

# EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A RUÍDO E ILUMINÂNCIA EM UMA SERRARIA DE PINUS NO PARANÁ

## OCCUPATIONAL EXPOSURE TO NOISE AND LIGHTING IN A PINE SAWMILL

---

Diéferson Miranda NAZARÉ<sup>1</sup>

Felipe Martins de OLIVEIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente da graduação em Engenharia Florestal, Faculdades FatiFajar, Jaguariaíva, Paraná, (dieferson\_5@hotmail.com), <sup>2</sup>Prof. Dr. das Faculdades FatiFajar, Jaguariaíva, Paraná, (felipe.oliveira@fatifajar.com.br)

### RESUMO

A região Sul do Brasil, em particular o estado do Paraná, destaca-se pela tradição e atuação marcante das indústrias de serrados de pinus, porém muitas delas possuem altos índices de acidentes de trabalho. Objetivou-se avaliar as condições ergonômicas de ruído e iluminação do ambiente de trabalho em uma serraria de pinus, com vistas à melhoria das condições de segurança, saúde e bem-estar do trabalhador, bem como à maior eficiência no desempenho da atividade. O estudo foi desenvolvido em uma serraria no Município de Jaguariaíva, na Mesorregião do Centro-oriental do estado do Paraná, envolvendo os postos de trabalho das máquinas: descascador, serra fita, serra horizontal, refiladeira, destopadeira classificadora, destopadeira de aproveitamento, gradeador e picador. A coleta do ruído foi realizada com dosímetro durante as 8 horas de trabalho dos funcionários, repetindo este processo de coleta durante 8 dias. A coleta da iluminação foi realizada com luxímetro durante um período de 5 dias, todos no mesmo horário em função da variação da luz natural ao decorrer da jornada de trabalho. Ao final, os dados foram processados em planilhas e confrontou-se o ruído com a NR-15 e a iluminação com a NBR ISSO/CIE 8995-1. O ruído apontou valores superiores aos recomendados na maioria dos equipamentos e as máquinas de maior concentração acima do nível limite foram a Serra Fita, com 101 dB(A), o Picador, com 101 dB(A), a Serra Horizontal, com 101 dB(A) e a Refiladeira com 100 dB(A). O posto de trabalho com maior iluminação foi a Serra Horizontal, com 911 lux, devido à disposição da máquina onde permite maior entrada de luz natural, enquanto que o pior foi o picador, com 309 lux, devido à falta de luz natural e um mal dimensionamento da iluminação artificial. Ambas as variáveis ergonômicas apresentaram necessidade de intervenção no processo produtivo para readequação às condições de segurança, saúde e bem-estar do trabalhador.

**Palavras-chave:** Acidentes, Normas regulamentadoras, ergonomia.

## ABSTRACT

The southern region of Brazil, in particular the state of Paraná, stands out for the tradition and outstanding performance of the pine sawn industries, but many of them have high rates of work accidents. The objective of this study was to evaluate the ergonomic conditions of noise and illumination of the work environment in a pine sawmill, with a view to improving worker safety, health and well-being, as well as greater efficiency in the performance of the activity. The study was carried out in a sawmill in the city of Jaguariaíva, in the Mesoregion of Central-eastern Paraná State, Brazil, involving the workstations of the machines: peeler, band saw, horizontal saw, refilling machine, grader, harvester, harrow and mincer. Noise collection was performed with a dosimeter during the 8 working hours of employees, repeating this collection process for 8 days. Illuminance collection was performed with luximeter over a period of 5 days, all at the same time due to the variation of natural light during the workday. At the end, the data were processed in spreadsheets and the noise was compared with the NR-15 and the illuminance with the NBR ISSO / CIE 8995-1. The noise indicated values higher than those recommended in most equipment and machines with higher concentration. above the limit level were the 101 dB (A) Ribbon Saw, the 101 dB (A) Picador, the 101 dB (A) Horizontal Saw and the 100 dB (A) Grinder. The most illuminating workstation was the 911 lux Horizontal Saw, due to the machine layout where it allows more natural light, while the worst was the 309 lux chopper, due to the lack of natural light and bad weather. sizing of artificial lighting. Both ergonomic variables required intervention in the production process to readjust to the safety, health and welfare conditions of the worker.

**Keywords:** Accidents, Regulatory Standards, Ergonomics.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande concorrência no mercado interno e externo de produtos florestais, em sua maioria pelo desenvolvimento tecnológico em áreas da silvicultura e manejo florestal e suas características edafoclimáticas. O exercício da cadeia produtiva e florestal se representam pela ampla variedade de produtos, abrangendo um agregado de atividades e segmentos que compreendem desde a produção até a transformação da madeira in natura em madeira serrada, celulose, painéis de madeira, pisos laminados, papel, móveis e carvão vegetal.

A região Sul do Brasil, em particular o estado do Paraná, destaca-se pela tradição e atuação marcante da indústria de serrados de pinus, visto que o pinus é manejado, via de regra, para seu uso múltiplo, gerando sortimento adequado a esta indústria de serrado. Os principais municípios produtores são Guarapuava, Telêmaco

Borba, Jaguariaíva e União da Vitória, de acordo com o estudo setorial APRE 2018 (STCP, 2018). As serrarias localizadas na cidade de Jaguariaíva, na Mesorregião Centro Oriental do estado do Paraná, caracterizam-se por pequenos e médios empreendimentos, em sua maioria empresas familiares.

