

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO**  
**TRABALHO**

**JOSÉ ALFREDO WINNICKI**

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DE TRABALHO NA**  
**ETAPA DE Prensagem a quente na confecção de chapas**  
**de compensado de pinus**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2017**

**JOSÉ ALFREDO WINNICKI**

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DE TRABALHO NA  
ETAPA DE Prensagem a quente na confecção de chapas  
de compensado de pinus**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho, Área de Conhecimento: Higiene e Segurança do Trabalho, do Curso de Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Luiz Eduardo Melo Lima

**PONTA GROSSA**

**2017**



---

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Título do artigo nº. 008/2017

### **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DE TRABALHO NA ETAPA DE PRENSAGEM A QUENTE NA CONFECÇÃO DE CHAPAS DE COMPENSADOS DE PINUS**

Desenvolvido por:  
**José Alfredo Winnicki**

Este artigo foi apresentado no dia 13 de dezembro de 2017 às 14 horas como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO TRABALHO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Ariel Orlei Michaloski**  
1º membro

---

**Antonio Carlos Frasson**  
2º membro

---

**Luiz Eduardo Melo Lima**  
Orientador

Evaluation of the thermal conditions of work in the stage of hot pressing in the production of plywood sheets of Pinus

**Abstract:** The main objective of this work is to carry out an evaluation of the thermal conditions of the work place, in the manual loading and unloading stage of wood slabs for hot pressing in the production of plywood sheets of Pinus sp. The data used in this analysis were collected in October 2016 at a company that manufactures this product in the southeastern region of the state of Paraná, Brazil, with a Cfb (subtropical moist mesothermal) climate, with an altitude of 925 m, with an average annual temperature of 18°C and average annual rainfall of 1500mm. The evaluation was made through measurements and calculations of press temperature, workplace temperature, data of ventilation and exhaust equipment (through the necessary air flow), used to improve the thermal conditions of the workplace. The results show the need for a greater number of measurements (samples), especially in hotter year periods of the year and using measuring equipment with greater accuracy. Despite this, the workplace and the ventilation / exhaust equipment used by the industry can maintain a satisfactory temperature condition in the workplace in the period in question, in accordance with Brazilian legislation.

Key words: Thermal evaluation, thermal comfort, manual loading, hot pressing, Pinus plywood sheets.



## **Avaliação das condições térmicas de trabalho na etapa de prensagem a quente na confecção de chapas de compensado de Pinus**

José Alfredo Winnicki (UTFPR-PG) E-mail: [jawinnicki@hotmail.com](mailto:jawinnicki@hotmail.com)

Luiz Eduardo Melo Lima (UTFPR-PG) E-mail: [lélima@utfpr.edu.br](mailto:lélima@utfpr.edu.br)

**Resumo:** O objetivo principal deste trabalho consiste na realização de uma avaliação das condições térmicas do local de trabalho, na etapa de carregamento e descarregamento manual de lâminas de madeira para prensagem a quente na confecção de chapas de compensado de Pinus sp. Os dados utilizados nesta análise foram coletados no mês de outubro de 2016, em uma empresa fabricante deste produto localizada na região sudeste do estado do Paraná, Brasil, com clima Cfb (subtropical úmido mesotérmico), altitude de 925 m, com temperatura média anual de 18 °C e precipitação média anual de 1500 mm. A avaliação foi feita através de medições e cálculos da temperatura da prensa, da temperatura do local de trabalho, de dados dos equipamentos de ventilação e exaustão (através da vazão de ar necessária), utilizados para a melhoria das condições térmicas do local de trabalho. Os resultados mostram a necessidade de um maior número de medições (amostras), principalmente em períodos do ano de clima mais quente e utilizando equipamentos de medição com uma maior precisão. Apesar disto, o local de trabalho e os equipamentos de ventilação/exaustão utilizados pela indústria conseguem manter uma condição de temperatura satisfatória no local de trabalho no período em questão, adequando-se a legislação brasileira.

**Palavras-chave:** Avaliação térmica, conforto térmico, carregamento manual, prensagem a quente, chapas de compensado de Pinus.

