



## OTIMIZAÇÃO DO *LAYOUT* DE UMA SERRARIA DE DORES DO RIO PRETO, ES

MAZIERO, Rômulo<sup>1</sup>; MAGNAGO, Frederico Ceschim<sup>1</sup>; PAULA, Elizabeth Neire da Silva Oliveira de<sup>2</sup>; FIEDLER, Nilton Cesar<sup>2</sup>; PAULA, Marcos Oliveira de<sup>3</sup>

**RESUMO** – (OTIMIZAÇÃO DO *LAYOUT* DE UMA SERRARIA DE DORES DO RIO PRETO, ES). Esta pesquisa foi desenvolvida em uma serraria na região sul do estado do Espírito Santo, com o objetivo de avaliar o sistema operacional da empresa de fabricação de calços, e posterior otimização do *layout* da serraria para gerar competitividade entre empresas do segmento. A pesquisa foi do tipo participante, onde o *layout* atual foi avaliado por medições e observações da sequência de trabalho. A partir deste ponto constatou que a serraria além de não possuir uma sequência lógica de produção, ou seja, a disposição desordenada do maquinário em razão do não planejamento de produção, também gera prejuízos financeiros, materiais e físicos. Por meio do *layout* proposto, foi sugerido a adoção de *layout* orientado por produto ou em linha, o qual tem a funcionalidade de melhorar: a viabilidade econômica, a segurança, a redução dos tempos improdutivos, as condições ergonômicas, a sequência de produção e o escoamento de materiais.

**Palavras-chave:** arranjo físico, segurança no trabalho, análise de produtividade.

**ABSTRACT** – (OPTIMIZATION OF THE LAYOUT OF A SAWMILL OF SORROWS OF BLACK RIVER-ES). This research was conducted at a sawmill in the southern state of Espírito Santo, with the objective of evaluating the company's operating system manufacturing shims, and subsequent optimization of the layout of the mill to generate competitiveness among enterprises segment. The research was a participant type, where the current layout was evaluated by measurements and observations of the sequence of work. From this point found that the sawmill besides not having a logical sequence of production, ie the machineries disorderly because of not planning production also generates financial losses, physical and material. Through the proposed layout, it was suggested the adoption of layout-driven product or online, which has the capability to improve: economic viability, safety, reduction of unproductive time, ergonomic conditions, the production sequence and flow materials.

**Keywords:** physical arrangement, safety, productivity analysis.

<sup>1</sup> Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, maziero.ufes@gmail.com, fredceschim@bol.com.br;

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – DCFM, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, elizabeth@cca.ufes.br, fiedler@pq.cnpq.br;

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Rural – ERU, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, modep@bol.com.br.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria de madeira serrada atingiu altos níveis de desenvolvimento e grande parte deste desenvolvimento surgiu da competitividade entre segmentos do setor. Com a grande diversificação de *mix* de produtos derivados da madeira, aumenta-se o grau de eficiência nos processos de seu beneficiamento, e as organizações planejam suas estruturas com objetivo de atender qualidade e custos reduzidos de materiais e pessoas.

Os recursos de muitas organizações são destinados primeiramente a equipamentos e instalações físicas, e que grande parte dos custos do processo produtivo estão relacionada a materiais, pessoas ou linha de trabalho. O grau de importância do arranjo de um empreendimento é reforçado pelas consequências em longo prazo das decisões e do custo de re-projetar o local. Assim, um *layout* inicial correto é fundamental para a efetividade e eficiência operacional de uma organização (URBAN, 1989 citado por TORTORELLA; FOGLIATTO, 2008).

“*Layout*” na literatura inglesa é o termo que designa arranjo físico em português. Segundo Correa e Correa

(2008), é a maneira pela qual os recursos que ocupam espaço dentro de uma operação encontram-se dispostos fisicamente. Existem três tipos básicos de arranjos físicos: por processo ou funcional – agrupam recursos com função ou processo similar; por produto ou em linha – a ordem lógica para arranjar a posição relativa dos recursos é a sequência de etapas do processo de agregação de valor; e posicional – caracteriza-se pelo material ou pessoa processado pela operação, sendo os recursos que se deslocam até o operador.