Para Atividades e Operações Insalubres do Ministério do Trabalho e Emprego, a legislação brasileira estabelece que, o nível de exposição máximo de ruído é de oito horas diárias é de 85 decibéis (dB)(A). A cada 5 dB(A) de aumento no nível de ruído superior deste limite, o tempo de exposição deve ser reduzido pela metade. O ruído pode ser medido através de decibelímetro ou através do dosímetro, obtendo-se a dose média de ruído recebida pelo funcionário.

A iluminação é um ponto muito importante quando este se avaliando um ambiente de trabalho, podendo se tornar uma fonte de tensão em condições desfavoráveis, causar desconforto, com isso tendo aumento no risco de acidentes e podendo provocar danos consideráveis à saúde dos trabalhadores (Couto, 1995). O fator levado em consideração no estudo de iluminação é a determinação da relação entre o nível ideal e o tipo de trabalho, ou seja, definir qual a quantidade de luz que deve estar disposta para determinada tarefa. Segundo a NBRISO/CIE 8995-1:2013, o nível de iluminância necessária nas indústrias de processamento de madeira é de 500 lux (ABNT ,2013).

Assim, ao avaliar estas duas variáveis por meio da ergonomia é possível estabelecer um diagnóstico da situação ergonômica e propor melhorias visando à readequação do trabalho, de forma a este ficar mais adaptado aos trabalhadores, bem como proporcionar um desempenho mais eficiente das atividades na indústria de serrados.

Apesar de haver diversos estudos ergonômicos na área, a rotina de trabalho em serrarias ainda pode trazer diversos riscos com à saúde do trabalhador. Neste cenário, por meio da ergonomia como ciência é possível melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e o bem-estar do trabalhador e contribuir para solucionar um grande número de problemas sociais relacionados com saúde, segurança, conforto e desempenho do sistema produtivo.

Portanto, torna-se necessária a realização de estudos que analisem as reais condições de trabalho nas serrarias com objetivo avaliar ao ambiente laboral em relação às condições de exposição ocupacional a ruído e iluminação.

Avaliar as condições ergonômicas de ruído e iluminância do ambiente de trabalho em uma serraria de pinus no Paraná, com vistas à melhoria das condições de segurança, saúde e bem-estar do trabalhador, bem como à maior eficiência no desempenho da atividade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em uma serraria no Município de Jaguariaíva, na Mesorregião do Centro Oriental do estado do Paraná. A serraria é caracterizada em um porte médio, tendo em seu turno de trabalho 38 trabalhadores diretos. A localização da área de estudo está mostrada na Figura 1.

FIGURA 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: Google Maps (2019).

A serraria ocupa uma área de aproximadamente 1.400 m<sup>2</sup>. Os seus principais produtos era pranchas de diversas bitolas. No processo da serraria era apenas toras de Pinus taeda de 2,845 mm de comprimento com o diâmetro de 23 a 45 mm. O

principal mercado consumido da serraria estudada era de itens para a construção civil, como portas, janelas, forros e acabamentos e sua produção anual era de 72.000 m<sup>3</sup>. Segue no anexo 1 layout da serraria.

A serraria em estudo já tinha introduzido o PPRA desde 2017, tendo em vista melhores condições de saúde aos trabalhadores.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SERRARIA

A estrutura da área da serraria era parte de alvenaria e parte de folhas zincadas. O forro é composto por folhas zincadas apoiadas em estrutura metálica. O piso inferior era de cimento desempenado e o superior era de estrutura metálica apoiadas em pilares de concreto armado. A iluminação era natural e artificial, sendo composta de lâmpadas fluorescentes.

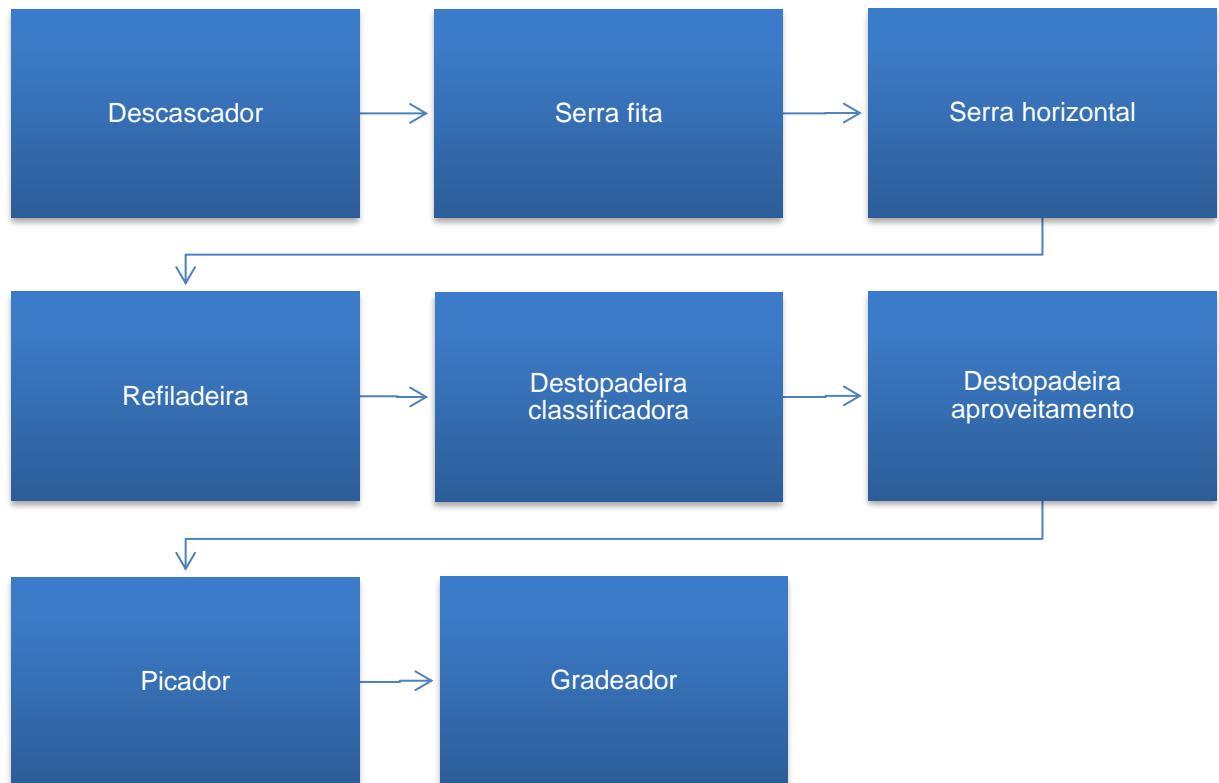
A serraria selecionada apresenta o processo produtivo que envolvia a entrega de toras no pátio, inspeção, aprovação e posterior descarregamento.