### **1. Introdução**

O conforto é uma palavra que pertence ao senso comum: a maioria das pessoas tem uma noção do que é, entendem do que se trata. Segundo o dicionário da língua Portuguesa, o conforto é a comodidade ou a sensação de bem-estar físico (FERREIRA, 1999). Na prática, o conforto costuma ser definido como a ausência de sensações desagradáveis.

O conforto térmico é o estado mental que expressa à satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. O desconforto, pelo contrário, vem com a sensação de calor ou frio, quando o corpo não consegue dissipar o calor produzido por seu metabolismo para manter sua temperatura interna, ou perder calor demais para o ambiente. Quanto maior for o trabalho do organismo para manter sua temperatura interna, maior será a sensação de desconforto.

A norma internacional para averiguar o conforto térmico em ambientes é a ISO 7730, que utiliza uma equação de balanço de energia entre o corpo e o ambiente (ISO 7730, 1994). Outras normas ISOs também são empregadas para a verificação do conforto térmico através de vários enfoques: 7243 – ambientes quentes e a estimativa do estresse térmico por calor em trabalhadores, baseado no IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo) (ISO 7243, 1989); 7933 – ambientes quentes e a determinação analítica e interpretação do estresse térmico, utilizando o cálculo da taxa requerida de suor (ISO 7933, 1989); 9886 – avaliação da tensão térmica, através de medições fisiológicas (ISO 9886, 1992).

A Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho do Brasil – NR 15, Anexo 3 – limites de tolerância para exposição ao calor, baseia-se no IBUTG para avaliação do estresse térmico, sendo que difere das outras normas no que diz respeito à preocupação em relação ao tempo de exposição máximo que o trabalhador pode ficar sujeito às condições ambientais, levando-se em conta o regime trabalho/descanso para a execução das atividades laborais. Para as condições de umidade ao que o trabalhador pode estar exposto, a NR 15, em seu Anexo 10, faz algumas observações com relação à umidade e ao trabalhador, porém sem nenhum cálculo, índice ou tabela, somente discutindo as condições em lugares alagados ou encharcados, com umidade excessiva (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2015).

Atualmente a competitividade entre as empresas cresce a cada dia, a produtividade de seus funcionários é um fator decisivo e um dos fatores que influenciam esta produtividade são as condições térmicas a que estão expostos os trabalhadores, dentre outros parâmetros de segurança e saúde do trabalho. A temperatura e a umidade relativa do ar são exemplos de condições térmicas normalmente verificadas em ambientes industriais, por isto as empresas estão investindo recursos para adequar o ambiente de trabalho, para oferecer melhores condições e aumentar a produtividade (ROQUE, 2017).

A avaliação do conforto térmico em ambientes é um assunto que vem sendo estudado, para diferentes atividades do setor industrial, bem como na construção civil, devido a sua importância para a segurança e saúde do trabalho. Krüger e Lamberts (2000) analisaram o impacto de diversas estratégias de baixo custo, como técnicas eficientes de ventilação natural e redesenho apropriado da envoltória, para a obtenção de melhores condições de conforto térmico em um projeto de uma habitação popular padrão no Brasil. Nesta análise, eles utilizaram um programa de ventilação denominado AIOLOS e, a partir da avaliação de diversas técnicas de ventilação natural, observaram o potencial de estratégias de projeto, através da proposição de diversas melhorias no desenho da edificação.

Moura e Xavier (2012) analisaram a sensação térmica em ambientes industriais, a partir de um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor de confecções, para identificar as ações dos indivíduos necessárias para garantia do conforto térmico. A partir da aplicação de questionários, eles identificaram situações onde o frio poderia favorecer a ocorrência de doenças e concluíram, a partir dos dados levantados, a importância do uso de roupas corretas no ambiente de trabalho, como o uso de uniformes previsto na legislação.