Um *layout* ergonômico oferece um posicionamento e orientação de locais de trabalho individual em um determinado espaço de trabalho facilita o fluxo de trabalho; a cooperação entre pessoas internas e externas ao empreendimento; garante a privacidade necessária dos setores de trabalho; assegura a iluminância necessária que a tarefa demanda, uniformemente em todos os setores e sem reflexo; não possibilita a ocorrência de calor ou frio drástico; e permite acessos livres e seguros as estações de trabalho (MARMARAS; NATHANAEL, 2006).

Skinner (1969) citado por Silva e Santos (2005) descreve alguns padrões comuns para mensurar o desempenho da produção, tais como ciclos menores de

entrega do produto, produto com qualidade e confiabilidade, cumprimento da promessa de entrega, habilidade para produzir novos produtos rapidamente, flexibilidade para ajustar mudanças no volume e custos baixos.

O problema do *layout* de um empreendimento está configurado na definição do arranjo físico mais eficiente de departamentos indivisíveis com diferentes requisitos de área (MELLER *et al.*, 1996 citado por TORTORELLA; FOGLIATTO, 2008).

Este estudo teve como objetivo avaliar o sistema operacional de uma empresa de fabricação de calços, a fim de identificar falhas e “gargalos” no sistema operacional, e posterior otimização do *layout* da serraria para readequação no sistema produtivo da empresa.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

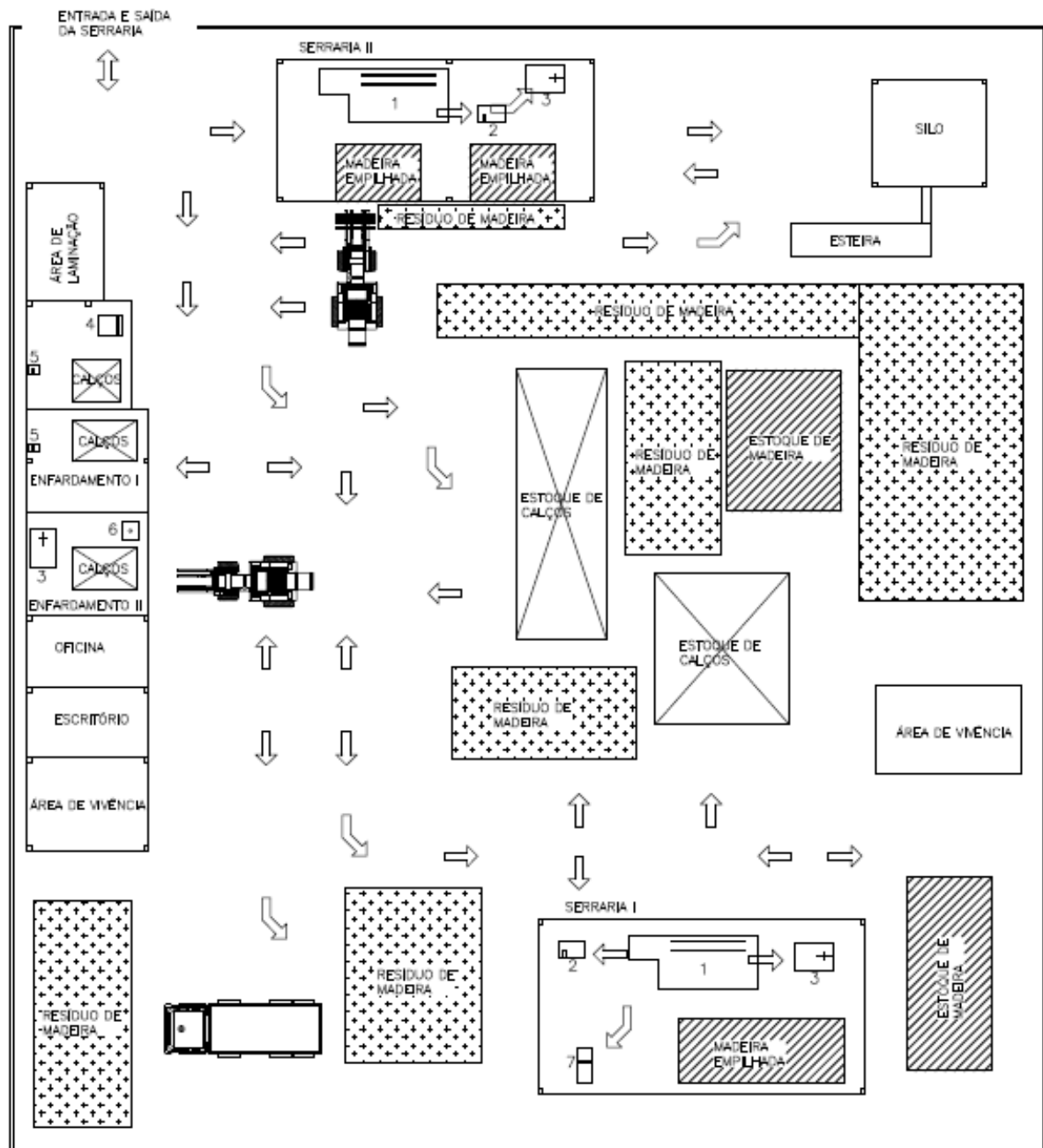
O trabalho foi realizado em um empreendimento que engloba duas serrarias (serraria I e serraria II) localizadas no município de Dores do Rio Preto, região sul do estado do Espírito Santo, durante os meses de janeiro a março de 2013. A empresa trabalha na produção de calços, utilizando como matéria-prima o *Eucalyptus* sp., e seus principais clientes encontram-se no norte do Espírito Santo;

