

Otimização do plano de corte em painéis de madeira em uma indústria moveleira

Edvildo Agino de Oliveira Caneschi – Universidade Federal de Viçosa (UFV) edvildo@gmail.com

Jose Ivo Ribeiro Junior – Universidade Federal de Viçosa (UFV) jivo@ufv.br

Resumo: A competitividade cada vez mais agressiva exige que as empresas procurem melhorias em seus processos de fabricação, parcerias com fornecedores, produtos mais baratos, porém com a mesma qualidade exigida pelo cliente. Essa busca constante por melhorias tem o objetivo único que é a maximização dos resultados. Para aumentar seus resultados sem alterar seu preço de venda, a solução é reduzir os custos. Diante disso, este trabalho apresenta uma oportunidade de melhoria em uma fábrica de móveis onde a quantidade de sobra de matéria-prima estava alta e, através de melhorias no processo fabril, focado em otimizações de plano de corte, pode-se chegar à um percentual aceitável de sobra, reduzindo o custo do produto.

Palavras-chave: Custos; Melhorias de processos; Plano de corte.

1. Introdução

O mercado moveleiro está cada vez mais competitivo exigindo sempre inovações nos *designs* dos móveis, busca por novos produtos, redução de custo de modo a atender o consumidor final conforme seus desejos.

Essa competitividade ocorre de maneira global devido às tecnologias da informação e comunicação que são instantâneas e estão acessíveis para todos.

O mundo é um lugar menor para se fazer negócio. Mesmo muitas empresas médias estão buscando fornecedores e vendendo seus produtos e serviços globalmente. Um *website* bem desenhado e uma atitude de risco podem transformar mesmo pequenas empresas em atores globais (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p.692).

Além dos competidores tradicionais ainda é preciso preocupar-se com os novos entrantes e produtos substitutos.

Para se adequar as muitas exigências do cliente e à competitividade global é preciso de um processo que se adapte rapidamente as mudanças de mercado alinhado ainda com a redução de custos. Esse é o grande desafio das organizações hoje em dia, trabalhar sempre da forma mais enxuta possível sem perder qualidade do produto, melhorando os resultados financeiros e manter-se sólida no mercado.

Num primeiro momento uma empresa deve procurar identificar maneiras específicas de diferenciar seus produtos para obter vantagens competitivas. A diferenciação desenvolve um conjunto de características significativas para distinguir o seu produto em relação ao mercado concorrente (SHIMOYAMA; ZELA, p.11).

Para que esse produto possa ser viável, com credibilidade e ter viabilidade econômica é necessário que se busque no processo melhorias contínuas, novos tipos de matérias-primas, estudar meios de otimização de matéria-prima.

A busca constante por redução de custos faz com que as empresas busquem inovações tecnológicas ou otimizações em seus processos de fabricação para que possam aumentar sua competitividade. O objetivo principal é eliminar ou minimizar os desperdícios causados por superprodução, de material esperando no processo, de estoque ou de produção de peças defeituosas. Então o primeiro ponto a levantar é qual é o problema ou qual a oportunidade de melhoria e a partir daí criar um plano de ação para resolvê-lo.

Eliminar desperdícios significa reduzir ao mínimo a atividade que não agrega valor ao produto ou serviço. Agregação de valor é a contrapartida da eliminação de desperdícios (MAXIMIANO,2000, p.130).

Desse modo identificou-se que para determinada linha comercial de produtos, ao iniciar o processo produtivo no setor de corte, o percentual de sobra de matéria-prima foi considerado elevado. Foi verificado então a necessidade de reduzir esta sobra, partindo do princípio da otimização do plano de corte através de simulações de produção.