Em um segundo momento a tora era direcionada ao Descascador, onde era gerado o primeiro resíduo, (casca), passava para o Descascador (limpeza), desdobramento na Serra Fita (Tandem), produzia-se se blocos de madeiras, ao qual se direcionava para a Serra Horizontal dupla, onde estes eram direcionados para as Refiladeiras (determinação da largura) e depois de dimensionadas nas Destopadeiras eram Gradeadas e direcionadas para a secagem.

Os refilos eram direcionados ao picador para geração do resíduo, o cavaco verde, vendido para a produção de celulose e papel e também utilizado como Biomassa para queima nas caldeiras.

O fluxograma do processo produtivo está mostrado na Figura 2.

FIGURA 2 - Fluxograma das atividades da serraria.



### 2.3 OPERAÇÕES ESTUDADAS

Foram estudados oito postos de trabalho, cada um correspondendo à operação de uma máquina específica, tendo sido amostradas as principais envolvidas no processo de produção. Assim, foram estudados Descascador, a Serra de Fita, a Serra Horizontal, a refiladeira, a destopadeira classificadora, a destopadeira de aproveitamento, o gradeador e o picador. As características de cada posto de trabalho estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Características de cada posto de trabalho na serraria.

Posto de trabalho (máquina)	Função	Processo de operação
	<p><b>Descascador</b> Descascar as toras e direcioná-las para a serra fita.</p>	Operar o descascador utilizando painel de controle para que as toras sejam descascadas.
	<p><b>Serra Fita</b> Realizar o desdobramento inicial da tora.</p>	Arrumar os pranchões de madeira serrados ao meio na esteira que alimenta a máquina. Classificar e descartar costaneiras.
	<p><b>Serra Fita Horizontal</b> Desdobramento das peças para o processo seguinte.</p>	Intervir ligando ou desligando a esteira que movimenta a madeira e alimenta a máquina, através de painel e pedais.
	<p><b>Refiladeira</b> Refilar as pranchas cortadas pela serra fita horizontal, deixando-as com largura padrão.</p>	Classificar madeiras para processo ou reaproveitamento.
	<p><b>Destopadeira Classificadora</b> Destopamento da ponta das peças.</p>	Intervir ligando ou desligando a esteira que movimenta a madeira, através de painel e pedais. Classificar e reaproveitar as peças de madeira.
	<p><b>Destopadeira Aproveitamento</b> Destopamento das pranchas do aproveitamento classificado no processo anterior.</p>	Arrumar a peças de madeira na esteira que alimenta a máquina.
	<p><b>Gradeador</b> Classificação das peças por bitola</p>	Utilizar painel e pedal para intervir no funcionamento da máquina ligando ou desligando e classificar as peças conforme o padrão.
	<p><b>Picador</b> Picar os resíduos de produção, produzindo cavacos de todo material que não é utilizado no processo.</p>	Operar picador através de painel de controle.

## 2.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

As variáveis ergonômicas coletadas foram ruído e iluminância, ambas com operação em situação real de trabalho. A medição da exposição do funcionário ao ruído foi feita de maneira individual.

A coleta ocorreu no mês de agosto, na estação de verão, sendo que o verão é longo, morno e de céu quase encoberto;

O ruído foi mensurado com o uso de um dosímetro digital instalado próximo da zona auditiva dos operadores (Figura 4), devidamente ajustado e calibrado conforme a NR 15. A coleta foi realizada durante as 8 horas de trabalho dos funcionários, repetindo este processo de coleta durante 8 dias. Ao final, os dados foram processados em planilhas e calculadas as médias.

A iluminância foi coletada por meio de um luxímetro digital portátil da marca Instrutherm modelo LDR-208 *light meter* devidamente aferido, calibrado e instalado em cada posto de trabalho no ponto de visão dos operadores. A coleta foi realizada durante um período de 5 dias, todos no mesmo horário em função da variação da luz natural ao decorrer da jornada de trabalho. A primeira medição realizada foi às 08h30, a segunda às 13h30 e a terceira às 17h00.

Os trabalhadores selecionados de cada máquina se propuseram a colaborar para o levantamento dos dados fazendo o uso do aparelho durante seu turno de trabalho, sabendo que não teriam nenhum bônus nem ônus financeiro ou de qualquer outro tipo.

