 16 sabores de picolés, 4 sabores em pizzas congeladas, além dos mesmos sabores de sorvetes na sorveteria há na pizzaria aproximadamente 60 opções de pizzas e variedades de lanches, petiscos e pratos disponíveis na pizzaria. No panorama geral, grandes empresas e indústrias de sorvetes em potes são comuns no Brasil. Especialmente no Rio Grande do Sul, por questões de mercado, há indústrias do ramo localizadas no estado em quantidade significativa. Em relação à concorrência, a oferta de produtos semelhantes na cidade de Pelotas apresenta origem principalmente na cidade de Bagé, Viamão, Lajeado, Encantado, Içara e algumas multinacionais.

Compreendendo a estrutura física da empresa

O setor analisado possui um espaço físico limitado, devido à grande quantidade de equipamentos, apresentados na lista a seguir. O piso é cerâmico e a área de produção comporta 6 aberturas, entre elas 2 portas e 4 janelas (incluindo janela para a câmara fria). Destas 2 portas, uma é do tipo externa

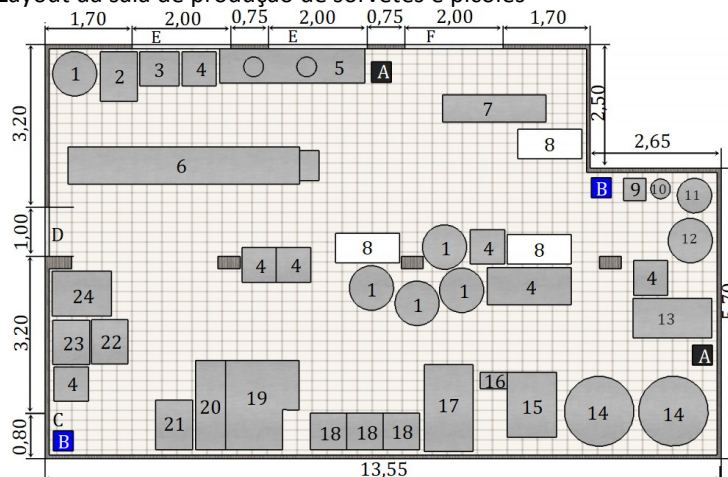
utilizada somente quando há necessidade de transporte de equipamentos. A síntese que compreende todos equipamentos do ambiente de produção é ilustrada na Tabela 1, os quais estão distribuídos conforme a Figura 1 e Quadro 2.

Tabela 1 – Síntese dos equipamentos no ambiente objeto de estudo

Qtd	Item	Qtd	Item
1	Banco de água gelada para pasteurizar	1	Produtora contínua de 1 sabor e mistura calda 600L/h
2	Pasteurizadores de 600L	1	Incorporadora de polpa, calda e sólidos
3	Tinas de maturação de 150L	1	Mesa de apoio para tampar os potes e pesá-los
5	Tinas de maturação de 600L	1	Embaladora de picolé
1	Produtora contínua de 3 sabores 1200L/h	3	Suportes-fôrmas para palitos
1	Balcão com duas cubas e 6 portas	38	Fôrmas com 28 picolés cada

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 1 - Layout da sala de produção de sorvetes e picolés



Fonte: Autoria própria (2018)

Quadro 2 – Legenda da Figura 1

Legenda dos Itens Dispostos no Layout	
A – Lixeira para resíduos orgânicos	10 – Batedor de 40L
B – Lixeira para resíduos recicláveis	11 – Misturador de Chocolate
C – Câmara Fria	12 – Misturador de Glicose
D – Porta	13 – Painel de Controle Auxiliar
E – Janelas	14 – Pasteurizador de 600L
F – Porta Janela	15 – Produtora contínua de 1 sabor 600L/h
1 – Tina de maturação de 600L	16 – Painel de Controle
2 – Tina de Maturação	17 – Gerador de água de gelada
3 – Paliteiras e palitos	18 – Tina de maturação de 150L
4 – Mesas	19 – Produtora contínua de 3 sabores 1200L/h
5 – Balcão com duas cubas e 6 portas	20 – Bancada
6 – Máquina de picolé 3000 picolés/h	21 – Máquina Obsoleta
7 – Embaladora de picolé	22 – Incorporadora de polpa, calda e sólidos
8 – Freezer	23 – Carrinhos
9 – Batedor de 30L	24 – Produtora contínua de 1 sabor 10 L/h e mistura calda