Neste estudo foi avaliado o efeito da variação do comprimento dos painéis de madeira no setor de engenharia de produtos visando o melhor encaixe das peças para corte e consequentemente reduzindo a sobra de matéria-prima. De acordo com informação apurada junto ao fornecedor de painéis de madeira, a largura destes é fixa e o comprimento variável podendo chegar até 5.500 mm. Como a máquina utilizada por esta indústria tem limite de 4.400 mm de corte, foi realizado o estudo a partir desta dimensão. O padrão de painel utilizada na empresa é de 2.750 mm x 1.850 mm, o que resultava em uma perda de aproximadamente 25% porque o painel em questão possui veios (impressão que dá ideia de amadeirado) e, portanto, o encaixe das peças depende deste sentido de veio que pode ser na horizontal ou na vertical. O sentido de veio foi definido no desenvolvimento de produto.

Visando adequar-se as estas novas exigências, o estudo em questão tratou da otimização de planos de corte em painéis de madeira visando o melhor aproveitamento e consequentemente a redução de sobras de matéria-prima. Para isso, respeitou-se o dimensionamento das peças do produto acabado e considerou-se ainda o sentido de corte de cada peça no painel.

O presente estudo foi feito em uma indústria do ramo moveleiro, presente no pólo de Ubá, zona da mata de Minas Gerais, que possui mais de 300 indústrias de móveis, com predominância em móveis de madeira. Esta indústria é de médio porte, possui em torno de 2.000 funcionários e fabrica armários para cozinha, atendendo todo o território nacional e também exporta para vários continentes, sendo de maior expressão o continente africano.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Determinar o melhor plano de corte em painéis de madeira para minimizar a perda de matéria-prima.

2.2 Objetivos específicos

- Reduzir sobra de matéria-prima.

- Verificar o efeito da variação do comprimento da chapa sobre o percentual de sobra de matéria-prima.
- Avaliar o impacto da redução da sobra de matéria-prima sobre a redução de custos.

3. Revisão de literatura

Em 2013, a produção mundial de móveis apresentou alta de 3,7% em relação a 2012. A Ásia teve destaque e, somada a gigante China, é responsável por mais de 54,4% da produção mundial e 46% das exportações. A União Europeia, com seus 28 países-membros, obteve uma menor parcela no segmento, ocupando a segunda posição, com 23,4% da produção mundial. Na terceira posição está a América do Norte, como produtora e consumidora, alavancada pelos Estados Unidos, que, separadamente, são o segundo maior produtor e consumidor de móveis, com 10% e 17,3%, respectivamente. O Brasil detém 3,7% da produção mundial, mas detém uma parcela pouco significativa das importações (0,5%) e exportações globais (0,4%) (<http://www.iemi.com.br/press-release-iemi-lanca-relatorio-setorial-da-industria-de-moveis-no-brasil/>).

A área de engenharia de produtos e processos vem desempenhando papel fundamental nas organizações, porque é através dos seus produtos e serviços que a empresa pode-se tornar mais competitiva no mercado. Esta área de concentração está no centro das expectativas geradoras da competitividade empresarial e dela dependem, em suma, o sucesso dos negócios. Os planos de pesquisas desenvolvidos procuram contemplar uma gama de temas considerados importantes neste campo de atuação. Para o sucesso de ambas as partes, torna-se necessário o comprometimento de todos os envolvidos.

O envolvimento total das pessoas pode ser visto como uma extensão das "práticas básicas de trabalho". Entretanto, ele prevê que os funcionários assumam muito mais responsabilidades no uso de suas habilidades para o benefício de toda a companhia. Eles são treinados, capacitados e motivados a assumir total responsabilidade sob todos os aspectos de seu trabalho. Por outro lado, confia-se que irão assumir tais responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p.493).

Esta área da empresa trata de cadastros de todos os produtos acabados e semiacabados que são desenvolvidos pela área de desenvolvimento, elabora mapeamentos de processos produtivos, executa cálculo de custos produtivos, simula capacidade produtiva das unidades fabris, executa cronoanálise no chão de fábrica e trabalha em busca de melhorias contínuas para maximização dos lucros. É de competência da engenharia de produtos o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos que envolvem homens, materiais, tecnologia, informação. É de sua responsabilidade ainda especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas para melhoria do processo e gerenciamento dos gargalos para evitar a perda de produtividade.