### 2.4.1 Ruído

O ruído foi coletado com o uso de um dosímetro digital da marca SVAN, modelo 953. Os níveis de ruído foram medidos em decibéis (dB) e os parâmetros do aparelho foram ajustados conforme a NR15. Os parâmetros são descritos abaixo:

- Nível de Critério ou Limite de Critério (LC): 85 dB(A);
- Nível limiar ou Limite de Tolerância (LT): 80 dB(A);
- Fator de duplicação ou Taxa de Troca (q): 5 dB;
- Constante de tempo de resposta: S (*slow*) = Lenta;



- Frequência de ponderação = “A”.

Após realizar os ajustes no aparelho, ele foi fixado à cintura do trabalhador com o microfone posicionado junto de sua zona auditiva e permaneceu ligado, monitorando o trabalhador durante todo o tempo da jornada de trabalho.

Foram realizadas coletas em cada atividade específica de cada máquina, sendo os valores em dB(A) lidos e anotados para posteriormente serem processados no cálculo do nível médio de ruído no ambiente para cada posto de trabalho. A exposição foi convertida para uma jornada de 8 horas e avaliada de acordo com a NR 15 (BRASIL, 1978b).

As doses de ruído recebidas por cada operador foram mensuradas por meio da leitura do valor apresentado pelo instrumento de medição, posteriormente utilizadas no cálculo da determinação do Nível Médio (Lavg) de ruído referente ao tempo de medição, de acordo com a fórmula:

$$L_{avg} = 16,61 \times \log \frac{D}{100} \times \frac{480}{T_m} + 85$$

onde: Lavg (*average level*): nível médio (dB); D: dose parcial de ruído referente à medição (%); e Tm: Tempo de medição (min).

Para comparação com os limites de exposição, o nível médio de ruído foi convertido para a jornada de oito horas, para fins de determinação de nível médio ou dose de exposição. Para tal, foi calculado o Nível de Exposição Normalizado (NEN), de acordo com a fórmula:

$$NEN = L_{avg} + 16,61 \times \log \left( \frac{T_e}{480} \right)$$

onde: NEN: Nível de Exposição Normalizado (dB); Lavg: nível médio; e Te: Tempo de exposição.

Para a avaliação foram considerados o limite máximo permissível de 85 dB (A) para um trabalho de 8 horas sem utilização de protetor auditivo do tipo concha,

representando 100% da dose diária (NR 15). O valor para o nível de ação (prevenção) foi de 80 dB (A), ou seja, 50% da dose diária (NR 09) e o limite para conforto auditivo foi 65 dB (A), visto que eram atividades que necessitavam de solicitação intelectual e atenção constante (NR 17).

#### 2.4.2 Iluminância

A iluminância foi medida com um luxímetro digital portátil de marca Instrutherm modelo LDR-208 *lightmeter* devidamente aferido e calibrado, com capacidade máxima de mensuração em 20.000 lux.

Os procedimentos de medição e interpretação para que se possa obter um nível médio de iluminação do ambiente foram realizados de acordo com a NBR ISSO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

O aparelho foi posicionado ao lado do posto de trabalho de cada máquina. As medições foram realizadas em três diferentes horários da jornada de trabalho, em função da variação da luz natural ao longo do dia.

A primeira medição realizada foi às 08h30, a segunda medição 13h30 e a terceira medição às 17h00. As medições se repetiram por 5 dias aleatórios nesses mesmos horários.

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas cancelou, em 21/03/2013, a norma ABNT NBR-5413:1992, que trata da iluminância de interiores sendo substituída pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Portanto as informações foram retiradas da norma referente a 2013.

O texto dessa norma técnica é uma cópia traduzida da Norma Internacional ISO/CIE 8995-1: *Lighting of workplaces – Part 1: Indoor*, elaborada pelo CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*). Desta forma, são aplicáveis por meio da normalização técnica nacional sobre este tema, os mesmos requisitos, experiências, boas práticas e lições aprendidas sobre qualidade, segurança, desempenho, confiabilidade e eficiência que são aplicados internacionalmente pelos demais países que utilizam as normas da ISO.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 RUÍDO

Segundo a NR 15, para 8h de trabalho diário sem a utilização de protetor auditivo é permitido um máximo de exposição de 85 dB(A). A cada 5 dB(A) a mais de exposição diária, sua jornada de trabalho deve ser reduzida à metade.

Os valores médios de ruído obtidos em cada atividade específica, para cada máquina, estão demonstrados na Tabela 2.

TABELA 2 – Nível de ruído médio em cada posto de trabalho com respectiva exposição permitida.

<b>Máquina</b>	<b>Ruído em dB(A)</b>	<b>Máxima exposição diária permitida (h:mm)</b>
Descascador	80	8:00
Serra Fita	101	1:00
Serra Horizontal	101	1:00
Refiladeira	100	1:00
Destopadeira Classificadora	96	2:00
Destopadeira Aproveitamento	96	2:00
Gradeador	84	8:00
Picador	101	1:00

As máquinas de maior concentração acima do nível limite foram a Serra Fita, com 101 dB(A), o Picador, com 101 dB(A), a Serra Horizontal, com 101 dB(A), a Refiladeira com 100 dB(A), a Destopadeira Classificadora com 96 dB(A) e a Destopadeira de aproveitamento com 96 dB(A). São medições para uma dose de 8 horas, de acordo com a NR 15. Nestes índices é legislado a necessidade de medidas de controle de risco, pois se encontram acima do valor permitido pela norma NR 15.

Lopes et al. (2004) identificaram em indústrias de processamento de madeira do centro-sul do estado do Paraná níveis de ruídos nas serras variando de 93 dB emitidos pelo corte da serra fita até 98 dB gerados pela serra circular.