sul de Minas Gerais; norte, leste e sul do Rio de Janeiro; centro-sul da Bahia; oeste, norte e sul de São Paulo. O empreendimento é de pequeno porte possuindo em média 22 funcionários que trabalham por produção e utiliza as seguintes máquinas em seu processo produtivo: (2) carro porta toras; (3) serra circular; (2) serra fita; (2) serra de destopo, (1) desgrossadeira, (1) desempenadeira e (1) tupia.

Por meio de pesquisa participante foi verificada as máquinas utilizadas no processo e desenvolvido uma planta da área com o auxílio de uma trena de 100 metros, na qual foram medidas as dimensões do local e a distância entre máquinas e, para otimização do *layout* foi utilizado o software AutoCAD®2010, respeitando as especificações do fluxo de produção.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A falta da sequência de produção, logística da matéria-prima e destinação dos resíduos de madeira, conforme Figura 1, são deficiências encontradas no sistema operacional do empreendimento, além da segurança dos trabalhadores, diante das condições de trabalho em que são expostos.



**Figura 1.** *Layout* atual.

Legenda: 1 – Desdobro; 2 – Serra fita; 3 – Serra circular; 4 – Desengrossadeira; 5 – Serra de destopo; 6 – Tupia; 7 – Desempenadeira.

Fonte: autores.

O *layout* atual da serraria não favorece à trabalhabilidade da madeira pelo funcionário no decorrer do

deslocamento pela área, já que a disposição das máquinas não é ordenada e as peças de madeira, no início do processo produtivo,

possuem grandes dimensões e elevado peso. Além disso, as máquinas são arcaicas e depreciadas gerando perdas de produção como desgastes das peças de madeira, acúmulos de resíduos (pó de serra) em demasia, poeiras e fuligens no ambiente de trabalho, propensão a riscos de acidentes e doenças aos funcionários.

A serraria perde em eficiência devido o grande número de resíduos espalhados em sua área, obstruindo a movimentação e/ou impedindo o deslocamento de matéria-prima. O armazenamento das toras é outro “gargalo” que compromete a qualidade do produto final, pois as mesmas são dispostas as intempéries sem os mínimos cuidados, o que prejudica no processamento mecânico da madeira para o setor de calços.

A empresa possui uma oficina e área de laminação que não possuem luminosidade adequada para desempenho das atividades de manutenção. Os dois tratores adaptados para carregamento das toras e calços são precários e não oferecem nenhuma segurança aos condutores. Outro ponto que fica comprometido na serraria em estudo são os Equipamentos de Proteção Individual – EPIs e os Equipamentos de Proteção Coletiva – EPCs os quais são insuficientes e até ausentes, conforme Figura 2.



**Figura 2.** Condições precárias de trabalho.  
Fonte: autores.

Com base em observações durante a coleta de dados, percebeu-se que a serraria não atendeu algumas normas regulamentadoras como: NR 1 (Disposições Gerais); NR 5 (CIPA); NR 6 (Equipamento de Proteção Individual e Coletiva); NR 7 (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional); NR 8 (Edificações); NR 9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais); NR 10 (Serviços em Eletricidade); NR 11 (Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais); NR 12 (Máquinas e Equipamentos); NR 17 (Ergonomia); NR 18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção); NR 21 (Trabalhos a Céu Aberto); NR 23 (Proteção Contra Incêndios); NR 24 (Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho); NR 25 (Resíduos Industriais); e NR 31 (Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no

Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura), as quais devem ser devidamente respeitadas conforme Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.