A produtividade de um sistema é definida como a relação entre os recursos utilizados e os recursos obtidos (ou produção). Todo sistema tem um índice de produtividade que se verifica com a contagem da quantidade produzida por unidades de recursos (MAXIMIANO, 2000, p.116).

Em seu livro, Slack; Chambers e Johnston, (2002, p.156) tratam da área de engenharia de valor, em que o objetivo da engenharia de valor é tentar reduzir custos e prevenir quaisquer custos desnecessários, antes de produzir o produto ou serviço. De forma simples tenta eliminar quaisquer custos que não contribuam para o valor e o desempenho do produto ou serviço. A

análise de valor é o nome dado ao mesmo processo, quando se trata de redução de custos depois que o produto ou serviço foi iniciado.

Slack; Chambers e Johnston (2002, p.79) citam que o custo é o último objetivo a ser coberto, embora não porque seja o menos importante. Para as empresas que concorrem diretamente em preço, o custo será seu principal objetivo de produção. Quanto menor o custo de produzir seus bens e serviços, menor pode ser o preço a seus consumidores. Mesmo as empresas que concorrem em outros aspectos que não preço estarão interessadas em manter seus custos baixos. Cada euro ou dólar retirado do custo de uma operação é acrescido a seus lucros. Não surpreende que o custo baixo seja um objetivo universalmente atraente.

Durante o processo de desenvolvimento do produto até o momento em que o produto já está sendo vendido, são feitas revisões periódicas tanto do processo produtivo quanto da matéria-prima utilizada. Uma das revisões feitas é o processo de otimização do plano de corte, que envolve tanto a revisão de processo quanto a de material utilizado. O problema de corte de painéis consiste, em determinar a melhor forma de cortar os painéis, de modo a produzir as unidades menores (peças) com a menor perda possível de material, buscando sempre eliminar os desperdícios trabalhando de forma padronizada.

Belluzzo e Morabito (2004, p.392) tratam da otimização nos padrões de corte de chapas de fibra de madeira reconstituída, relatando problemas de plano de corte em chapas duras que podem gerar toneladas de desperdício. Tais perdas referem-se a restos de chapas duras de boa qualidade que se tornam inúteis, devido às suas dimensões resultarem muito pequenas para uso prático. Parte destas perdas pode ser evitada apenas melhorando a programação da produção dos equipamentos de corte, o que não implica em quaisquer investimentos adicionais em capacidade.

A execução do plano de corte é feita a princípio pela área de engenharia de produtos que define a forma como as peças serão “encaixadas” no painel. Neste primeiro momento define-se a forma de corte, apura-se a quantidade de peças cortadas por hora, analisa-se o sentido de veio das peças, e calcula-se o custo de produção do produto. Ainda é feito o mapeamento do processo indicando em qual seccionadora (equipamento com diversas capacidades de corte) será executada a tarefa. Nas Figuras 1 e 2 são representados dois exemplos de plano de corte executados pela área de engenharia de produtos.