Apenas duas máquinas apresentaram pressão sonora compatível com o trabalho em 8 horas contínuas: o Gradeador, com 84 dB(A), e o Descascador, com 80 dB(A). No Descascador, a atividade em específico é realizada em uma cabine fechada, onde o risco de exposição excessiva ao ruído é reduzido. Com isso, tal atividade foi a que apresentou melhor condição de trabalho em relação à exposição ocupacional do trabalhador ao ruído.

Seixas et al. (2004), afirmam que os níveis de ruído nas serrarias madeireiras industriais estudadas variam de 90 a 120 dB.

É importante ressaltar que os protetores auditivos utilizados pelos trabalhadores na serraria são do tipo concha. Conforme informações disponibilizadas pelo fabricante, tal EPI atenua 21 dB(A), comprovado por Certificado de Aprovação (CA) válido no Ministério do Trabalho, permitindo a execução do trabalho durante toda a jornada em todos os postos de trabalho estudados.

O uso de EPI de acordo com a FUNDACENTRO (1980), é indicado quando medidas de ordem geral não são aplicáveis ou não estão disponíveis para neutralização de riscos que podem comprometer a saúde e a segurança dos trabalhadores. Lida e Guimarães (2016) afirmam que em qualquer situação será tanto mais eficaz quanto mais correta sua indicação e utilização. Como medida corretiva imediata, pode-se destacar o uso de protetores auditivos para atenuar a pressão sonora que chega até o ouvido do trabalhador. Mesmo que deva ser considerado como último recurso.

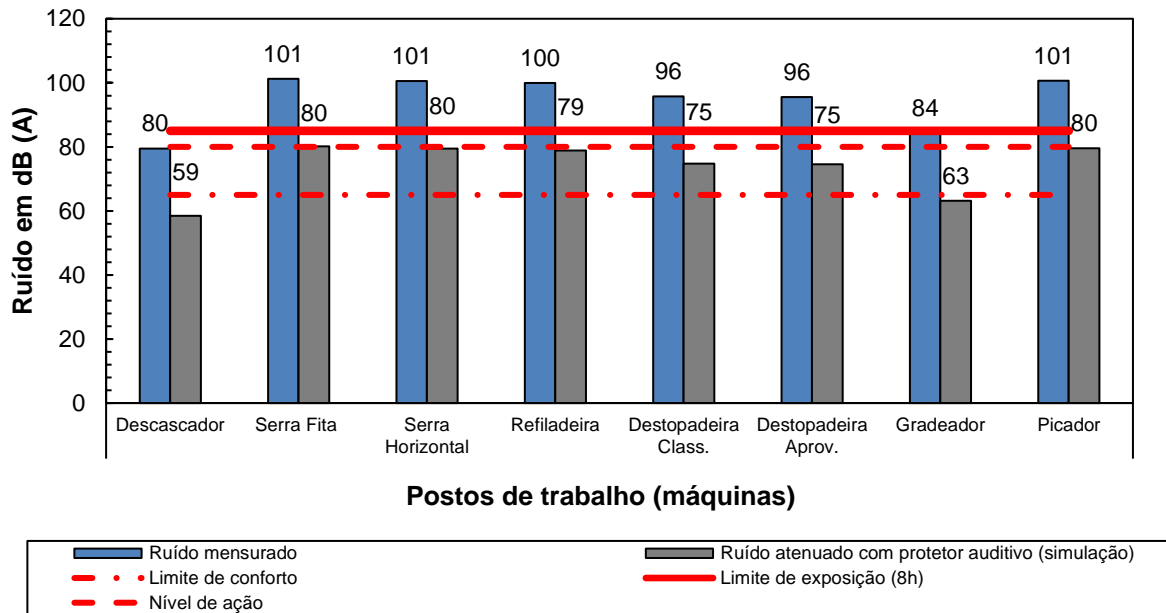
Os níveis médios de ruído encontrados são apresentados na Figura 3.

Com um limite de exposição de 85 dB(A) estabelecido pela norma NR 15 para uma jornada de 8 horas, um nível de ação de 80 dB(A) indicado pela NR 09 e um nível de limite de conforto de 65 dB(A) estabelecido pela NR 09, apenas o Descascador, apresentou uma média de 80 dB(A) dentro do nível de ação. Portanto não demandando nenhuma ação de controle de risco ocupacionais relacionados a esta variável. A partir da qual devem ser tomadas medidas de prevenção.

Conforme NR 09, as empresas devem projetar e adotar medidas de controle dos riscos ocupacionais observando sempre a ordem das medidas de proteção e conforme a hierarquia encontrada na Norma Regulamentadora NR 09, os riscos

ocupacionais existentes precisam ser controlados no início, com a adoção de medidas de proteção coletiva.

FIGURA 3 – Níveis médios de ruído na serraria durante a jornada de trabalho.



\*Limite de exposição de 85 dB(A), nível de ação de 80 dB(A) e limite de conforto de 65 dB(A) orientados pelas NRs 15, 09 e 17.

Apesar do Gradeador estar dentro do limite de exposição de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas estabelecido pela NR 15, é necessária a tomada de medidas de prevenção, pois passou de 80 dB(A) indicado pela NR 09.

Com exceção da máquina Descascador e Gradeador, que apresentaram uma média de exposição de 80 e 84 dB(A), as demais ultrapassaram o limite de exposição de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas estabelecido pela NR 15.

Tendo ultrapassado o limite de exposição máxima de 85 dB(A) indicado pela NR 15, esse ambiente de trabalho é característico de local insalubre, onde a exposição está acima da permitida, e como alternativa se faz o uso do EPI, sendo que o protetor auditivo poderá reduzir até 21 dB(A).

