

MELHORIAS DE PROCESSO POR MEIO DE METODOLOGIA SLP E SIMULAÇÃO: ESTUDO DE CASO NO SETOR MOVELEIRO

Leonardo Helmer Bremenkamp

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)
Rod. Gov. José Sette, s/ nº, Itacibá – 29.150-710 – Cariacica – Espírito Santo
leobremenkamp1@hotmail.com

Juliane Sílvia Zanotti

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)
Rod. Gov. José Sette, s/ nº, Itacibá – 29.150-710 – Cariacica – Espírito Santo
julianezanotti@gmail.com

Janaina Figueira Marchesi

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)
Rod. Gov. José Sette, s/ nº, Itacibá – 29.150-710 – Cariacica – Espírito Santo
janainamarchesi@gmail.com

David Zanotti Filho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)
Rod. Gov. José Sette, s/ nº, Itacibá – 29.150-710 – Cariacica – Espírito Santo
zanottifilho@gmail.com

Igor Caldellas Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)
Rod. Gov. José Sette, s/ nº, Itacibá – 29.150-710 – Cariacica – Espírito Santo
igorcaldellas@gmail.com

Fabrcio Broseghini Barcelos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)
Rod. Gov. José Sette, s/ nº, Itacibá – 29.150-710 – Cariacica – Espírito Santo
fabricio.barcelos@ifes.edu.br

RESUMO

Este artigo objetiva mapear a situação atual de uma pequena empresa do setor moveleiro em termos de organização e layout, de forma a identificar pontos de melhoria e permitir à empresa melhores resultados e maior competitividade. Para tanto, foi realizada pesquisa de campo aplicada, na qual se utilizou o Planejamento Sistemático de Layout (SLP) (SLP) aliado à simulação por meio do programa Arena®13.5. O estudo permitiu a simulação do cenário atual, bem como de cenários propostos, que consistem em propostas de melhorias para a empresa estudada. Verificou-se que as principais melhorias possíveis são provenientes da mudança do layout da empresa, o que possibilita melhor organização da fábrica e aumento de produção. Aliando tal mudança com adequação de recursos, é possível proporcionar melhor fluxo, fluidez e organização da produção, permitindo melhores resultados financeiros e condições de trabalho, além de maior confiabilidade do processo, com influência direta na qualidade do produto final.

PALAVRAS CHAVE. Simulação, SLP, Layout.

Área principal: Simulação.

ABSTRACT

This article aims to identify the current situation of a small company in the furniture sector in terms of organization and layout, in order to identify areas for improvement and enable the company to better results and greater competitiveness. Therefore, was conducted field research applied, in which was used the Systematic Layout Planning (SLP) combined with simulation using software Arena® 13.5. The study simulated the current and proposed scenarios for improvements to the company studied. It was found that the main improvements are from changing the layout of the company, which allows better organization of the factory and increased production. Combining this change with adequate resources, such modification is able to provide better flow, fluidity and organization of the production. Thus, the proposed improvements allow better financial results and working conditions, as well as greater process reliability with direct influence on the quality of the final product.

KEYWORDS. Simulation.SLP. Layout.

Main area: Simulation

1. Introdução

O setor moveleiro corresponde a um dos setores da indústria nacional e caracteriza-se como tradicionalista, apresentando uma reunião de diversos processos de produção, com emprego de diferentes matérias-primas e geração de uma ampla diversidade de produtos finais aplicados ao uso doméstico, industrial e comercial (PEREIRA, 2009).

Segundo IEMI (2012), tal setor apresentou em 2012 um faturamento de US\$ 723,3 milhões em exportações. Ainda, segundo o mesmo autor, atualmente o segmento é responsável por cerca de 0,6% do PIB nacional, e, em 2013, há a estimativa de que o mesmo cresça 5,5%.

Em 2011 a cadeia produtiva de móveis no Brasil era composta por 16,5 mil indústrias formais e era responsável pela geração de 307,6 mil empregos diretos (IEMI, 2012). Porém, este setor é formado majoritariamente por empresas familiares, tradicionais, sendo caracterizado por um elevado número de micro e pequenas empresas, com capital majoritariamente nacional e grande absorção de mão de obra (SILVA, 2006).

