

ANÁLISE OPERACIONAL EM UMA EMPRESA LAMINADORA DE MADEIRA NATIVA NA AMAZÔNIA

ERICA KEROLAINE MENDONÇA DOS SANTOS¹, RAFAEL PAULINO QUARESMA ², THIAGO AUGUSTO DA CUNHA³

¹Esp. Gestão Ambiental e manejo Florestal, Analista de Geop. IMAC, Rio Branco- AC, erica.kerolaine@ufac.br

²Eng. Florestal, mestrando em Ciência Florestal, UFAC, Rio Branco-AC, rafael.quaresma@sou.ufac.br;

³Dr. em Ciência Florestal, Prof. Titular CCBN, UFAC, Rio Branco- AC, dacunha@ufac.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
07 a 10 de outubro de 2024

RESUMO: Este estudo analisa a eficiência operacional de uma serraria de laminação em Rio Branco, Acre, com vistas melhorar o planejamento operacional da organização. Foram processadas as espécies *Copaifera sp.*, *Ceiba pentandra*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Schizolobium amazonicum*. A produtividade variou significativamente entre as etapas do processo produtivo, com alguns equipamentos, como a Montagem, superando as metas, enquanto outros, como a Passadeira e a Lixadeira, ficaram abaixo do esperado. A análise identificou gargalos operacionais, evidenciados pelo Diagrama de Ishikawa, que impactam negativamente a eficiência da produção. Para melhorar os resultados, sugere-se a aplicação de técnicas de otimização, como a programação linear e a construção de uma matriz 5W2H, aliadas ao uso da técnica de Pareto. Estas medidas podem auxiliar na redução de falhas processuais, melhoria da produtividade e maior controle operacional, permitindo decisões mais estratégicas e eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência operacional, otimização produtiva, serraria de laminação.

OPERATIONAL ANALYSIS IN A NATIVE WOOD LAMINATING COMPANY IN AMAZONIA

ABSTRACT: This study analyzes the operational efficiency of a laminating sawmill in Rio Branco, Acre, with a focus on improving the organization's operational planning. The species *Copaifera sp.*, *Ceiba pentandra*, *Anadenanthera macrocarpa*, and *Schizolobium amazonicum* were processed. Productivity varied significantly across the stages of the production process, with some equipment, such as the Assembly line, exceeding targets, while others, such as the Conveyor and Sander, fell below expectations. The analysis identified operational bottlenecks, highlighted by the Ishikawa Diagram, which negatively impact production efficiency. To improve results, the application of optimization techniques, such as linear programming and the construction of a 5W2H matrix, combined with the use of the Pareto technique, is suggested. These measures can help reduce process failures, improve productivity, and enhance operational control, allowing for more strategic and effective decision-making.

KEYWORDS: Operational efficiency, production optimization, laminating sawmill

INTRODUÇÃO

As operações em serrarias, podem ser classificadas como: Trabalho Produtivo, definido como o complemento homem e máquina para cortar madeira; e o Tempo perdido, o trabalho não produtivo - quando as atividades do conjunto operador mais máquina são diferentes da produção de madeira, tempo ocioso - falta de matéria-prima para a execução da atividade produtiva e demoras - resultado de uma má operação do sistema (Latorraca, 2004). Com vistas a aumentar o trabalho produtivo e, conseqüentemente, a eficiência da serraria, Batista, Silva e Corteletti (2013), recomendaram a implantação de programa de planejamento operacional para as atividades florestais em ambiente empresarial.

A indústria brasileira de laminação e de compensados enfrenta diversos desafios que afetam a produção de painéis de alta qualidade e, conseqüentemente, têm impacto negativo na inserção desses

produtos no exigente mercado internacional. Um desses desafios é o rendimento insuficiente na laminação (Santos *et al.*, 2015). Ou seja, quando há um menor número de lâminas obtidas, isso resulta em mais resíduos e, por consequência, menos painéis produzidos.