Fonte: Autoria própria (2018)

As janelas laterais, favorecem a iluminação natural, que é predominante, mesmo assim o espaço possui 7 luminárias com duas lâmpadas fluorescentes cada, totalizando 14 lâmpadas fluorescentes distribuídas uniformemente no ambiente, ou seja, a iluminação é natural e artificial. Somado a isso, o espaço da produção de sorvetes e picolés têm dois condicionadores de ar de 36 mil BTU. O pé direito é 3,3 metros e o teto sendo uma laje, com o objetivo de permitir possíveis ampliações para um pavimento superior no local.

Distribuição dos cargos

Ao todo são 18 colaboradores integrantes da empresa estudo de caso. Desses, são determinadas as seguintes funções: 1 na produção de calda; 1 na produção de picolé; 2 na câmara fria; 6 na máquina alimentadora; 2 no escritório; 2 na rotulagem; 2 motoristas; e, 2 vendedores.

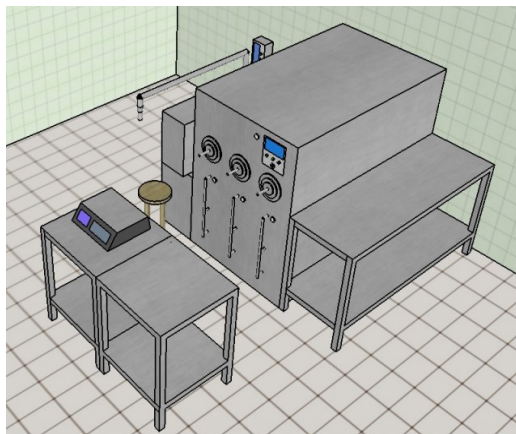
No setor específico de estudo, a necessidade de colaboradores varia conforme a demanda, isto é, no processo de produção de sorvetes em potes, no qual se utiliza a máquina “Produtora contínua de 3 sabores” com capacidade de 1200L/h são necessários de 03 a 06 colaboradores; já no processo de produção de calda é necessário no mínimo de um colaborador; e 03 colaboradores no processo de produção de picolé.

Compreendendo o posto de trabalho analisado

De acordo com a divisão dos postos de trabalho adotada neste estudo, apresenta-se a descrição das atividades desenvolvidas na empresa, com particular atenção ao posto em que foi realizado este estudo:

O sorvete deve permanecer na máquina de maturação tempo suficiente para resfriamento adequado, geralmente para tina de maturação com capacidade de 600L permanece cerca de uma hora e depois o sorvete é enviado para uma máquina chamada de produtora contínua, dependendo do sabor do sorvete pode ser uma máquina que agrega três sabores e/ou incorpora sólidos. A análise ergonômica do conforto térmico será realizada neste posto, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Posto de trabalho analisado



Fonte: Autoria própria (2018)

Neste posto, foco central do presente estudo, está a pessoa responsável pela produção do sorvete que trabalha junto à máquina produtora contínua de sorvete. Ainda ao lado desse funcionário há duas mesas, onde uma tem uma balança e o pote após ser cheio é posicionado sobre a mesma, onde é verificado o peso por outro auxiliar de produção, e adicionado ao pote uma tampa e seu rótulo.

Além do posto objeto de estudo no presente trabalho, há outros postos na empresa como, por exemplo, a produção de picolés, realizada por 2 colaboradores, e que contem a homogeneização dos ingredientes em bateadeira automática, máquina de congelamento, além de acessórios de produção. Os produtos deste posto são direcionados para uma máquina embaladora automática, sendo posteriormente armazenados em caixas de papelão e em seguida são levados para a câmara fria. A empresa também possui uma câmara fria onde são armazenados os produtos prontos, e cuja temperatura fica em torno de -35°C .