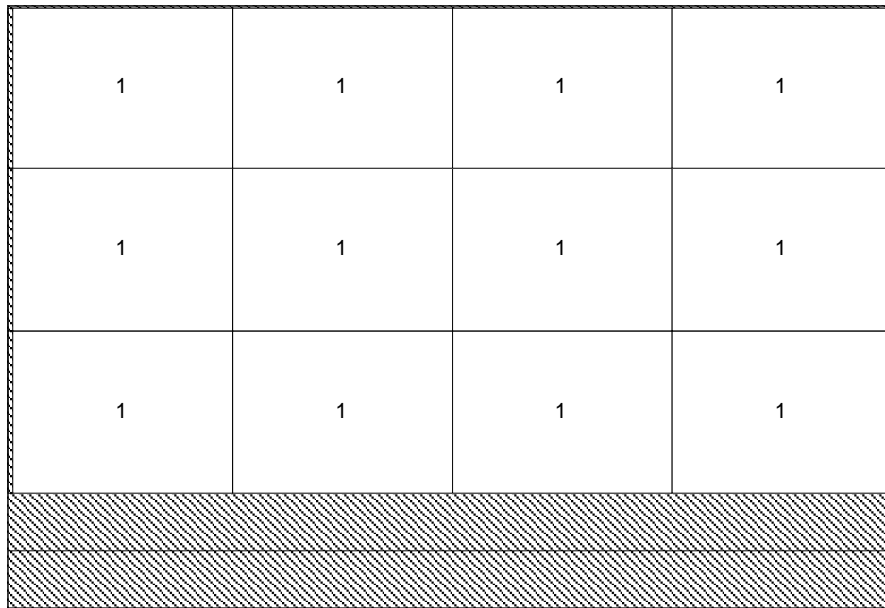


Figura 1 - Plano de corte da base gabinete ilha. Fonte: Dados do autor.

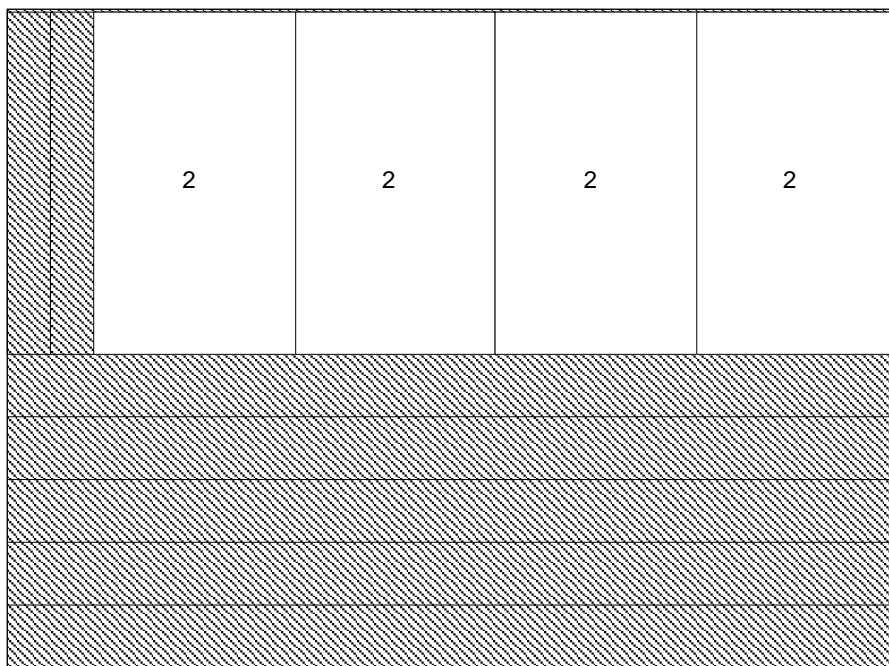


Figura 2 - Plano de corte da costa gabinete ilha. Fonte: Dados do autor.

Na Figura 1 nota-se que o painel foi mais bem otimizado que na Figura 2, porém é importante citar que estes painéis possuem veios (impressão no painel que dá tonalidade de madeira) que precisam ser respeitados de acordo com o sentido das peças que podem ser na horizontal ou na vertical, conforme é mostrado na Figura 3.



Figura 3 - Painel natural wood carvalho coimbra. Fonte:
<http://eucatex.mediagroup.com.br/pt/Paineis/MDF/Produto.aspx?id=88>.

As sobras de matéria-prima são sucateadas e incineradas na caldeira para a geração de energia. Importante frisar que estas sobras não formam nenhum tipo de peça, não há como fazer um aproveitamento e depois descontar em ordens produção futura. O plano de corte é feito considerando todas as possibilidades de corte de peças. Caso a produção seja maior que a demanda, as peças são estocadas em determinada área da fábrica para posteriormente serem descontadas.

As peças amadeiradas depois de montadas compõem o armário que é o resultado final de todo o processo de fabricação, que é constituído pelo corte e usinagem, acabamento de bordas, furação, preparação, montagem e inspeção e por final, a embalagem.