Diante da ausência de estudos acerca do setor operacional do sistema de laminação semi mecanizado na região de Rio Branco - AC, além da falta de informações na área de eficiência operacional, conjuntamente a necessidade de reduzir custos para as empresas, tem-se a necessidade de obter informações técnicas para avaliar as possibilidades de otimização, de maneira a auxiliar na melhoria da eficiência operacional. Nesse sentido, nos propomos a realizar uma análise técnica da atividade de serraria para laminação em uma empresa no município de Rio Branco, Acre, no ano de 2023. Onde, será: analisado o processo produtivo e a adoção de medidas para otimizar o sistema de produção; e III - Identificação de gargalos nos procedimentos operacionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Fundada em 2006 no Parque Industrial de Rio Branco, Acre, a empresa Laminados Triunfo LTDA foi originada no Mato Grosso do Sul sob a gestão do Grupo Triunfo, atraída pelo potencial florestal da região e pela política de valorização florestal promovida pelo governo estadual. A empresa possui área útil de aproximadamente 250 hectares, se dedica à fabricação de diversos produtos, com destaque para compensados e compensados plastificados, amplamente utilizados na construção civil, plataformas, entre outros. Atualmente, 85% da produção da Laminados Triunfo LTDA é destinada à exportação, incluindo madeira para construção e matéria-prima para a fabricação de móveis. O Reino Unido é o principal mercado, absorvendo 80% dessa produção, distribuída através da cadeia de lojas BWK, que possui 800 estabelecimentos (Castro, Fernandes e Carvalho, 2012).

A matéria-prima é proveniente de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) certificado pelo selo FSC (*Forest Stewardship Council*), garantindo a utilização de madeira controlada com técnicas de impacto reduzido, em consonância com práticas ambientalmente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis (Castro, Fernandes e Carvalho 2012). A matéria prima possui fontes de origem diversificada, onde 40% do total são de unidades de manejo próprias, as cooperativas representando cerca de 30% do fornecimento e 25% é proveniente empresas parceiras. Essa estratégia de diversificação de fontes reflete o compromisso da empresa em garantir um fornecimento estável de matéria-prima para suas operações.

O processo produtivo da Empresa é composto por nove etapas principais – pátio, torno, produção de lâminas, passadeira, montagem, emassamento manual, esquadrejadeira, lixadora, produto final. Durante o processo de análise (de 02 outubro a 27 novembro de 2023) da produtividade a empresa processou as espécies florestais, cujo os nomes vernaculares são copaíba (*Copaifera sp.*), sumaúma (*Ceiba pentandra*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*) e pinho (*Schizolobium amazonicum*).

A produtividade foi determinada seguindo o modelo utilizado por Fiedler, Rocha e Lopes - adaptado (2008), que consiste em avaliar a quantidade de metros cúbicos por hora de trabalho:

Equação 1:

$$P (m^3/h) = \frac{\Sigma Vol}{\Sigma Tt}$$

Onde: P é a produtividade; Vol é o volume produzido e Tt é o tempo de trabalho.

A eficiência consiste na relação entre a produção horária sem paradas (produção observada) e a teórica (definida como meta da empresa), como mostrado na equação abaixo:

Equação 2:

$$f = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Teórica}}$$

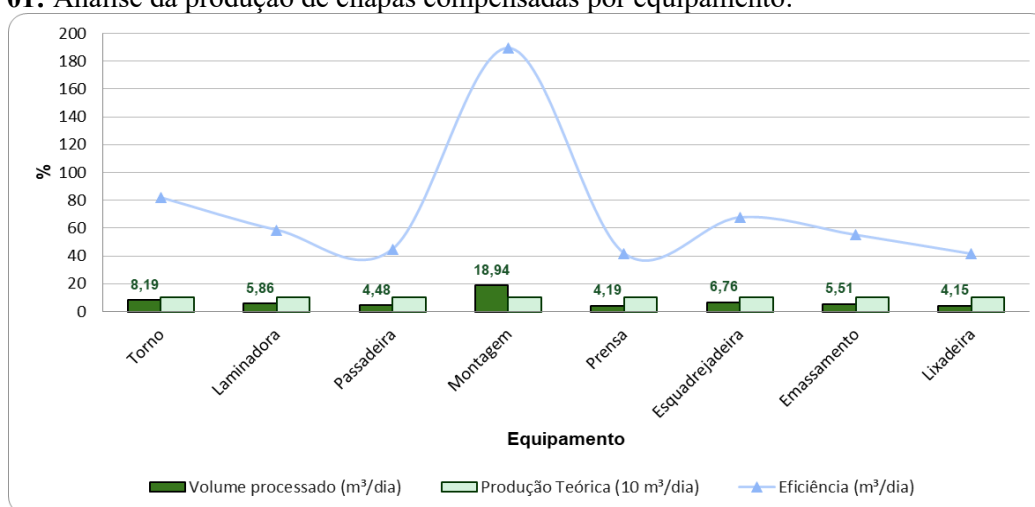
Avaliou-se as variáveis rendimento e eficiência operacional para a análise das atividades de laminação, utilizando o programa SAS Studio (licença obtida através de cooperação institucional). Para a realização dos procedimentos estatísticos, foi realizado o tratamento dos dados em planilha

eletrônica para preparar os dados a serem utilizados no programa estatístico. No ambiente SAS Studio 3.81 foi aplicado os procedimentos estatísticos para obtenção resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade de produção efetiva da empresa, ou produtividade efetiva, taxa de utilização, eficiência, tempo de parada não foi passível de efetivação da análise, pois não há controle de tempo para todas as operações. A análise da produtividade geral evidencia (na figura 01) que o volume processado na categoria montagem se destaca em relação aos demais, pois a eficiência produtiva chega a atingir quase o dobro (189,4%) do que era esperado, sendo analisado por dia; quando se considerada a produção teórica de 10 m³. Enquanto, as categorias como passadeira, prensa e lixadeira atingem menos de 50% de eficiência em relação ao valor esperado com resultados de 44,8%, 41,9% e 41,5%, respectivamente.

Figura 01: Análise da produção de chapas compensadas por equipamento.



Fonte: Autor (2024)

Ferreira (2016) observou que a eficiência no processo produtivo é variável em relação a produção teórica, pois há correlação com paradas programadas, não programadas e acidentais, o que, a depender da meta organizacional, irá necessitar de ajustes no processo produtivo. O desajuste no processo produtivo leva consequentemente a problemas na linha de produção, elevando o desvio padrão da produtividade (quadro 01). Ocasionalmente perda de produção e eficiência.

Para melhor compreensão, o quadro 01 representa o que está sendo visualizado na figura 01, ou seja, para produção teórica de 10 m³/dia, apenas um equipamento atingiu a meta, ultrapassando-a, enquanto as demais obtiveram valores de eficiência menores que o esperado, sendo que o equipamento Torno foi o que mais se aproximou da meta, com 81,86%. A eficiência produtiva média, para essa análise, é de 72,58%, com desvio padrão de 49,20%, o que indica que os valores estão bem distribuídos em torno da média.

Quadro 1: Análise por equipamento do volume processado, produtividade e eficiência.

| Equipamento | Volume processado (m³) | Volume processado por dia (m³) | Produtividade (m³/hora) | Produção Teórica (m³) | Eficiência (dia em %) |
|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Torno | 360,19 | 8,19 | 1,02 | 10,00 | 81,86 |
| Laminadora | 257,94 | 5,86 | 0,73 | 10,00 | 58,62 |
| Passadeira | 197,30 | 4,48 | 0,56 | 10,00 | 44,84 |
| Montagem | 833,39 | 18,94 | 2,37 | 10,00 | 189,41 |
| Prensa | 184,15 | 4,19 | 0,52 | 10,00 | 41,85 |
| Esquadrejadeira | 297,31 | 6,76 | 0,84 | 10,00 | 67,57 |

| | | | | | |
|---------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Emassamento | 242,33 | 5,51 | 0,69 | 10,00 | 55,08 |
| Lixadeira | 182,38 | 4,15 | 0,52 | 10,00 | 41,45 |
| Média | 319,37 | 7,26 | 0,91 | 10,00 | 72,59 |
| Desv. Padrão | 216,48 | 4,92 | 0,62 | 0,00 | 49,20 |