ESTUDO DA ATIVIDADE SELECIONADA

Os funcionários no setor de produção dos sorvetes permanecem ao longo do período de trabalho em pé, próximos à máquina alimentadora, exceto pelo responsável de encher os potes por meio da máquina produtora contínua, este funcionário permanece sentado ao segurar cada pote a ser enchido de sorvete. Também há duas mesas e uma caixa que contém os potes vazios. Em uma das mesas, há uma balança e na outra tampas e rótulos, após a operação de encher, pesar e tampar os potes, os mesmos são armazenados em caixas de plástico que em seguida são levadas para a câmara fria através de uma janela na sala de produção como mostra a Figura 3. Um dos condicionadores de ar fica diretamente direcionado a estes funcionários.

Figura 3 - Janela da câmara fria na sala de produção de sorvetes (fechada e aberta)



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

O cargo selecionado para análise é o responsável pela máquina alimentadora/produtora contínua, cuja rotina do colaborador de produção de sorvete consiste em carga horária de 7 horas e 40 minutos de segundas-feiras a sextas-feiras, iniciando o turno às 8 horas e 30 minutos, com intervalo de almoço a partir das 11 horas e 30 minutos até as 13 horas. E o encerramento de expediente é no máximo até as 17 horas e 30 minutos. O almoço pode ser

realizado em refeitório próprio da empresa. É importante ressaltar que a rotina das atividades realizadas no posto de trabalho analisado é flexível, de forma que durante o período de um turno passa por mais de uma pessoa a responsabilidade pela máquina produtora contínua para encher os potes.

Assim as principais tarefas variam entre fazer a programação da máquina produtora no painel, alocar os potes vazios próximos à máquina alimentadora, pegar um pote de cada vez, segurar o pote enquanto enche, de modo que o operador permanece sentado em um banco, onde segura o pote, sem luvas, até encher e após coloca-o sobre a balança.

A vestimenta utilizada pelo funcionário em análise é jaleco e calça uniforme da empresa, mais avental de plástico, bota de borracha, além de touca e protetor auricular. O tecido do uniforme consiste em 100% poliéster, um tecido conhecido por reter o calor, pois dificulta tanto a entrada quanto saída do ar. Três operadores que se revezam nesta atividade. Enquanto um está responsável pelo enchimento do pote, os demais conferem o peso, tampam o pote e colocam o rótulo. A Figura 4 mostra a operadora em análise. Esta vestimenta se encaixa no perfil de roupas com nível de 0,57 clo, conforme Norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2017.

Figura 4 – Operadores no posto de trabalho



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

A operadora em questão, é auxiliar de produção tem 35 anos e há 4 anos está nesta atividade e na empresa também, segundo seu relato não possui recordação de ter tido licenças, exceto licença maternidade, assim como a outra operadora, 29 anos, encarregada de produção que teve licença pela maternidade, trabalha há 8 anos na empresa e há um ano neste cargo. O operador, 26 anos, não teve licenças e está há um ano na empresa e nesta atividade.

É válido destacar que para a tarefa de encher o pote de sorvete é utilizado um banco, de modo que o operador possa executar essa tarefa sentado, os operadores trocam de função durante os turnos, a iluminação para o serviço é considerada por eles como adequada, assim como há um bom relacionamento no local de trabalho. Sob o ponto de vista dos operadores os aspectos a serem melhorados são em relação ao braço, pois há um incômodo (dor suportável) durante essa atividade e também sentem a constante sensação gelada na mão. Considerando as características da atividade sob estudo, foi estabelecido uma taxa metabólica de 1,40 met, conforme sugerido pela Norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2017.

Levantamento quanto ao Conforto Térmico

Para análise ergonômica do conforto térmico na empresa estudada foi feita uma medição das condições térmicas com equipamento medidor de estresse térmico digital portátil, modelo TGD-200, emprestado pelo laboratório de Segurança e Ergonomia (LABSERG) do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). A medição foi realizada em dia combinado previamente com a empresa, no turno da tarde, com início as 15h25min até 17h15min. Durante as cinco primeiras leituras, um dos condicionadores de ar estava ligado marcando 19°C. A partir da sexta leitura o ar condicionado já havia sido desligado e a produção de sorvete encerrada. Apenas os picolés continuaram em produção. Os dados coletados podem ser verificados na Tabela 2.