O resultado realizado com a simulação do ruído atenuado do protetor auditivo todas as máquinas ficaram no limite de 80 dB(A) abaixo.

Alves et al. (2002), analisando o ambiente de trabalho em um viveiro de propagação vegetal, atestou que a intensidade do ruído variou de 73 a 90 dB durante a jornada de trabalho; ou seja, assim como no desdobro de madeira, a propagação flor estal em tal viveiro alcançou valores acima da norma, exigindo o uso de protetores auriculares.

Já o limite de conforto nenhuma máquina ficou abaixo do limite de 65 dB(A), em relação à média de ruído, porém quando comparamos com a simulação realizada com a utilização do EPI temos o Descascador e o Gradeador que obtiveram um resultado abaixo do limite de conforto apresentando uma exposição de 59 e 63 dB(A).

Em pesquisa para melhoria não foram encontrados outros equipamentos que sejam mais eficazes que o protetor auditivo, que possam reduzir o nível de ruído produzido atual.

### 3.2 ILUMINÂNCIA

O nível de iluminância para cada tipo de operação ou posto de trabalho é determinado pela NBR ISSO/CIE 8995-1. A iluminância mínima para atividade de serragem e aparelhamento deve ser de 500 lux.

Na Tabela 3 estão demonstradas as médias da iluminância em cada máquina onde os funcionários realizavam suas tarefas.

TABELA 3 – Nível de iluminância médio em cada posto de trabalho.

<b>Máquinas</b>	<b>Iluminância (lux)</b>
Descascador	885
Serra Fita	483
Serra Horizontal	911
Refiladeira	499
Destopadeira classificadora	487
Destopadeira aproveitamento	485
Gradeador	806
Picador	309

Verifica-se que o posto de trabalho com maior nível de iluminância foi a Serra Horizontal, com 911 lux. Esse resultado justificou-se devido à disposição da máquina onde permite maior entrada de luz natural.

O descascador apresentou o segundo maior nível médio de iluminância, com 885 lux, pelo fato de ser uma cabine de vidro que permite a entrada de iluminação natural. O Gradeador apresentou 806 lux, máquina localizada em um ambiente que permite a entrada de luz natural nas laterais, tendo apresentado o terceiro maior resultado de iluminação. Ressalta-se que onde há iluminância acima do nível de tolerância, tem-se um bom ambiente para o trabalhador exercer suas funções sem os problemas apresentados por um ambiente de baixa iluminância.

Os demais postos de trabalho estão distantes de uma fonte de luz natural, tendo somente iluminação artificial com pouca influência da natural, assim justificando o nível abaixo do limite de iluminação de acordo com a NBR ISSO/CIE 8995-1. Os demais postos de trabalhos coletados foram a refiladeira com 499 lux, a destopadeira classificadora com 487 lux, a destopadeira Aproveitamento com 485 lux e a Serra Fita com 483 lux, todas abaixo do limite que a NBR ISSO/CIE 8995-1 estabelece de 500 lux.

O picador foi o posto de trabalho com o menor nível de iluminância, tendo apresentado 309 lux devido à falta de luz natural e um mal dimensionamento da iluminação artificial.

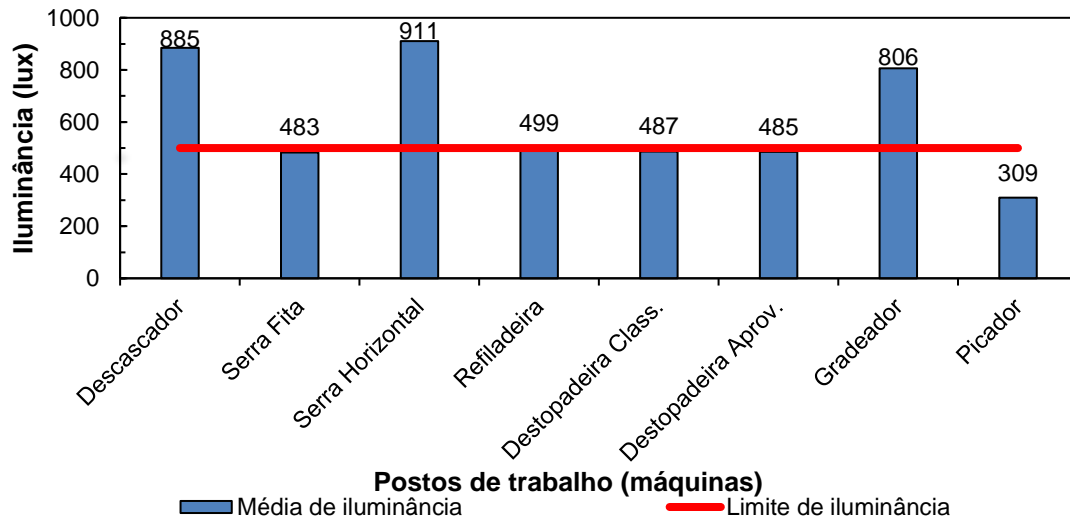
Na Figura 4 estão demonstradas as médias dos postos de trabalho. Pode-se verificar que a iluminância na maioria dos postos de trabalho não foi satisfatória, apresentando valores muito inferiores que o mínimo de 500 lux estabelecido pela NBR ISSO/CIE 8995-1. O nível mais crítico foi observado no picador, com apenas 309,36.