Fonte: Autor (2024)

Os estudos de Rocha *et al.* (2007) evidenciaram que a distribuição dos tempos do ciclo operacional relacionado ao tempo efetivo de trabalho da máquina correspondeu a cerca de 40% da jornada de trabalho (8 horas diárias); Dentro do tempo total de trabalho, o tempo das interrupções ou paradas tiveram bastante influência no ciclo de trabalho da máquina, consumindo 59,73% do tempo total observado. Evidencia-se então que a programação linear, bem como controle de tempo são análises necessárias para a melhoria no processo produtivo.

Foram contabilizados um total de 2.001,5 m³ de madeira disponível para laminação durante o período avaliado, destes, 257,94 m³ foram efetivamente processados, onde 360,19 m³ foram utilizados na entrada do processamento, gerando 46,48 m³ de rolete (o qual é utilizado para a geração de energia em caldeira da empresa) e 313,71m³ foram torneadas, gerando perda de 55,77 m³ durante o processo. A produção de chapas de compensado (produto final), durante o período avaliado (44 dias), foi de 5.762 unidades com largura e comprimento variáveis.

A eficiência e produtividade efetivas são variáveis de grande importância e devido a não catalogação das mesmas não é possível determinar o tempo padrão e como o mesmo influencia nos fatores anteriormente citados, pois o rendimento destas operações e a integração homem-máquina no processo semimecanizado irá influenciar nas variáveis listadas no quadro 01, onde cada ciclo produtivo pode ser afetado por esta relação (Gil *et al.* 2019).

Levando em consideração os resultados obtidos, elaborou-se o diagrama de Ishikawa para identificação da problemática da empresa (1), as origens fontes (2), as possíveis causas (3) e a solução proposta com base na metodologia de estudo (4). “O objetivo da ferramenta é identificar e organizar as causas secundárias do problema, a partir das já conhecidas causas primárias de todos os problemas na indústria” (Ferreira, 2016).

Para a melhoria da eficiência e produtividade aplicado ao processo produtivo sugere-se a aplicação de técnicas de otimização, como a programação linear e construção de uma matriz 5W2H (para mapeamento das ações elencadas as causas citadas no diagrama de Ishikawa), caso não seja possível é necessário a realização de um estudo de tempos e movimentos para todos os equipamentos e procedimentos envolvidos no processo produtivo da organização. O diagrama de Ishikawa do Gerenciamento do Processo Produtivo determinou que: 1. Pessoas (Variabilidade de desempenho entre operadores; Desempenho inadequado devido a treinamento insuficiente) 2. Máquinas (Paradas não programadas; Uso não adequado das máquinas pelos operadores; Variabilidade de produção devido ao estado das máquinas) 3. Processos (Não há controle de tempo para todas as operações; Descontinuidade no processo de produção) 4. Matéria-prima (Qualidade da matéria-prima; Variabilidade de origem da matéria-prima).

Através da programação linear haverá a criação de modelos que possibilitam a análise simultânea de todos os recursos disponíveis, de maneira a gerar a prescrição da melhor linha de ação ou orientação em direção à alternativa mais vantajosa para empresa tanto em termos operacionais, quanto em termos de economia tanto de pessoal quanto monetária, pois os resultados da análise indicarão a melhor metodologia para diminuição das falhas processuais (Brun, 2002). O propósito da modelagem de cenários florestais aplicada a serraria de laminação irá analisar os eventos passados, presentes ou futuros, com foco na qualidade do ajuste aos dados e na precisão das previsões (Sanquetta, 1996). A partir da análise dos cenários presentes, como aqueles demonstrados neste estudo, passados e futuros a Empresa poderá analisar os cenários e através de análise de sensibilidade realizar a tomada de decisão mais adequada a necessidade da organização; assim, a empresa poderá observar as consequências de cada ação e como estas interferem nas estratégias de operacionalização

das atividades. Essa abordagem, portanto, permitirá melhor controle do ambiente, tornando a tomada de decisão mais versátil no campo do planejamento operacional (Buongiorno e Gillless, 2003).