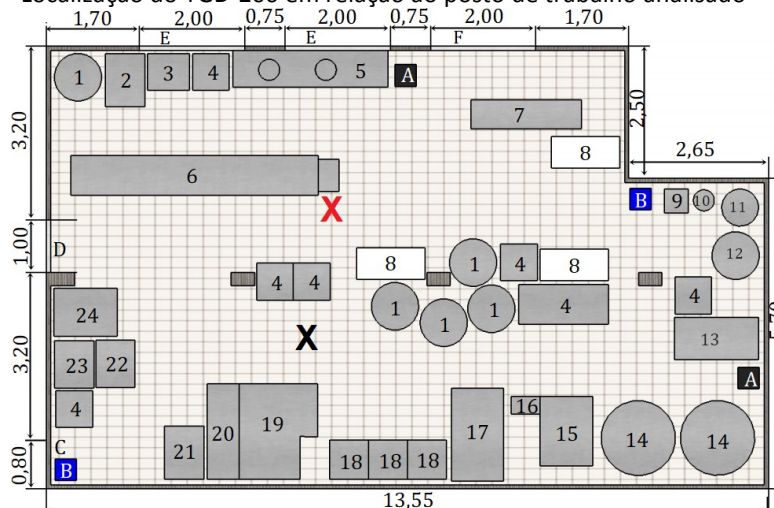
Tabela 2 – Dados coletados pelo TGD-200

i	TA	TRM	VT	UR	M	I _{cl}
1	21,5	22,7	0,5	50	1,4	0,57
2	20,7	22,2	0,5	50	1,4	0,57
3	20,5	21,9	0,5	50	1,4	0,57
4	22,7	22,6	0,5	50	1,4	0,57
5	23,6	23,9	0,5	50	1,4	0,57
6	23,7	24,2	0,5	50	1,4	0,57
7	25,9	24,7	0,5	50	1,4	0,57
8	27	26,1	0,5	50	1,4	0,57
9	27,6	26,8	0,5	50	1,4	0,57
10	27,8	27,1	0,5	50	1,4	0,57
11	28,1	27,3	0,5	50	1,4	0,57
12	28,3	27,3	0,5	50	1,4	0,57

Fonte: Autoria própria (2018)

A localização do equipamento pode ser vista na Figura 5, onde o “X” vermelho é a localização do medidor de estresse térmico digital portátil TGD-200 e o “X” preto está o operador em análise. O equipamento foi instalado de tal forma que os sensores dele ficassem situados em uma altura próxima ao tórax do operador, conforme NHO 06 (RUAS, 1999b).

Figura 5 - Localização do TGD-200 em relação ao posto de trabalho analisado



Fonte: Autoria própria (2018)

Para realizar a análise dos dados coletados foi utilizada uma ferramenta *online* da Universidade Berkeley da Califórnia, onde pode ser feito o *upload* de um grande conjunto de parâmetros de entrada do modelo de conforto, visualizá-los simultaneamente e obter esses dados agregados em um gráfico psicométrico, no qual a abscissa é a temperatura do bulbo seco e para qual a temperatura radiante média (no *site* MRT) é fixa, controlada pela caixa de entrada. A ordenada do gráfico é a temperatura do ar (ver Figura 11). Cada ponto do gráfico tem o valor aferido do MRT (°C) disposto na área destacada como limite para a zona de conforto. Assim, é possível ver como as mudanças no MRT afetam o conforto térmico. Este modelo é baseado na Norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2017.