Porém, tal fato não isenta as empresas desse setor de apresentarem a seus clientes produtos de qualidade e com representativo grau de inovação, além de um preço acessível ao público-alvo, o que é conseguido por meio de um processo produtivo organizado que receba investimentos. Mas a realidade é diferente: em sua grande maioria, as micro e pequenas empresas moveleiras sofrem com a falta de organização e incentivos governamentais, além de estar atadas a uma cultura organizacional pouco eficiente e competitiva, não havendo domínio da informação e dos recursos necessários ao investimento em design e inovação requeridos pelo mercado consumidor (SILVA, 2006). Deste modo, fica clara a necessidade de constante melhoria na eficiência da produção e na capacidade de redução de custos para possibilitar competitividade para essas empresas.

Nesse contexto, insere-se o estudo em questão, o qual tem como objetivo mapear a situação atual de uma pequena empresa do setor moveleiro em termos de organização e layout, com o intuito de identificar pontos de melhoria, de forma a permitir à empresa melhores resultados e maior competitividade frente ao mercado consumidor. Tal empreendimento é composto por uma fábrica e uma loja, ambas localizadas na Grande Vitória, Espírito Santo. Tal região não consiste em um local de alta concentração de indústrias do setor e, conseqüentemente, os incentivos e benefícios proporcionados pela localização são escassos.

2. Referencial Teórico

2.1. Layout e Fluxo de Materiais

Layout pode ser definido, segundo Anton, Eidelwein e Diedrich (2012), como a disposição de máquinas e estações de trabalho em um ambiente, considerando a movimentação correta de materiais e informações de maneira a proporcionar maior produção em menor período de tempo. Moura (2008) por sua vez, define layout como um planejamento que visa à eficiência produtiva.

É importante observar que um arranjo inadequado pode causar vários problemas para a empresa como padrões de fluxos longos, filas de clientes, operações inflexíveis, altos lead times, altos custos e estoques desnecessários de materiais. Um projeto de layout deve focar na melhoria dos processos produtivos e deve buscar, além dos objetivos básicos citados, redução da movimentação desnecessária, definição de corredores para movimentação, fluxo contínuo no setor de montagem, inexistência de cruzamento de fluxos, entre outros (VAZZOLER, 2012).

De acordo com Brito (2010), a disposição dos postos de trabalho em um layout pode ser realizada de diferentes maneiras, considerando critérios como adequação a áreas físicas disponíveis e o sistema de movimentação utilizado. Francis, McGinnis e White (1992) identificam alguns tipos básicos de padrão movimentação: linear, em “L”, em “U”, circular e em S. O fluxo em “U”, o qual foi utilizado neste estudo, é o mais popular dentre os cinco, devido à facilidade administrativa e combinação entre atividades de recebimento e expedição.

A elaboração de alternativas de layout é passo crítico para o processo de planejamento da produção. Com isso é necessário que os gestores da produção consigam elaborar alternativas que serão avaliadas para que, a partir de então, o layout mais adequado seja selecionado entre as alternativas geradas (ROCHA et al, 2011).

Para isso é imprescindível uma técnica bem definida e segundo Souza Jr et al. (2012) a técnica mais utilizada para planejamento, elaboração de alternativas e definição do layout é o Systematic Layout Planning (SLP). O SLP permite o desenvolvimento inicial de um layout de blocos, e a partir deste, desenvolver o detalhamento do planejamento de cada setor (TOMPKINS et al., 1996). Antes de se desenvolver o planejamento do layout, deve-se ter a disposição todas as informações relativas a processo produtivo e fluxo de materiais (WILDE, 1996).

2.2. Simulação

Aguilar *et al.* (2009) cita a simulação como um método da pesquisa operacional que auxilia as empresas na tomada de decisões, criando modelos virtuais para representar processos reais, permitindo a análise dos principais parâmetros do modelo e de possíveis alterações no sistema. A simulação é definida, segundo HARREL *et al* (2002) como o processo de experimentação sobre um modelo simplificado de um sistema real que tem como objetivo determinar como o sistema responderá às mudanças em sua estrutura, ambientes ou condições de contorno.