Aliada a matriz 5W2H e criação de um plano de ação orientado pelo diagrama de Ishikawa a empresa desenvolverá tomada de decisão mais planejada e orientada aos objetivos da mesma, podendo assim aplicar a técnica de Pareto, mapeando 20% dos problemas que concentram 80% da ocorrência dos mesmos, melhorando os processos de eficiência no âmbito operacional, reduzindo gastos desnecessários, bem como melhorando os indicadores de produtividade.

CONCLUSÃO

No que se refere a medidas para otimização do sistema de laminação, observou-se que a empresa deve adotar modelos de programação linear para análise da eficiência e produtividade, adotando, também, a construção de uma matriz 5W2H, para análise da tomada de decisão de maneira mais planejada. Podendo aplicar a técnica de Pareto. A empresa possui gargalos nos procedimentos operacionais, que interferem na produtividade e eficiência. Esses gargalos são observados através do diagrama de Ishikawa, onde é possível identificar e organizar as causas do problema.

AGRADECIMENTOS

A Laminados Tiunfo LTDA por disponibilizar seus dados para pesquisa técnica científica. A Universidade Federal do Acre por permitir a integração técnica-científica; a SAS Brasil por disponibilizar as licenças do *software* e ao CREA-Acre por seu apoio aos profissionais acreanos.

REFERÊNCIAS

- Latorraca, J. V. F. Processamento mecânico da madeira. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. 116p.
- Batista, D. C.; Silva, J. G. M.; Corteletti, R. B. Desempenho de uma Serraria com Base na Eficiência e na Amostragem do Trabalho. *Floresta e Ambiente*, Espírito Santo, v. 20, n. 2, p. 271-280, abr./jun. 2013.
- Santos, A. F.; Guimarães Junior, J. B.; Martins, E. H.; Lima, J. V.; Protásio, T. P. Rendimento efetivo em laminação de madeira de *Pinus oocarpa* cultivada no estado de Minas Gerais. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1663, 2015.
- Castro, M. J.; Fernandes, C. S.; Carvalho, H. S. Estudo da cadeia de suprimento do setor madeireiro no estado de Acre - o caso da empresa Laminados Triunfo. In: IX SEGeT 2012 - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/51116788.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- Fiedler, N. C.; Rocha, E. B.; Lopes, E. S. Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 577-586, out./dez. 2008.
- Ferreira, V. A. B. Aplicação de ferramentas do controle estatístico da qualidade na redução do tempo de paradas no processo de laminação siderúrgica visando melhoria da produtividade. 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.
- Rocha, E. B.; Fiedler, N. C.; Minette, L. J.; Lopes, E. S. Estudo de tempo e movimento de um carregador florestal em floresta plantada. *Cerne*, Lavras, v. 13, Suplemento, p. 11-16, dez. 2007.
- Gil, J. F. S.; Camargo, D. A.; Munis, R. A.; Miyajima, R. H.; Simões, D. Estudo de tempos e métodos na etapa de coleta e estaqueamento de miniestacas em um viveiro florestal. In: 8º Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu, 2019, São Paulo. Anais... São Paulo: Fatec de Botucatu, 2019.
- Brun, F. L. Influência do valor da madeira de mercado sobre o ordenamento de florestas plantadas para o suprimento parcial de uma indústria de celulose e papel: uma aplicação da programação linear. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- Sanquetta, C. R. Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal. Curitiba: FUPEF, 1996. 49p.
- Buongiorno, J.; Gillless, J. K. Decision methods for forest resource and management. California: Academic Press, 2003. 439 p.