4. Material e métodos

4.1. Plano de corte

No setor de corte e usinagem trabalha-se basicamente com cortes de painéis de madeira, efetuando-se diferentes planos de corte e transformando-os em peças para atender as demandas diárias.

Estes painéis são transportados do estoque por empilhadeiras que abastecem as máquinas seccionadoras, iniciando o processo de corte (Figura 4).



Figura 4 - máquina seccionadora. Fonte: <http://dancamac.com.br/?menu-food=seccionadoras-automatizadas-a-controle-numerico>.

A produção destas peças depende da programação diária que é feita com base na cartela de pedidos da empresa. Geralmente os pedidos ocorrem para peças de tamanhos variados com mais de 50 especificações diferentes em relação ao comprimento e largura.

Portanto, fica difícil minimizar a perda de matéria-prima, dada esta grande variabilidade de dimensões, quando o corte é feito com um painel de dimensão constante. A medida padrão adotada na empresa é de 2.750 x 1.860. Porém, devido à alta demanda, o fornecedor sinalizou com a possibilidade de disponibilizar outras dimensões desde que a largura fosse a mesma.

Partindo-se do pressuposto que a empresa adota o conceito de minimizar os desperdícios em função dos custos, produtividade e da alta escala de produção, foi realizado o estudo de redução de matéria-prima em função da variação do comprimento de 2.000 mm a 4.400 mm de painéis com largura fixa de 1.850 mm.

Além destas particularidades, foi preciso observar o sentido de corte das peças devido ao padrão amadeirado das mesmas. A visualização destes veios no armário (no caso desta linha comercial abordada) é no sentido vertical, portanto o mix de peças a serem cortadas obedecia a esta regra.

No total, foram analisadas 25 observações de plano de corte estabelecidas de 100 mm em 100 mm e avaliados os planos com menor perda de material. A seguir, são apresentados dois exemplos de plano corte que foram feitos durante o estudo. O primeiro em um painel de 4.300 mm (Figura 5) e o segundo em um painel de 2.000 mm de comprimento (Figura 6).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Figura 5 - Lateral par ct – painel 4.300 mm. Fonte: Dados do autor.

| | |
|---|---|
| 5 | 5 |
| 5 | 5 |
| 5 | 5 |
| 5 | 5 |
| 5 | 5 |
| 5 | 5 |
| 5 | 5 |

Figura 6 - Lateral par ct – painel 2.000 mm. Fonte: Dados do autor.

Estas avaliações foram feitas para todos os tipos de peças. Nota-se que neste exemplo, as duas peças são idênticas (lateral par ct), porém no painel de 4.300 mm, a perda de matéria-prima foi visivelmente menor.

4.2. Geração e análise dos dados

Para a análise do impacto no processo produtivo, foram feitas simulações para cada comprimento de painel, estabelecendo-se o plano de corte em função de várias simulações realizadas no *software optiplanning*, que gerencia o tamanho do corte. Ele pode importar automaticamente os dados para otimizar, adaptar-se aos volumes de produção elevados, baixos e médios, gerar listas de corte a ser otimizada de acordo com o mobiliário a ser produzido além

disso, os resultados podem ser transferidos para o painel de serra (<http://www.biesse.co.uk/wood/wood-software/optiplanning>).

Este *software* é comumente usado pela empresa já que é através dele que se consegue analisar os resultados do melhor plano corte. Os dados das peças são importados pelo programa, assim como os painéis disponíveis e o gerenciamento ocorre disponibilizando o melhor corte considerando a menor perda de matéria-prima.

O painel de madeira utilizado foi o MDP (painel de madeira reconstituída). Assim como o MDF e o HDF, o MDP é a sigla para *Medium Density Particleboard* ou painel de partículas de média densidade. As partículas são posicionadas de forma diferenciada, com as maiores dispostas ao centro e as mais finas nas superfícies externas formando três camadas. São aglutinadas e compactadas entre si com resina sintética através da ação conjunta de pressão e calor em prensa contínua de última geração (<http://www.abipa.org.br/produtosmdp.php>).