Uma análise do conforto térmico de containers utilizados como alojamentos em uma empresa de construção civil no município de Curitiba – Paraná foi realizada por Teixeira (2014). Os resultados das medições realizadas por ele foram obtidos utilizando-se um medidor de estresse térmico modelo TGD400 da marca Instrutherm. Nesta pesquisa foi verificada a influência das fontes externas de calor existentes e comprovado o efeito da referida influência no índice de aquecimento e IBUTG, tanto no caso de containers marítimos quanto containers simples. Os dados coletados mostraram também que os containers convencionais duplo apresentam as melhores condições de conforto térmico para serem utilizados como alojamento para os trabalhadores nos canteiros de obras analisados.

Em ambientes industriais, para se conseguir manter o controle da temperatura e da umidade relativa do ar, bem como dos valores limites de contaminantes, para a manutenção da segurança e saúde do trabalho, são frequentemente utilizados sistemas de ventilação, tais como: a ventilação geral natural, a ventilação geral diluidora e a ventilação local exaustora. Por definição, a ventilação é a operação realizada por meios naturais ou mecânicos para o controle da temperatura, da distribuição do ar e umidade, para a eliminação de agentes contaminantes ou poluidores do ambiente de trabalho, como por exemplo: gases e vapores, poeiras, fumos e névoas, microrganismos e odores (MACINTYRE, 1990).

As empresas se valem das tecnologias, normalmente disponíveis no mercado, para amenizar ou controlar o ambiente ou local de trabalho industrial, utilizando máquinas e/ou equipamentos, como por exemplo: ventiladores para insuflação ou exaustão, exaustores eólicos, aeradores, resfriadores evaporativos, revestimentos de teto, etc. (ROQUE, 2017). Estes equipamentos são normalmente utilizados para complementar a ventilação natural que muitas vezes não é suficiente para se chegar a um ambiente térmico adequado e que satisfaça as normas vigentes. Portanto, a avaliação da vazão de ar necessária para o ambiente é o parâmetro determinante (CLEZAR e NOGUEIRA, 1999).

O *Pinus sp.* é um gênero de árvore exótica, plantada em reflorestamentos, principalmente na região sul do Brasil, sendo que a sua maior área plantada é no estado do Paraná. É uma árvore produtora de madeira, que é utilizada como matéria-prima para a produção de celulose de fibra longa e papel de qualidade superior, chapas de tiras de madeira orientadas (*Oriented Strand Board* – OSB) e de fibra de média densidade (*Medium Density Fiberboard* – MDF), compensados, laminados, móveis, tábuas, podendo ser utilizada na construção de casas, caixotaria e *pellets*.

O compensado é uma placa de madeira feita com lâminas retiradas dos troncos das árvores. As camadas são coladas umas em cima das outras e compactadas em altas temperaturas formando a chapa de madeira. A principal característica dos compensados é sua elevada resistência. O compensado é usado em diversas aplicações, como por exemplo, tapumes de construções, divisórias de casas, revestimentos internos, na fabricação de móveis, carrocerias de caminhões, assoalho de container, embarcações para navegação, caixaria de construção e ainda como isolamento acústico, etc.

As etapas para a fabricação do compensado de *Pinus* são: laminação das toras; secagem das lâminas; classificação das lâminas; juntadeira de lâminas; colagem; pré-prensagem de compensado a frio; prensagem de compensado a quente; corte e esquadreamento; emassamento; lixamento e calibragem. A etapa envolvida neste estudo é a prensagem de compensado a quente, que consiste no recebimento das chapas de compensados já construídas, que passaram pela máquina de pré-prensagem a frio, sendo colocadas individualmente entre duas chapas de ferro maciças, aquecidas pela pressão de vapor em seu interior e submetidas a aplicações de altas pressões e temperaturas.

A realização de trabalhos sobre este tema pode auxiliar na discussão do mesmo e trazer benefícios relacionados com o estabelecimento de condições térmicas e de ventilação/exaustão adequadas para fins de conforto térmico aos trabalhadores na área industrial, mais especificamente nas indústrias madeireiras. Portanto, este trabalho tem por objetivo avaliar as condições térmicas do local de trabalho na etapa de carregamento manual de lâminas de madeira na prensagem a quente para confecção de chapas de compensado do *Pinus sp.*, tendo como parâmetro a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho do Brasil – NR 15, Anexo 3, bem como a avaliação da vazão de ar requerida no ambiente de trabalho para os equipamentos que auxiliam a ventilação natural do local de trabalho industrial, como ventiladores e exaustores de parede e exaustores de teto.