Os principais ganhos com a simulação são obtidos com a identificação e eliminação de problemas e ineficiências, ou chegando até a inviabilidade do projeto, antes da implantação. A redução dos custos acontece com a eliminação de reprojatos e diminuição dos fatores de risco e auxilia na identificação de correções e eliminação de investimentos desnecessários por meio de projetos de simulação (ROCHA *et al*, 2011).

2.3. Setor Moveleiro

Sebrae (2009) aponta um total de 17.319,5 milhões de reais gerados a partir de vendas de móveis no ano de 2008, projetando um valor de 18.785,5 milhões para 2013. No setor moveleiro, cresce o mercado para os móveis planejados. Centro Gestor de Inovação Moveleiro (2010) projeta 35,8 mil pontos de venda de móveis para o ano de 2014, dos quais aproximadamente 2,95 mil correspondentes à venda de móveis planejados.

O crescimento no setor moveleiro tem influência direta com o crescimento da indústria de construção civil, principalmente devido à tendência de apartamentos compactos, assim, os móveis planejados permitem o melhor aproveitamento dos espaços, otimizando a utilização de área disponível. Devido à ampla concorrência o setor enfrenta desafios e o diferencial tem que estar na qualidade do serviço, desde a montagem à entrega dentro do prazo, passando por uma assistência técnica em caso de defeitos, a empresa precisa estar presente junto ao cliente, fazendo seu melhor e medindo a satisfação (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2012).

3. Métodos

Para o desenvolvimento do presente artigo, foi realizada pesquisa de campo, segundo os critérios de Vergara (2007), no qual se estudou o processo produtivo de fabricação de móveis planejados e personalizados em uma pequena empresa, que conta com 12 funcionários

envolvidos diretamente no processo produtivo. Quanto aos fins a pesquisa é aplicada, motivada pela necessidade de resolver problemas concretos e de finalidade prática, visando propor resolução para os problemas detectados na empresa estudada (VERGARA, 2007).

Durante a pesquisa, buscou-se analisar o fluxo do processo de produção, bem como os tempos gastos nos equipamentos e as esperas desnecessárias. Deste modo, foi possível identificar se as etapas do processo agregam ou não valor, de forma a propor a eliminação daquelas julgadas como inúteis para o processo. Os dados foram coletados por meio de observação e análise do funcionamento da fábrica e acesso aos arquivos da empresa, além de entrevista com funcionários responsáveis pela gestão da fábrica.

Com o intuito de propor melhorias para a fábrica, utilizou-se como metodologia de trabalho a ferramenta de Planejamento Sistemático de Layout proposto por Muther (1973), o SLP, que consiste em um método que possibilita encontrar um layout adequado para a empresa de acordo com as informações disponíveis sobre o processo.

O SLP foi aplicado com base em suas etapas pré-definidas e sequenciais, as quais são: coleta dos dados de entrada, que permite o estabelecimento do fluxo de materiais, indicados numa carta “de-para”, indicando a intensidade destes fluxos entre os departamentos; elaboração do diagrama de relacionamentos, que indica a importância relativa entre os departamentos, auxiliando na escolha de proximidade entre os centros de trabalho, buscando reduzir as distâncias percorridas; verificar as necessidades de espaço e o espaço total disponível, definindo a quantidade de espaço que será alocada por cada departamento; desenvolver *layouts* alternativos com base nas análises elaboradas; avaliar os layouts alternativos; e, finalmente, determinar o melhor layout entre os analisados, bem como detalhá-lo.

Aliado a essa metodologia, utilizou-se o programa Arena® 13.5 e suas ferramentas, o que permitiu a simulação de vários cenários de produção para a empresa estudada. A aplicação da simulação seguiu as seguintes fases: coleta do sequenciamento do processo produtivo, bem como dos tempos gastos em cada posto de trabalho; análise dos tempos por meio do *Input Analyser*, ferramenta do programa Arena®, de forma a determinar a melhor distribuição estatística para os tempos coletados; criação do modelo de simulação do processo; validação do modelo elaborado; e, por fim, simulação dos vários cenários levantados para efeito de verificação de resultados e comparação entre os mesmos.