Alves et al. (2002) também constataram valores críticos de iluminação para alguns postos de trabalho, sendo na destopadeira constataram os piores valores, diversificando de 100 a 300 lux, muito menores aos 500 lux solicitados pela NBR ISSO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

Sabe-se que a iluminância abaixo do limite mínimo recomendado causa fadiga visual, provoca esforço excessivo e ocasiona erros. Portanto, sugere-se que a empresa realize adequações no sistema de iluminação do ambiente de trabalho. Com

o intuito de melhorar o projeto de iluminação da serraria, recomenda-se que sejam instaladas telhas de vidro nos locais onde a iluminação natural é menor.

FIGURA 4 – Níveis médios de iluminância durante a jornada de trabalho.



Obs.: A linha vermelha representa o limite mínimo de 500 lux orientados pela NBR ISSO/CIE 8995-1.

A Tabela 4 demonstra a iluminação média encontrada em cada máquina nas medições realizadas em diferentes horários durante a jornada de trabalho.

TABELA 4 – Iluminância média obtidas em diferentes horários.

Postos de trabalho (máquinas)	Iluminância (lux)			
	Horário da medição	08h30	13h30	17h
Descascador		960	1045	649
Pé de fita		486	508	454
Serra horizontal		949	1066	717
Refiladeira		504	573	420
Destopadeira classificadora		521	540	398
Destopadeira aproveitamento		508	533	414
Gradeador		780	958	680
Picador		318	349	261



Pode-se observar a diferença de iluminação de acordo com as horas. Pela manhã, na primeira coleta realizada as 8h30, a iluminância é menor em todos os postos em relação à segunda coleta realizada as 13h30, onde em todos os postos atingiu os maiores valores. Na terceira coleta realizada as 17h00, todos os postos demonstraram iluminância abaixo da coleta do primeiro horário.

Analisando as médias de todos os postos apresentados na Figura 7, pode-se verificar se que há oscilação de iluminância de acordo com o decorrer da iluminação natural do dia quando essa luz interfere no ambiente de trabalho. A iluminação natural nos ambientes de trabalho é o correto aproveitamento da luz do dia fornecida pelo sol. Por isso, os projetos devem contemplar o uso apropriado da luz natural, por meio de aberturas de portas, janelas, telhas translúcidas, etc.

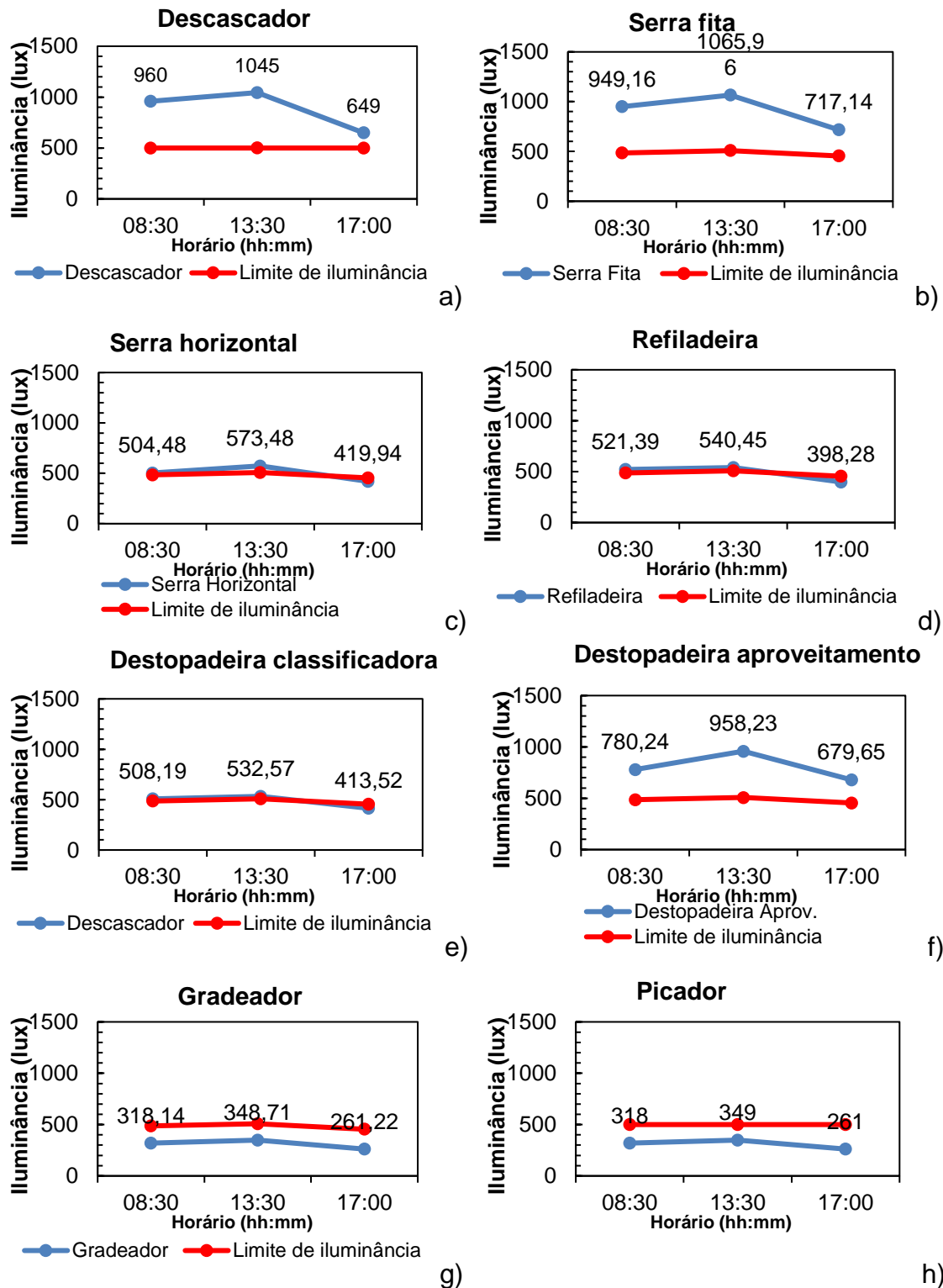
Toledo (2008) relatou que a luz natural é pouco uniforme, e sua cor, intensidade, direção e distribuição no espaço variam constantemente, por isso é mais estimulante que a luz artificial.