Por meio de anotações dos principais riscos e agentes encontrados no ambiente de trabalho, foi possível realizar a análise de risco da serraria e sugerir soluções para um melhor *layout* a ser proposto conforme as normas vigentes. Nas Figuras 3 – 15 são apresentadas o ambiente de trabalho, seus riscos e soluções.



**Figura 3.** Entrada e saída da serraria.  
Fonte: autores.

RISCO: queda de material, atropelamento e queda do mesmo nível.

SOLUÇÃO: regularizar conforme NR 11.



**Figura 4.** Pátio de estocagem de resíduos de madeira e matéria-prima.  
Fonte: autores.

RISCO: agentes biológicos (animais peçonhentos) e agentes físicos (intempéries).

SOLUÇÃO: regularizar conforme NR 9.



**Figura 5 –** Área da serraria II.  
Fonte: autores.

RISCO: desabamento de estrutura, agentes físicos (calor, ruído, poeira), cortes diversos, choque, queda e esmagamento de membros.

SOLUÇÃO: regularizar conforme NRs 6, 8, 10 e 12.



**Figura 6.** Área da esteira ligada ao silo.  
Fonte: autores.

RISCO: queda do mesmo nível,  
choque e cortes diversos.

SOLUÇÃO: regularizar conforme  
NRs 6, 10 e 11.



**Figura 7.** Área da laminação ligada à área de enfardamento.  
Fonte: autores.

RISCO: queda do mesmo nível e  
cortes diversos.

SOLUÇÃO: regularizar conforme  
NR 11.



**Figura 8.** Circulação.  
Fonte: autores.

RISCO: queda do mesmo nível,  
desabamento de pilhas de madeira, agentes  
biológicos (animais peçonhentos) e agentes  
físicos (intempéries).

SOLUÇÃO: regularizar conforme  
NRs 9, 11 e 21.



**Figura 9.** Área de enfardamento.  
Fonte: autores.

RISCO: fiação exposta, máquinas  
com partes móveis expostas e sem trava de  
segurança.

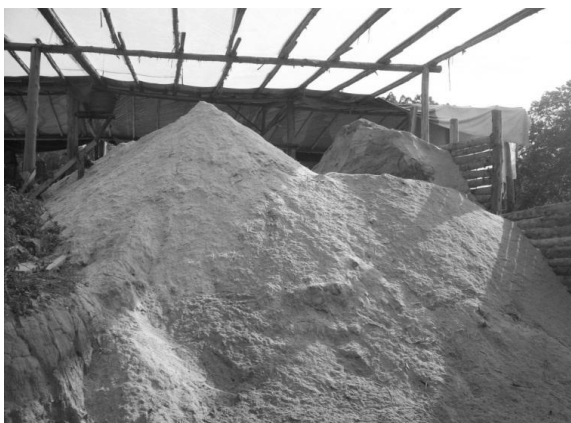
SOLUÇÃO: regularizar conforme  
NRs 6, 10 e 12.



**Figura 10.** Área de vivência.  
Fonte: autores.

RISCO: agentes biológicos  
(animais peçonhentos).

SOLUÇÃO: regularizar conforme  
NRs 7, 18 e 31.



**Figura 11.** Área da serraria I e depósito de resíduos de madeira (pó de serra).  
Fonte: autores.

RISCO: poeiras em excesso,  
fuligens e quedas.

SOLUÇÃO: regularizar máquinas e  
ambiente, instalação de coletores de pó  
(resíduos), conforme NRs 8, 9 e 11.



**Figura 12.** Área de corte dos calços ligada à  
área de enfardamento.  
Fonte: autores.

RISCO: cortes diversos, choque,  
posturas inadequadas e estrutura do galpão  
comprometida.

SOLUÇÃO: regularizar conforme  
NRs 6, 8, 9, 10 e 17.



**Figura 13.** Área de enfardamento e  
armazenagem dos calços.  
Fonte: autores.

RISCO: cortes diversos, posturas  
inadequadas, quedas e incêndio.