3. Situação da Empresa e Cenário Atual

A empresa estudada possui faturamento de R\$1.300.000,00 por ano, sendo caracterizada como uma pequena empresa. Atuando no setor de móveis, a empresa está situada em região que possibilita alto potencial de crescimento, devido ao amplo desenvolvimento do setor de construção civil e, conseqüentemente, da demanda por móveis. Além disso, a empresa possui loja em bairro nobre de Vitória, capital do estado, o que permite atingir o público-alvo do negócio: classe média a classe alta. Para satisfazer as necessidades de tais clientes que procuram produtos de alto padrão, a empresa tem como foco a qualidade de seus produtos.

A demanda média anual da empresa está em torno de 240 móveis, podendo variar em torno deste valor. Tais móveis são agrupados em pedidos, sendo que, em média, quatro móveis compõem um pedido. Esse último, dependendo de seu tamanho, recebe um prazo de entrega, o qual gira em torno de um mês e meio, indicando um prazo longo e altas esperas para cliente.

Para o estudo em questão, classificamos os móveis de MDF em quatro tipos: de pequeno porte, de médio porte, de grande porte e painéis, os quais são compostos por 20 chapas de MDF, 50 chapas, 80 chapas e 5 chapas, respectivamente. Os móveis de pequeno porte correspondem a 5% da demanda, já os de médio porte correspondem a 20%, enquanto os de grande porte correspondem a 60% e os painéis correspondem a 15% da demanda total.

Para o processamento da matéria-prima, são utilizadas as seguintes máquinas e áreas de trabalho com recursos, em geral, na seguinte ordem: seccionadora, coladeira de bordas, bancada de secagem, esquadrejadeira, furadeira, mesas de trabalhos diversos, mesas de acabamento, cabine de cura, cabine de pintura, mesas auxiliares (usadas a qualquer momento do processo e quando necessário) e aspirador de pó (equipamento auxiliar para a retirada de pó). Há ainda, a

serra circular, a tupaia, o desengrosso e a desempenadeira, os quais não serão considerados neste trabalho por serem utilizados apenas para o processamento de outros tipos de madeira, os quais possuem demanda desprezível em relação à demanda por MDF.

É importante destacar que a chegada de um pedido não indica o início imediato de sua produção, pois, além da espera por matéria-prima, a empresa é familiar e a programação da produção está nas mãos do dono da empresa, que inicia a produção dos móveis de acordo com seu *feeling*, e não de acordo com a capacidade da instalação, o que limita fortemente a capacidade de produção da empresa.

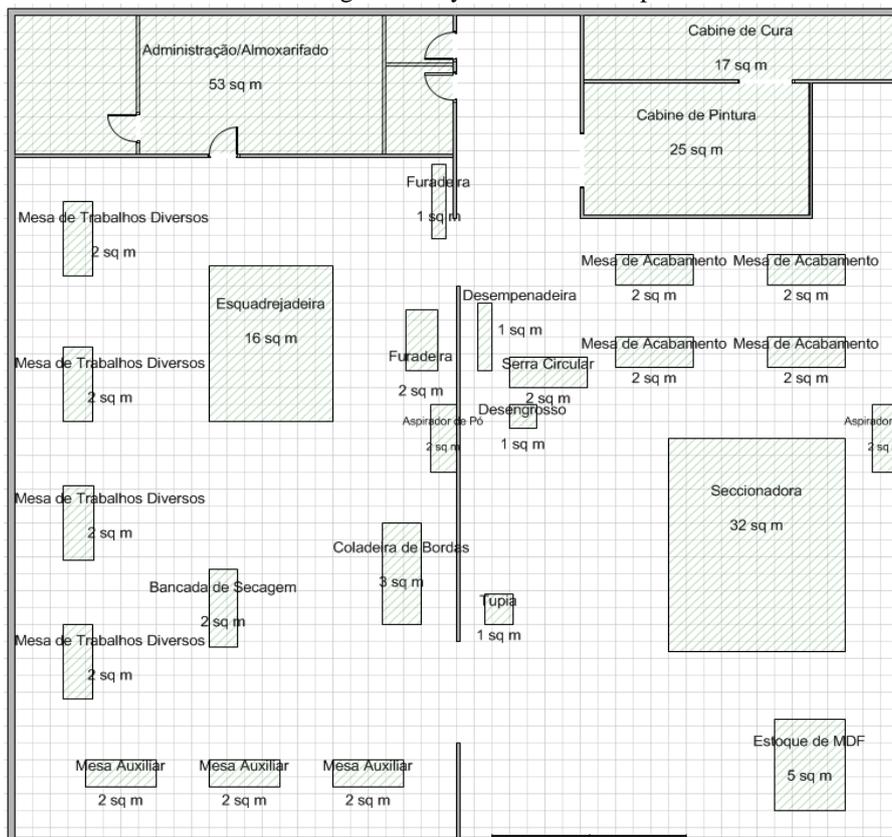
Tal meio de se conduzir a produção é indício de desorganização na operação da fábrica. Não obstante, é perceptível internamente alto nível de desorganização, seja das máquinas (as quais não estão localizadas conforme o fluxo de produção, mas sim aleatoriamente), seja de estoques de matérias-primas, produtos em processo ou mesmo de produtos acabados, os quais estão espalhados pelo chão de fábrica sem qualquer critério. Além disso, podem-se identificar vários pontos de sujeiras ao longo da fábrica.