Conforme Hoyet et al. (2017) os seis fatores primários que afetam o conforto térmico são: temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar, umidade relativa, taxa metabólica e o nível de roupa. A Temperatura Radiante Média (MRT) calculada pela ferramenta *online* representa a média das temperaturas radiante das superfícies envolventes de um espaço, que é determinada pela emissividade e pela temperatura das superfícies. Esse valor afeta a localização da zona de conforto, visto que pode afetar a amplitude de temperaturas aceitáveis do ar. Por exemplo, temperaturas mais radiais permitem que o ocupante se sinta confortável às temperaturas inferiores do ar, ou vice-versa. Assim, um aumento no MRT desloca a zona de conforto para o lado esquerdo das tabelas. No caso da empresa analisada o MRT obtido foi 24,2°C. Já, a velocidade do ar é a taxa de mudança espacial do ar em um espaço, usado para calcular a transferência de calor convectivo e, assim, muda a zona de conforto. Maiores velocidades de ar permitem temperaturas e umidade mais altas, devido ao efeito de resfriamento que o movimento do ar tem em um ocupante.

O controle local da velocidade do ar é a capacidade dos ocupantes para modificar o fluxo de ar local, e se isso não estiver disponível no seu espaço, os limites aplicam-se ao intervalo de temperaturas que podem ser cobertas. Portanto, a disponibilidade de controle local permite amplos intervalos de velocidade do ar que podem ser usados para compensar temperaturas mais elevadas. Mas neste caso, isso não se aplica. Além disso, a temperatura do ar corresponde ao eixo x do gráfico na Figura 11 e a umidade relativa do ar no gráfico mudará a posição do ponto, mas não afeta o limite da zona de conforto e sim os cálculos do voto médio predito (*predicted mean vote* ou PMV). O PMV (modelo utilizado no presente trabalho para o cálculo do conforto humano térmico) consiste em um índice que prevê o valor médio para maioria das pessoas, segundo a escala de sensações de 7 pontos (ASHRAE Standard 55, 2017). Onde a Tabela 3 apresenta a escala sétima da ASHRAE.

Tabela 3 – Escala sétima da ASHRAE

Índice	Sensação
3	Muito quente
2	Quente
1	Levemente quente
0	Neutro
-1	Levemente frio
-2	Frio
-3	Muito frio

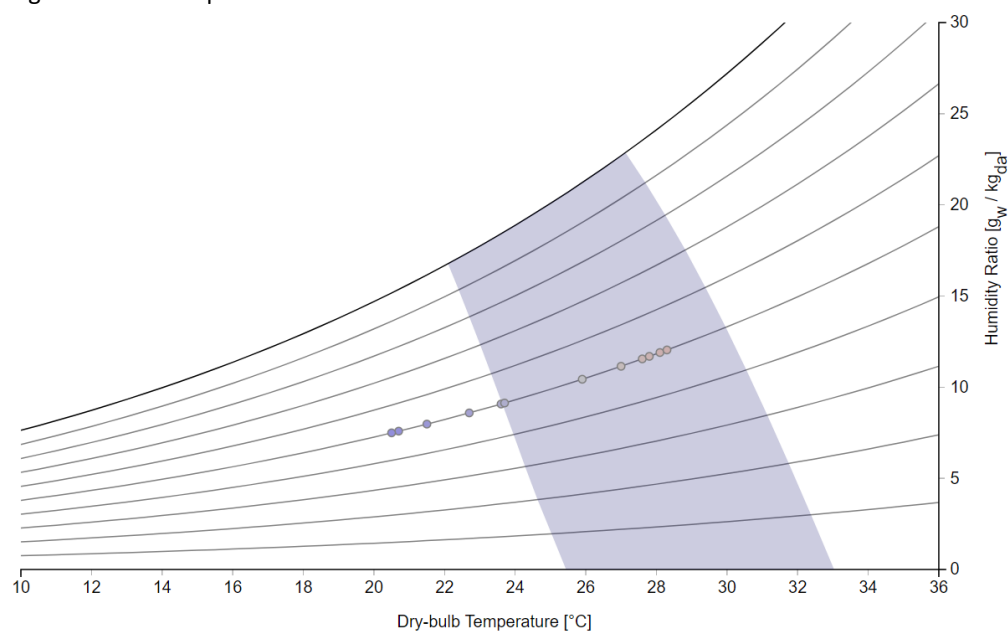
Fonte: ASHRAE Standard 55 (2017)