SOLUÇÃO: regularizar conforme  
NRs 6, 11, 17, 23 e 24.





**Figura 14.** Trator adaptado utilizado no transporte de toras e calços.  
Fonte: autores.

RISCO: atropelamento e posturas inadequadas.

SOLUÇÃO: regularizar conforme NRs 6, 11 e 17.



**Figura 15.** Silo.  
Fonte: autores.

RISCO: estrutura comprometida e agentes biológicos (animais peçonhentos).

SOLUÇÃO: regularizar conforme NRs 6, 11, 23 e 25.

Como minimização de perdas produtivas, foi proposto um novo *layout*

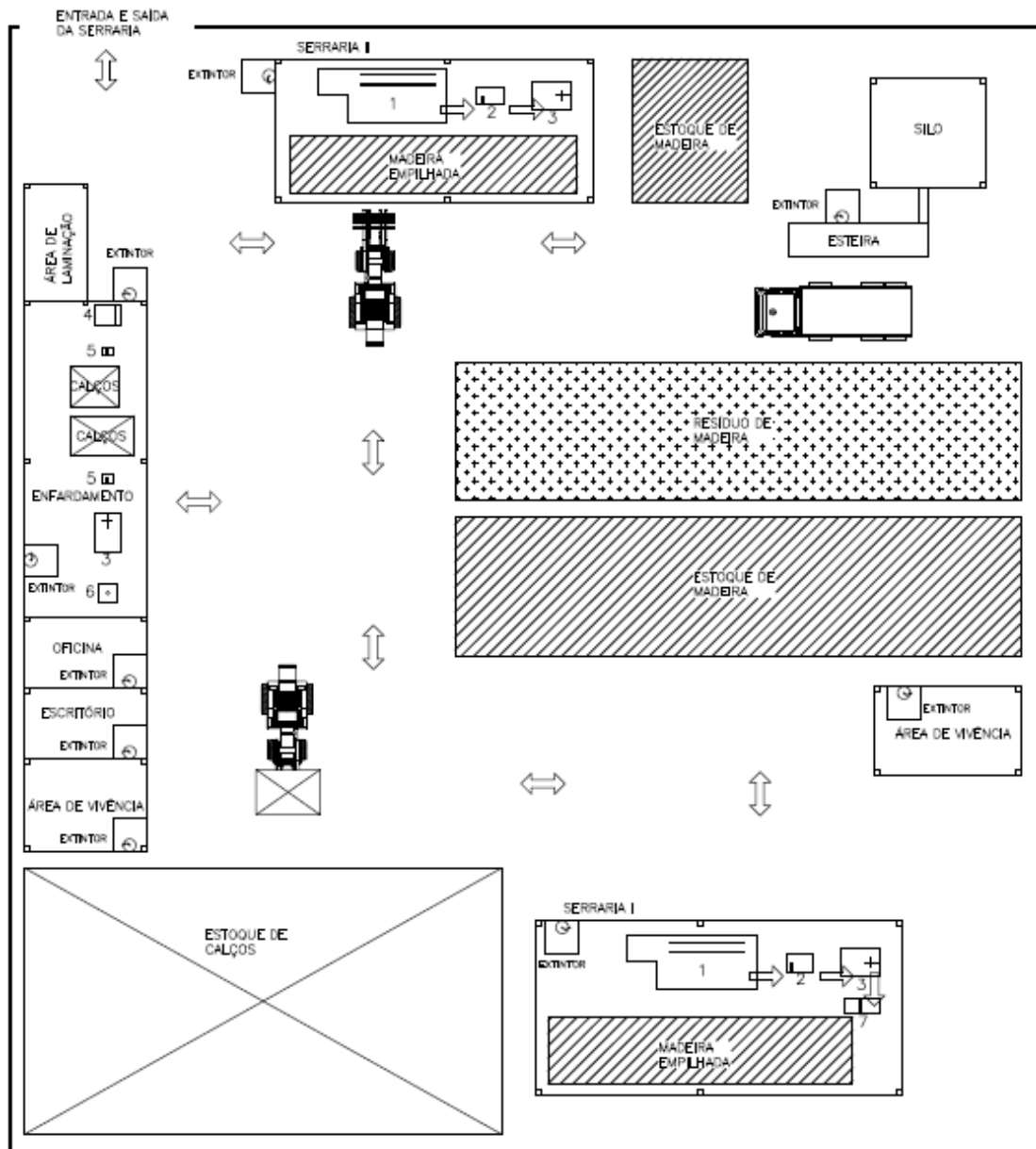
para a serraria (Figura 16), com o intuito de sanar lacunas que comprometem o fluxo operacional.