## 2. Metodologia

A coleta dos dados foi realizada em outubro de 2016, às 13 horas, em uma empresa fabricante de compensados de *Pinus sp.*, localizada na região sudeste do estado do Paraná, Brasil, com clima Cfb (subtropical úmido mesotérmico), altitude de 925m, com temperatura média anual de 18 °C e precipitação média anual de 1500 mm. A temperatura da prensa de compensado foi obtida através do leitor de temperatura no painel de controle do equipamento, conforme Figura 1. Esta é a temperatura interna do equipamento, no qual é ajustada e controlada para uma melhor qualidade do compensado. Dependendo da temperatura de operação da prensa, o

calor emitido será maior ou menor para o ambiente, afetando a temperatura de trabalho e a sensação de conforto térmico do funcionário. A temperatura de operação da prensa obtida é de aproximadamente 126 °C.



Figura 1 – Painel de controle da prensa hidráulica a vapor da fábrica de compensados  
Fonte: Autoria própria

A temperatura do local de trabalho foi obtida através de medições com termômetro de bulbo seco, termômetro de bulbo úmido e termômetro de globo, de acordo com a NR 15, Anexo 3, apresentados na Figura 2 (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2015). Estes dados foram obtidos através de levantamento feito na época da implantação fabril das prensas hidráulicas a quente.



Figura 2 – Aparelho termohigrômetro analógico de bulbo seco e de bulbo úmido e termômetro digital de globo  
Fonte: Autoria própria

Os equipamentos, utilizados na área fabril para controlar/amenizar a temperatura do ambiente de trabalho, são descritos a seguir.

### 2.1. Ventiladores/extractores axiais

Equipamentos utilizados para grandes vazões de ar, com hélices auto-limpantes que permitem alcançar uma maior eficiência. O compartimento do ventilador e o tubo de Venturi são feitos de chapa de aço galvanizado. As hélices de seis pás são balanceadas estática e dinamicamente para um menor nível de ruído e menor vibração. O ventilador também conta com um sistema de acionamento automático de veneziana e a transmissão é por polias e correias. A Tabela 1 apresenta as informações técnicas do ventilador/extractor axial modelo EM50 de 1,1 cv.



Tabela 1 – Descrição técnica ventilador/exaustor axial modelo EM50 de 1,1 cv

Item	Medidas
Peso total do ventilador	84 kg
Velocidade nominal da hélice	365 rpm
Vazão do ar	36180 m <sup>3</sup> /h
Diâmetro da hélice	1270 mm
Número de pás	6
Número de venezianas	10
Temperatura máxima de operação	50 °C
Classe de proteção do motor	IP-55
Potência do motor	1 hp (WEG)

Fonte: Munters (2017)

## 2.2. Exaustores de teto

Os exaustores de teto são do tipo sistema Cycloar, conforme Figura 3, de aeração intensificada para aeração/ventilação em silos e armazéns, podendo também ser usado na área fabril, promove a renovação ininterrupta do ar interno, com poder de exaustão e pelo princípio de convecção natural sem custos adicionais de manutenção e energia elétrica. O sistema é construído com dois cilindros justapostos entre si, com diâmetros e alturas diferentes com venezianas invertidas (Venturi) sendo seguro quanto às chuvas (estanqueidade), por ser leve e não girar resiste a fortes ventos (desprendimento do telhado), estas características conferem-lhe vida longa e rendimento estável.



Figura 3 – Funcionamento do sistema Cycloar e o arranjo dos exaustores eólicos no teto da fábrica

Fonte: Cycloar (2017) e autoria própria

O sistema de resfriamento é feito com aspersores de água montados sobre o teto da fábrica, fazendo com que toda a área ocupada pelas prensas a quente seja envolvida. Não foi dimensionado o número exato de aspersores necessários, tampouco a quantidade de água aplicada por cada um deles na área do teto da fábrica em questão. Este sistema de resfriamento foi montado a partir de bases empíricas.