Os estudos sobre percepção quanto ao conforto térmico foram realizados por Povl Fanger, ainda nos anos 70, e faziam uso câmaras climatizadas, dando origem ao método mais conhecido e disseminado para avaliação de conforto térmico. Tais estudos foram realizados no interior de um ambiente totalmente controlado pelo pesquisador, onde tanto as variáveis ambientais, como as variáveis pessoais ou subjetivas, podem ser manipuladas a fim de se encontrar a melhor combinação possível entre elas, resultando em uma situação confortável (MATTOS e MÁSCULO, 2011).

Para este estudo o índice PMV obtido foi de -0,29, o que indica que a sensação está entre neutro e levemente frio para os ocupantes do posto de trabalho analisado. Devido à variação biológica entre pessoas, há grande possibilidade de que somente alguns dos ocupantes no ambiente sintam-se confortáveis termicamente, e isso motivou a criação por Fanger do índice porcentagem de pessoas insatisfeitas, o qual estabelece a quantidade estimada de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente.

Como pode ser visto na Figura 6, a zona de conforto (faixa azul do gráfico) se caracteriza por ser uma faixa de variação bidimensional da temperatura operativa e umidade relativa do ar na qual se prevê condições de aceitabilidade térmica para valores particulares de velocidade do ar, taxa metabólica e isolamento de vestimenta.

Figura 6 – Gráfico psicométrico de conforto térmico



Fonte: Adaptado em CBE Comfort Thermal Tool (2018)

Ao verificar o gráfico da Figura 6 foi constatado que das 12 leituras de temperatura durante o ciclo de trabalho do responsável pela máquina produtora contínua de sorvete, 5 leituras de temperaturas, isto é, 5 pontos no gráfico psicométrico estão fora da zona de conforto térmico e estes ocorrem quando o MRT está abaixo de 24,2°C ou a temperatura do ar abaixo de 23,7°C.

Segundo Lamberts et al. (2016), cada indivíduo possui uma temperatura corporal neutra, descrita como aquela em que o mesmo não prefira sentir nem

mais frio e nem mais calor no ambiente (neutralidade térmica) e nem necessite utilizar seu mecanismo de termo regulação. Ao compararmos a temperatura interna corporal com essa temperatura neutra, podemos apresentar as seguintes zonas de respostas fisiológicas e comportamentais:

- $t_{\text{corpo}} < t_{\text{neutra}}$ ocorre neste caso o mecanismo de vaso constricção;
- $t_{\text{corpo}} < 35^{\circ}\text{C}$ ocorre perda de eficiência (habilidade);
- $t_{\text{corpo}} < 31^{\circ}\text{C}$ esta situação de temperatura corporal é letal.

Da mesma forma:

- $t_{\text{corpo}} > t_{\text{neutra}}$ ocorre neste caso o mecanismo de vaso dilatação;
- $t_{\text{corpo}} > 37^{\circ}\text{C}$ inicia-se o fenômeno do suor;
- $t_{\text{corpo}} > 39^{\circ}\text{C}$ inicia-se a perda de eficiência;
- $t_{\text{corpo}} > 43^{\circ}\text{C}$ esta situação de temperatura corporal é letal.

Sendo assim, estes foram os resultados encontrados na análise de conforto térmico e as principais considerações levantadas com vistas a compreender as condições de conforto térmico pelos ocupantes no ambiente de trabalho.

CONSTATAÇÕES CONSIDERANDO CENÁRIO IDENTIFICADO

De acordo com esta investigação, foi verificado que há uma significativa variação de temperaturas ao longo da jornada de trabalho e sendo assim em algum período algumas temperaturas são consideradas levemente frias para a zona de conforto segundo a escala de sete pontos.

A ferramenta *online* do CBE utilizada para chegar à essa conclusão é uma ferramenta prática que dispõe de informações suficientes para possibilitar, mesmo para aqueles que não possuem profundos conhecimentos sobre o conforto térmico, a sua avaliação com um grau aceitável de precisão.