Para o novo *layout* (Figura 16), as máquinas foram organizadas na periferia da serraria, com o objetivo de transferir os resíduos (pó de serra) para seu exterior, e para isso, é preciso à instalação de sistema de exaustão para redução de poeiras no ambiente.

A instalação de bancadas para a área de enfardamento favorece na montagem dos fardos e menor encurvamento da coluna cervical dos trabalhadores. Assim sendo, a parte de armazenamento dos calços é melhor distribuída e conseqüentemente mais viável economicamente, evitando perdas no carregamento dos calços.

Na disposição das máquinas, foi proposta uma ordenação da seqüência produtiva, ou seja, a implantação do *layout* orientado para produto ou linear (*flow shop*), o que garante maior viabilidade econômica ao empreendimento.

Foi sugerido a instalação de extintores em cada ponto estratégico da serraria e melhor sinalização das áreas de riscos. Assim como, o treinamento dos funcionários sobre Saúde, Meio Ambiente e Segurança (SMS), como ferramenta para resguardar a integridade física e mental dos funcionários.



**Figura 16.** *Layout* proposto.

Legenda: 1 – Desdobro; 2 – Serra fita; 3 – Serra circular; 4 – Desengrossadeira; 5 – Serra de destopo; 6 – Tupia; 7 – Desempenadeira.

Fonte: autores.

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) Brasil (2006), as atividades realizadas em serrarias são de grau de risco 3, ou seja, as condições de trabalho exigem

muito do trabalhador e as máquinas das serrarias são de alta periculosidade, pois possuem lâminas afiadas e em alta rotação. Assim, faz-se necessário o emprego da segurança no trabalho e de iluminação

artificial dispendo lâmpadas fluorescentes acima das máquinas.

Tanto as máquinas quanto as ferramentas, devem passar por um planejamento de manutenção preditiva e preventiva, para que não venham interferir no rendimento da empresa e gerar prejuízos físicos como acidentes de trabalho.

No armazenamento da matéria-prima, dos calços e resíduos de madeira, foi sugerido área coberta e piso de concreto ou a reforma da infraestrutura já existente no local, para melhor qualidade do produto final, segurança e aproveitamento do arranjo físico.

#### 4. CONCLUSÃO

A serraria de pequeno porte é pouco estruturada e possuem lacunas no processo produtivo, o que compromete todo o fluxo do empreendimento, assim, pelo diagnóstico e prognóstico, percebe-se que a serraria perde em lucratividade por não apresentar um *layout* ordenado.

Pelo alto índice de funcionários com baixo grau de escolaridade identificado no estudo, o *layout* proposto orientado por produto é uma forma eficaz, pois a movimentação do material é reduzido, apresenta controle da produção simples e os trabalhadores não necessitam

de muitos conhecimentos profissionais, certo de que, para uma empresa crescer em competitividade é necessário capacitar seus colaboradores.

E por meio das propostas indicadas na pesquisa, além de minimizar os riscos contra a saúde dos trabalhadores, fará com que aumente a satisfação e o índice de produtividade dos funcionários e, em virtude disso, irá melhorar a vantagem competitiva do empreendimento.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa que disponibilizou o local para estudo e os próprios funcionários pela colaboração no levantamento dos dados.

#### 6. REFERÊNCIAS

BRASIL (PAÍS). Ministério da Previdência Social. In: \_\_\_\_\_. **Anuário estatístico de acidentes de trabalho**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mpas.gov.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2013.

CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 690 p.

MARMARAS, N.; NATHANAEL, D. Workplace design. In: SALVENDY, G. **Handbook of human factors and ergonomics**. Indiana. United States of

America: John Wiley e Sons, 2006. p. 575-589. cap. 22.

SILVA, E. M.; SANTOS, F. C. A. Análise do alinhamento da estratégia de produção com a estratégia competitiva na indústria moveleira. *Prod.* [online]. 2005, v. 15, n. 2, p. 286-299.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de *layout* com apoio de análise de decisão multicritério. *Prod.* [online]. 2008, v. 18, n. 3, p. 609-624.