A área utilizada para a avaliação do conforto térmico, realizada neste estudo, é apresentada na Figura 4. Esta área possui um total de 5 prensas a quente, 2 ventiladores axiais de parede, 2 exaustores axiais de parede, 16 exaustores eólicos de teto, em uma área de influência das prensas de 144 m<sup>2</sup> (24 m × 6 m) e um volume total de 2.160 m<sup>3</sup> (24 m × 6 m × 15 m), além dos aspersores de água localizados em cima do teto da fábrica. As prensas a quente trabalham no seu carregamento e descarregamento com um elevador que se movimenta para cima e para baixo para que o trabalhador possa fazer os movimentos de maneira ergonômica.



Figura 4 – Área de avaliação das condições térmicas (prensas a quente) no setor fabril  
 Fonte: Autoria própria

Os ventiladores axiais de parede estão dispostos a 3,0 m de altura do piso, possuindo 1,27 m de diâmetro de hélice, alcançando uma altura total de 4,27 m de altura. Esses ventiladores axiais foram montados estrategicamente a uma altura que possam ter a melhor influência de ventilação e exaustão do ar sobre os funcionários no ato de carregar e descarregar as lâminas de madeira da prensa a quente, conforme pode ser observado na Figura 4. Existem 2 equipamentos fazendo a ventilação do ar nas prensas, um na parte dianteira e outro na parte traseira da prensa, e 2 equipamentos (no sentido contrário da área da fábrica) fazendo a exaustão do ar, um na parte dianteira e outro na parte traseira da prensa, conforme representação esquemática apresentada na Figura 5. Os exaustores Cycloar são em número de 16 equipamentos, dispostos no teto da fábrica acima das prensas a quente, conforme arranjo apresentado na Figura 5.

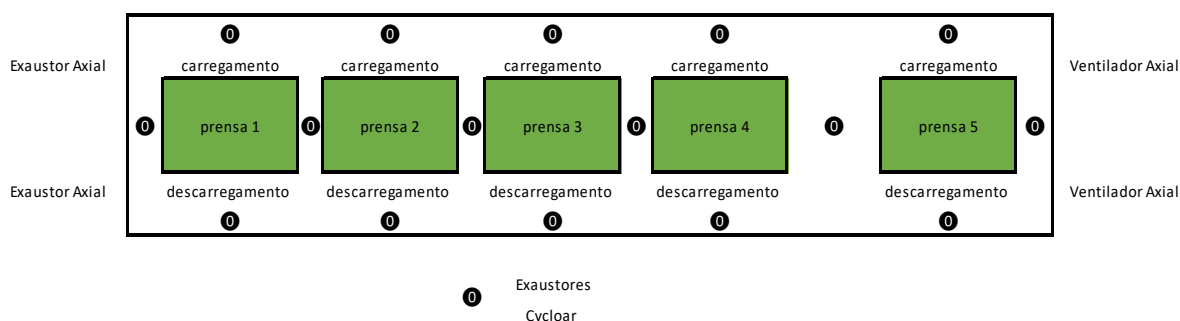


Figura 5 – Representação esquemática do arranjo da área avaliada neste estudo (dimensões 24 m × 6 m × 15 m)  
 Fonte: Autoria própria

Para o cálculo de vazão de ar necessária a este ambiente utilizou-se a Tabela C – Padrões de ventilação geral, do manual de projeto de sistemas de ar condicionado (*Handbook of air conditioning system design*), desenvolvido por Carrier (2003). A vazão de ar necessário,  $Q$ , é calculada pela Equação (1):

$$Q = K Q_r \quad (1)$$

Sendo  $K$  a capacidade do ambiente, obtida da divisão da área do recinto (144 m<sup>2</sup>) pela taxa de ocupação na fábrica (2 m<sup>2</sup>/pessoa), e  $Q_r$  é a vazão recomendada por pessoa (17 m<sup>3</sup>/h para uma área industrial, segundo a Tabela C – Padrões de ventilação geral, do manual do projeto de sistemas de ar condicionado) (CARRIER, 2003). O resultado obtido para o cálculo da vazão necessária é apresentada na próxima seção.