Verifica-se que os níveis de iluminação coletados no descascador, na serra horizontal apresentado na Figura 7c, e no Gradeador (Figura 7g) estão acima da tolerância mínima de acordo com NBR ISSO/CIE 8995-1 de iluminação nos três horários coletados, tendo com isso uma boa iluminação para o trabalho a ser realizado, sendo que a média de iluminação às 13h30 é maior que os níveis coletados às 8h30 da manhã e às 17h da tarde. Esse resultado se justifica porque a iluminação natural recebida nesses postos às 13h30 é maior nos postos de trabalho, e conforme ao entardecer essa média diminui pela redução da iluminação natural.

Na Serra Fita (Figura 7b) verifica-se que no primeiro horário de coleta às 8h30 da manhã, houve iluminação abaixo do limite mínimo recomendado, enquanto que no segundo horário essa média superou o limite mínimo de iluminação, e após no período da tarde esse valor foi decrescendo ficando abaixo do limite de iluminação.

Na Figura 5 está demonstrada a variação da iluminância ao longo do dia para cada posto de trabalho.

FIGURA 5 – Níveis médios de iluminância em horários distintos da jornada de trabalho.



\*As linhas vermelhas representam o limite mínimo de 500 lux orientados pela NBR ISSO/CIE 8995-1.

Alguns postos de trabalho como a Refiladeira (Figura 7d), a Destopadeira de classificação (Figura 7e) e a Destopadeira de aproveitamento (Figura 7f) apresentaram no primeiro horário as 8h30 um resultado dentro do limite de iluminação, enquanto no segundo horário as 13h30 esses valores aumentaram, e no terceiro horário as 17h00 abaixou a iluminação conforme foi decrescendo a iluminação natural esses valores foram diminuindo ficando abaixo do limite de iluminação. Portanto se entende que a luz natural é um forte fator para que se tenha uma iluminância acima do nível mínimo seguro ao trabalhador.

O picador (Figura 7h) apresentou, nos três horários de coleta, um nível abaixo do limite mínimo necessário de iluminância. Este resultado se justifica por não haver entrada de luz natural nesse ambiente e pela luz artificial não estar adequada para que fique dentro do limite de iluminação.

A iluminação eficiente no ambiente de trabalho é essencial para evitar problemas de fadiga visual, incidência de erros, queda do rendimento e ocorrência de acidentes.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

- Os trabalhadores da serraria estavam expostos a altos níveis de pressão sonora, principalmente nas máquinas Serra Fita, Serra Horizontal, Refiladeira, Destopadeira Classificadora, Destopadeira de Aproveitamento e Picador, as quais ultrapassaram o limite permitido para 8 horas de trabalho contínuo devido à alta produção de ruído que essas máquinas emitem ao realizar sua operação.
- A iluminância na maioria dos postos de trabalho não foi satisfatória, apresentando valores inferiores ao mínimo recomendado nos postos de trabalho das máquinas Serra Fita, Refiladeira, Destopadeira Classificadora, Destopadeira de Aproveitamento e Picador, principalmente devido à baixa iluminação natural e artificial no entorno de tais máquinas.
- Para melhorar as condições ergonômicas quanto aos níveis de ruído na serraria pode-se citar a manutenção do fio das serras para que o corte ocorra mais facilmente gerando menor nível de ruído, a lubrificação do maquinário, a

rotatividade de funções entre os operadores e a fiscalização do uso correto do EPI.

- Para melhorar as condições ergonômicas quanto à iluminação, podem ser realizadas alterações estruturais que possibilitem a entrada de mais luz natural nos postos de trabalho deficientes de iluminação, como aberturas de janelas, portas, telhas transparentes. Alternativamente, cita-se a instalação adicional de luminárias artificiais.

## REFERÊNCIAS

Alves, J. U.; Minette, L. J.; Souza, A. P.; Silva, K.R.; Gomes, J. M.; Fiedler, N. C. Avaliação do ambiente de trabalho na propagação de *Eucalyptus* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 481-486, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 - Atividades e Operações Insalubres. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 1978b.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Vol. 1. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995.

FUNDACENTRO. **Equipamentos de Proteção Individual**. São Paulo: Fundacentro, 1980.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia**: projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 850 p.

LOPES, E.S. et al. Análise do ambiente de trabalho em indústrias de processamento de madeira na região centro sul do estado do Paraná. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 183-190, 2004.

SEIXAS, F.; BARBOSA, R. A.; RUMMER, R. Tecnologia protege saúde do operador. **Revista da Madeira**, v. 82, p. 68-73, 2004.

STCP. Associação paranaense de empresas de base florestal. **Estudo Setorial**, Juveve, p.40-48, jan. 2018.

TOLEDO, B. G. **Integração de Iluminação Natural e Artificial**: Métodos e Guia Prático para Projeto Luminotécnico. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília) – Universidade de Brasília - UNB, Brasília, 2008.