É válido ressaltar que devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes do ambiente se sintam confortáveis termicamente. Além disso, as quatro variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade do ar) devem ser medidas com o auxílio de equipamentos adequados, e devidamente calibrados. As duas variáveis pessoais (atividade metabólica e vestimenta) devem ser estimadas por meio da pesquisa *in loco* com base na Norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2017, para que seja possível o apropriado cálculo da zona de conforto térmico.

Quanto ao trabalhador do posto de trabalho analisado neste trabalho, o qual tem a função de lotar os potes de sorvete, é oportuno o pote de sorvete ser apoiado em uma bancada, um suporte tal como uma mesa, enquanto enche, com isso o operador não precisaria segurar o pote com as mãos sem luvas e nem fazer torção do pulso para tal atividade, além disso a temperatura do ar condicionado poderia ser levemente aumentada para 20°C ou 21°C pressupondo também uma direção do ar divergente dos operadores. O quesito alta variabilidade de temperatura pode ser abrandado, de modo que antes do término da jornada de

trabalho a graduação de temperatura seja gradativamente convergida para 25°C ou para temperatura aproximada do ambiente externo.

CONCLUSÕES

A análise do posto de trabalho neste estudo, especificamente, do auxiliar da produção de uma indústria de sorvete mostra-se de acordo com as condições climáticas presumidas para esse ambiente. Pois com base no índice de previsão de média de votos (PMV) de -0,29 tem-se que a sensação térmica está entre o neutro e levemente frio, no entanto, vale lembrar que cada trabalhador sentirá a temperatura de maneira distinta, devido a variação biológica.

Somado a isso, o estudo apontou que dos 12 pontos medidos, 5 estão fora da zona de conforto térmico, estes ocorrem quando o MRT, ou seja, quando a média das temperaturas radiante das superfícies envolventes de um espaço, que é determinada pela emissividade e pela temperatura das superfícies está abaixo de 24,2°C ou a temperatura do ar abaixo de 23,7°C.

Ainda, relacionado com a ergonomia do processo analisado, considera-se que o fato do trabalhador necessitar segurar o pote no momento do enchimento, gera um possível desconforto na mão devido a torção e esfriamento que ocorre. Por isso, indica-se inserir no local um suporte adequado a embalagem do sorvete, de modo a minimizar o impacto entre as mãos do operador com o recipiente gelado.

Neste contexto, o presente trabalho avalia que as condições de conforto térmico no posto de trabalho estão conformes, visto que é uma empresa de produção de sorvetes e picolés, e naturalmente o ambiente tenderá a apresentar uma temperatura mais baixa. Com isso, sugere-se que antes do final do expediente o ar condicionado seja ajustado para aproximar-se da temperatura externa e proporcionar condições favoráveis aos seus trabalhadores.

Por fim, foram apontadas as principais medidas a serem tomadas para adequação da indústria, de forma que possa oferecer um ambiente de trabalho com melhores condições de conforto e segurança para o desempenho das atividades. Este artigo traz contribuições valiosas para este estudo, porque aborda o desafio das Micro, Pequenas e Médias Empresas (MPME) em responder satisfatoriamente às necessidades referentes à Segurança e Saúde do Trabalho (SST) de seus colaboradores, sob uma perspectiva crítica e propondo soluções.

Investigation on Thermal Comfort Indexes at an Ice Cream Industry

ABSTRACT

This article presents a case study at a family-owned small business of frozen food and ice cream industry. The objective of this study was to understand how thermal comfort concepts could be applied for performing improvements in the work environment and conditions for employees. For such purpose, data on thermal comfort matter was collected in the field, and temperature readings were performed through the TGD-200 thermal stress meter for almost two hours at 10-minute intervals. After the data collection, it was applied in an online tool with the purpose of calculating thermal comfort indexes and a graph was generated for analysis. As results it was verified that for some time there is a slightly cool thermal sensation in the environment analyzed and the effect is the loss of capacity in the work efficiency and may even generate occupational risks such as cold diseases. Finally, the study proposes some measures to improve the thermal comfort for the employees of the workstation in the environment of ice cream production.