### 3. Resultados

Na Tabela 2 são apresentadas as medições de temperatura realizadas em cada área no interior da fábrica, afastado das prensas e também medições feitas na frente da prensa a quente. Para estas medições, em cada área, também são apresentados os respectivos valores de IBUTG. O IBUTG é calculado pela Equação (2) de acordo com NR 15:

$$IBTUG = \begin{cases} 0,7 T_{BU} + 0,3 T_G & \text{internos ou externos sem carga solar} \\ 0,7 T_{BU} + 0,1 T_{BS} + 0,2 T_G & \text{externos com carga solar} \end{cases} \quad (2)$$

Sendo  $T_{BU}$  a temperatura de bulbo úmido,  $T_{BS}$  a temperatura de bulbo seco e  $T_G$  a temperatura de globo (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2015).

Tabela 2 – Medições de temperatura no ambiente de fábrica e prensa a quente e resultados para o IBUTG

Item	Área 1 (fábrica)	Área 2 (em frente à prensa)
Temperatura de bulbo seco ( $T_{BS}$ )	26 °C	30 °C
Temperatura de bulbo úmido ( $T_{BU}$ )	16 °C	21 °C
Temperatura de globo ( $T_G$ )	27 °C	31 °C
Umidade relativa ( $UR$ )	34 %	44 %
IBUTG	19,3 °C	24,0 °C

Fonte: Autoria própria

O trabalho realizado pelo funcionário no ato de carregamento e descarregamento da prensa é caracterizado como trabalho moderado, em pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação, com taxa de metabolismo de 220 kcal/h.

Fazendo a análise destes dados, pode-se observar que o IBUTG se adequa a caracterização do trabalho, mesmo para o trabalho contínuo, fator este que não ocorre, pois após carregamento ou descarregamento das lâminas da prensa (serviço feito em dupla), os funcionários aguardam a liberação da próxima prensa para o ato de carregar/descarregar. O tempo para este serviço dura em média de 2 a 3 minutos (carregar ou descarregar), sendo que o tempo para o novo processamento não dura menos do que 15 minutos. Neste tempo, o funcionário acaba fazendo outra tarefa dentro do ambiente fabril.

Com base nos dados apresentados na Tabela 3, pode-se afirmar que os equipamentos de ventilação/exaustão estão contribuindo de forma significativa para a adequação das condições térmicas do local de trabalho, conforme Norma Regulamentadora – NR 15, Anexo 3, do Ministério do Trabalho do Brasil (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2015).

Tabela 3 – Dados do ambiente de trabalho e resultado para a vazão necessária

Item	Resultado
Área ( $A$ )	144 m <sup>2</sup>
Volume ( $V$ )	2.163 m <sup>3</sup>
Capacidade ( $K$ )	72 pessoas
Vazão necessária ( $Q$ )	1.224 m <sup>3</sup> /h

Fonte: Autoria própria

Levando-se em consideração para o cálculo da vazão adequada, um volume de 2.160 m<sup>3</sup> (24 m × 6 m × 15 m), uma vazão de 17 m<sup>3</sup>/h por pessoa para uma área industrial (Tabela C – Padrões de ventilação geral) e uma taxa de ocupação de 2 m<sup>2</sup>/pessoa, chega-se a um total de 1.224 m<sup>3</sup>/hora de vazão adequada para o local de trabalho (prensa a quente).

Nesta área industrial, no local das prensas, existem 2 ventiladores axiais com vazão de ar de 36.180 m<sup>3</sup>/h por ventilador e 2 exaustores axiais com vazão de ar de 36.180 m<sup>3</sup>/h por exaustor, todos direcionados para os locais de carregamento/descarregamento. Existem também 16 equipamentos de exaustão do tipo eólicos com vazão de ar de 4.100 m<sup>3</sup>/h por exaustor, porém, para que isto ocorra, estes equipamentos eólicos (Cycloar) necessitam de um vento de 10 km/h. Estes exaustores eólicos mesmo sem a ocorrência de vento possui uma função de retirada do calor, umidade e poluição do interior da área fabril. Estes equipamentos estão montados acima da área das prensas a quente, contribuindo para uma melhor eficiência da exaustão do ambiente de trabalho.