Esta é a principal matéria-prima da empresa, representando o maior percentual de custo do produto. Dessa forma, é a parte do produto que merece atenção especial, com níveis mais elevados de controle (estoque, sobra, refugo).

De acordo com as informações dos fornecedores e de acordo com as limitações da máquina seccionadora, foi definido junto à diretoria da empresa que seriam feitos os planos entre os limites de 2.000 mm e 4.400 mm em painéis de MDP utilizando o *optiplanning*.

Para analisar a relação da perda de matéria-prima, medida em percentual de sobra, em função do comprimento do painel, foi realizada a análise de regressão linear, cujo coeficiente foi testado pelo teste t de *Student* a 5% de probabilidade. Posteriormente, foi construído um gráfico de percentual de sobra de acordo com os painéis trabalhados, antes e após a otimização do processo.

5. Resultados e Discussão

O percentual da sobra de matéria-prima diminui ($P < 0,05$) linearmente em função do aumento do comprimento do painel, a uma taxa de 0,0053 pontos percentuais por mm (Figura 7). Portanto, recomenda-se a compra de painéis com 4.400 mm, que proporciona uma sobra igual a 14,57%. A equação de regressão ajustada foi definida por:

$$\hat{y} = 37,886 - 0,0053 * x \quad (R^2 = 0,60), \text{ para } 2.000 \leq x \leq 4.400, \text{ em que:}$$

*significativo pelo teste t de *Student* ($P < 0,05$).

Esta nova recomendação do tamanho do painel a ser comprado (4.400 mm) reduz o percentual de sobra em relação ao tamanho utilizado comumente pela empresa (2.750 mm) em aproximadamente 62%. Portanto, a otimização do plano de corte foi validada na chapa de dimensão de 4.400 mm, resultando em redução de custo estimado em R\$300.000,00 anualmente.

Neste trabalho, o melhor resultado referente ao maior comprimento do painel, foi devido a ele ter proporcionado, em função da grande variedade de peças combinadas na linha de produção, uma menor perda, não necessariamente proporcional ao tamanho individual de cada painel, mas, principalmente, ao volume final de produção. Isto vem de encontro à manufatura de móveis, que atualmente trabalha com mix de produção bastante heterogênea. Portanto, o mais importante é buscar a otimização para a média de produção e não, especificadamente, para item que compõe o produto final.