KEYWORDS: Food Industry. Thermal Comfort. Occupational Risks.

REFERÊNCIAS

ABIS. **Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www.abis.com.br/>>. Acesso em: 10 de mar. 2018.

EMBRAPA. **Boletim Climatológico Mensal**. [s.d.]. Disponível em: <<http://agromet.cpact.embrapa.br/online/reports/dezembro2017.pdf>>. Acesso em: 07 de abr. 2018.

GALLO, E. A.; RIBEIRO, F. N. **Índice de Conforto Térmico ISO7730 em Automação Predial**. Trabalho de Graduação em Engenharia de Controle e Automação - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 98p. 2007. Disponível em: <<http://www.ene.unb.br/adolfo/Monographs/Graduation/TG07%20Eduardo%20A.%20Gallo%20e%20Fernando%20N.%20Ribeiro.pdf>>. Acesso em: 07 de mar. 2018.

GALLOIS, N. S. P. **Análise das condições de stress e conforto térmico sob baixas temperaturas em indústrias frigoríficas de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/dissertacoes/DISSERT_ACAO_Nelson_Simoes_Pires_Gallois.pdf>. Acesso em: 11 de mar. 2018.

GIAMPAOLI, E.; SAAD, I. F. S. D.; CUNHA, I. A. NHO 06 – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor. **Ministério do Trabalho**. 1. ed. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), 2002.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730**: Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genebra, 2005.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A.; GOULART, S.; DE VECCHI, R. **Conforto e Stress Térmico**. Laboratório de Eficiência Energética e Edificações (LabEEE). Apostila da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de

Engenharia Cível, 2016. Disponível em:
<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico_2016.pdf>. Acesso em: 15 de mar. 2018.

MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e Segurança do Trabalho**. São Paulo: Editora Elsevier, 2011.

MIGUEL, J. **Projeto de Implantação de Indústria de Sorvete**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis [s.n.], 2010. Disponível em:
<https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/881622/mod_resource/content/0/industria_sorvete.pdf>. Acesso em: 22 de mar. 2018.

MOURA, L. F.; XAVIER, A. A. P. Sensação Térmica e Ações para Conforto Térmico: um estudo de caso. **Revista Gestão Industrial**, ISSN 1808-0448 / v. 8, n. 2: p. 209-228, abr./jun. 2012. Disponível em:
<<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/970/832>>. Acesso em: 22 de mar. 2018.

RUAS, A. C. Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho. **Ministério do Trabalho**. 1. ed. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), 1999a.

_____. **Avaliação de conforto térmico**: contribuição à aplicação prática das normas internacionais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999b. Disponível em: <
http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258055/1/Ruas_AlvaroCesar_M.pdf>. Acesso em: 01 de mar. 2018.

SOUTO, R. F.; BORGES, G. A.; BAUCHSPIESS, A. Estudo sobre o controle térmico para ambientes prediais. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA. **Anais...** Salvador: CBA, 2006. p. 3224-3229. Disponível em:
<http://www.ene.unb.br/adolfo/Papers/CBA2006_976.pdf>. Acesso em: 16 de mar. 2018.

VOLTANI, E. R.; LABAKI, L.C. Revisão da última versão da norma ISO 7730 (2005): Síntese Bibliográfica dos Trabalhos mais Relevantes. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2008. Disponível em:
<<http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1960.pdf>>. Acesso em: 30 de abr. 2018.

Recebido: 07 jun. 2018

Aprovado: 15 fev. 2019

DOI: 10.3895/gi.v15n1.8394

Como citar:

TERRA, S.X.; FERREIRA, J.R.P.; CAMPOS, L.B.; COELHO, M.M.; FRANZ, L.A.S. Investigação quanto aos Índices de Conforto Térmico em uma Indústria de Sorvetes. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 15, n. 1, p. 101-119, jan./mar. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rqi>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Stela Xavier Terra

Rua Benjamin Constant, 989, sala 500, Bairro Porto, Pelotas, RS, Brasil

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