É possível observar nesta análise, que os equipamentos de ventilação/exaustão existentes no local de avaliação, atendem as expectativas de vazão de ar necessária, além da carga térmica gerada em virtude da operação das prensas a quente, mesmo em situações de funcionamento parcial dos exaustores eólicos, como consequência das variações ocorridas na velocidade do vento local. Ainda que sem utilizar cálculos para quantificar a influência da aspersão de água para resfriamento do teto do galpão (área fabril), uma análise mais detalhada deve levar em consideração este fator, pois em dias de intenso calor, os raios solares aquecem o ambiente de trabalho através do mecanismo de radiação.

#### 4. Conclusões

Neste trabalho é apresentada uma avaliação das condições térmicas de um local de trabalho, na etapa de carregamento e descarregamento manual de lâminas de madeira para prensagem a quente na confecção de chapas de compensado de Pinus sp. Esta avaliação foi realizada através de medições e cálculos da temperatura da prensa, da temperatura do local de trabalho, de dados dos equipamentos de ventilação e exaustão (através da vazão de ar necessária), utilizados para a melhoria das condições térmicas do local de trabalho.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram a necessidade da realização de um maior número de medições (amostras), em horários variados, períodos do ano de clima mais quente e com equipamentos de medição de maior precisão, além de medições para quantificar o resfriamento por aspersão de água no teto da fábrica, bem como outros fatores que possam influenciar as condições térmicas do ambiente. Porém os equipamentos de ventilação/exaustão utilizados pela indústria conseguem manter uma vazão de ar por ventilação e exaustão adequado ao tamanho da área de trabalho, e a temperatura de trabalho é satisfatória, adequando-se a legislação brasileira (NR 15, Anexo 3).

#### Referências

**CARRIER, Air Conditioning Co.** *Handbook of air conditioning system design*. Nova York: McGraw-Hill. 780 p., 2003.

**CLEZAR, Carlos Alfredo; NOGUEIRA, Antonio Carlos Ribeiro.** *Ventilação industrial*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

**CYCLOAR.** *Sistema de aeração intensificada: sistema Cycloar*. Disponível em: <<http://www.cycloar.ind.br/agricola/>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

**FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda.** *Novo Aurélio – o dicionário da língua Portuguesa: século XXI*. São Paulo: Nova Fronteira, 682 p., 1999.

**ISO 7243.** *Hot environments – estimation of heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)*. Geneva: International Standards Organization, 1989.

**ISO 7730.** *Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*. Geneva: International Organization for Standardization, 1994.

**ISO 7933.** *Hot environments – analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate*. Geneva: International Organization for Standardization, 1989.

**ISO 9886.** *Evaluation of thermal strain by physiological measurements*. Geneva: International Organization for Standardization, 1992.

**KRÜGER, Eduardo L.; LAMBERTS, Roberto.** *Avaliação do desempenho térmico de casas populares*. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 8, p. 1229-1236, 2000.

**MACINTYRE, Archibald Joseph.** *Ventilação industrial: controle da poluição*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

**MINISTÉRIO DO TRABALHO.** *Norma Regulamentadora N° 15 – Atividades Insalubres*. 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

**MOURA, Louisi Francis; DE PAULA XAVIER, Antonio Augusto.** *Sensação térmica e ações para o conforto térmico: um estudo de caso*. Revista Gestão Industrial, v. 8, n. 2, 2012.

**MUNTERS.** *Ventiladores e filtros de luz / ventiladores de extração*. Disponível em: <<https://www.munters.com/pt/munters/products/fans--light-filters/em50/>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

**ROQUE, Alexandre Rogério.** *Sistema de ventilação, resfriamento e redução de calor: conforto térmico*. EEI – Escola de Engenharia Industrial. Acesso em: 10 jun. 2017.

**TEXEIRA, Aldely Ângelo Almeida.** *Avaliação do conforto térmico em containers metálicos utilizados como alojamento em canteiro de obras*. 2014. 62 p. Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.