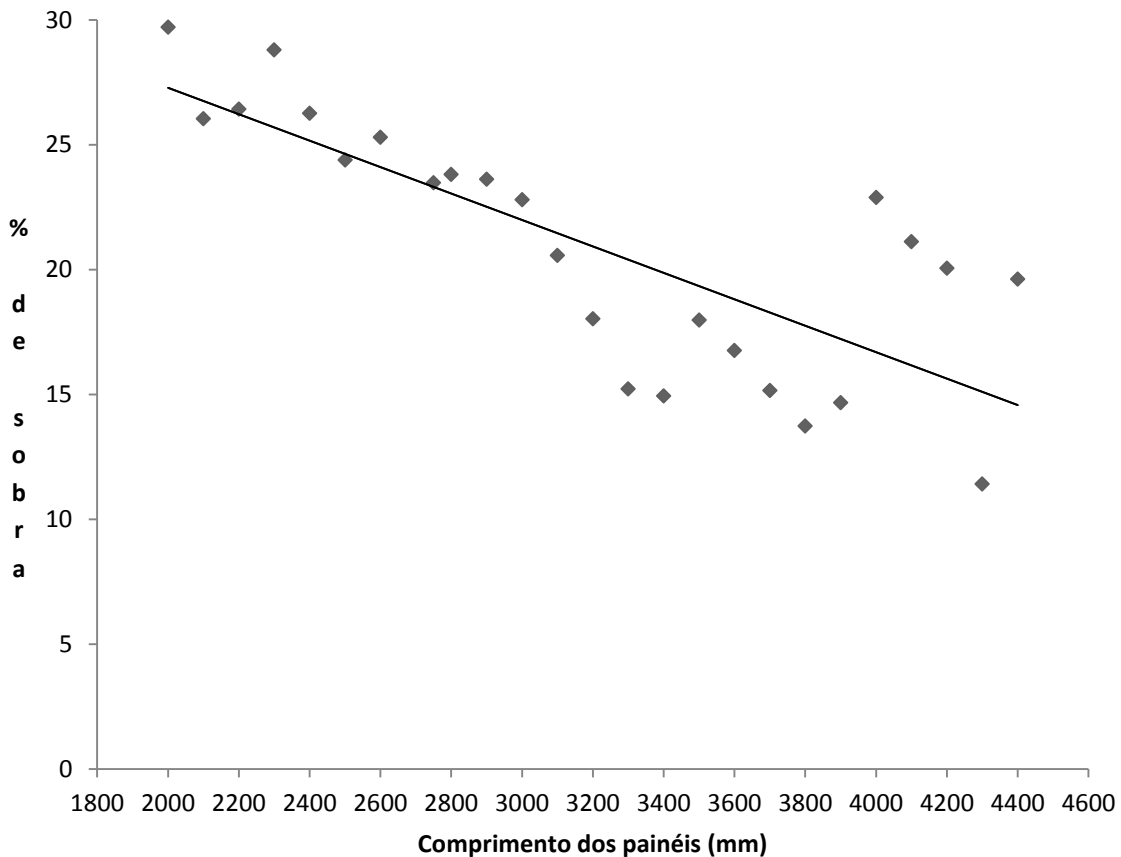


Figura 7 - Estimativa dos percentuais de sobras de matéria-prima em função do comprimento do painel (mm).
 Fonte: Dados do autor.

Como o problema de corte depende da dimensão da peça que será cortada, a solução do problema pode ocasionar diferentes comprimentos de painéis otimizados para cada situação, conforme estudado por Belluzzo e Morabito (2004). No entanto, outros critérios e restrições podem ser levados em conta para esta otimização, como por exemplo, busca-la, principalmente em função do percentual global de sobra. Por isso, ter conseguido neste estudo, uma recomendação única para os painéis.

6. Considerações finais

Com a mudança do comprimento da matéria-prima, de 2.750 mm para 4.400 mm, a empresa conseguiu reduzir a sobra e, conseqüentemente, aumentar sua lucratividade e competitividade. Além disso, este estudo foi realizado na principal fase do processo, que envolve o componente de maior representatividade para redução do custo.

Referências

ABIPA. Associação Brasileira da Indústria de painéis de madeira, 2007. Disponível em:
 <<http://www.abipa.org.br/produtosmdp.php>> Acesso em: 13 out. 2014

BELLUZZO, L; MORABITO, R. *Otimização dos padrões de corte de chapas de fibra de madeira reconstituída: um estudo de caso* – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

BIESSE. Biesse Group. Disponível em: <<http://www.biesse.co.uk/wood/wood-software/optiplanning>> Acesso em: 12 out. 2014.

DANCAMAC. Máquinas para madeira, 2012. Disponível em: <<http://dancamac.com.br/?menu-food=seccionadoras-automaticas-a-control-numerico>> Acesso em: 12 out. 2014.

EUCATEX. Disponível em: <<http://eucatex.mediagroup.com.br/pt/Paineis/MDF/Produto.aspx?id=88>> Acesso em: 12 out. 2014.

IEMI. Instituto de Estudos e Marketing Industrial, 1985. Disponível em:

<<http://www.iemi.com.br/press-release-iemi-lanca-relatorio-setorial-da-industria-de-moveis-no-brasil/>> Acesso em: 12 out. 2014.

MAXIMIANO, A.C.A, *Introdução à Administração*. 5. ed. Revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2000.

SHIMOYAMA, C; ZELA, D.R, *Coleção Gestão Empresarial*. Curitiba, FAE Gazeta do povo.

SLACK, N; CHAMBER, S. e JOHNSTON, *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.