Outra situação agravante é o fato de certas partes do processo não possuírem área determinada: não há área definida para recebimento e expedição, bem como para a montagem e desmontagem dos móveis para verificar o encaixe das chapas (o que ocorre após os ajustes feitos na mesa de trabalhos diversos).

Por meio do software de simulação foi realizada a simulação do layout atual, bem como a validação do modelo. A seccionadora apresentou-se como gargalo do processo, e o fluxo desordenado foi indicado nos resultados apresentados, com a existência de volume considerável de estoque em processo e altos *lead times* de processamento do pedido.

Segue abaixo o layout atual da empresa, mostrando as máquinas e áreas auxiliares alocadas de forma inadequada ao fluxo de materiais:

Figura 1: Layout Atual da Empresa.



Fonte: Própria.

4. Análise do Layout

De acordo com as informações obtidas a respeito do processo, recursos, máquinas e equipamentos da empresa, aliado ao desenho do layout atual da empresa e aplicação da ferramenta de Planejamento Sistemático de Layout, o chamado SLP, pode-se identificar a relação entre as áreas da empresa e a necessidade de espaço de cada uma dessas áreas.

Figura 2: Diagrama de Relações entre as áreas da empresa estudada

Estoque de MDF										
O/2	Mesas de trabalhos diversos									
E/4	U	Corte de chapas								
U	O/2	O/1	Ajuste de chapas							
U	U	E/4	O/2	Bordeamento						
U	O/2	U	O/2	I/4	Esquadrejadeira					
U	O/2	U	U	U	I/4	Furadeira				
U	I/5	U	O/2	U	U	I/4	Área de Montagem			
U	U	U	U	U	U	E/4	Mesas de acabamento			
U	X/3	X/3	X/3	U	U	U	E/4	Câmara de Pintura		
U	U	U	U	U	U	U	E/4	A/1	Câmara de Cura	
U	U	A/5	U	A/5	U	U	U	U	Aspirador de Pó	
O/2	O/2	U	U	U	U	O/2	U	U	U	Administração e Almoarifado
U	U	U	U	U	U	U	U	U	O/2	Expedição
A/6	U	U	U	U	U	U	U	U	O/2	A/6 Carga e Descarga (Portão)

Nível de Proximidade	
A	Fundamental
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Desejável
U	Não precisa
X	Indesejável

Razão de Proximidade	
1	Proximidade de Operações
2	Conveniência
3	Sujeira ou Barulho
4	Fluxo do Processo
5	Uso comum
6	Movimentação de peças

	A	E	I	O	U	X	Total
Unid	6	5	4	13	74	3	105
%	5,71	4,76	3,81	12,38	70,48	2,86	100

Fonte: Própria

Figura 3: Necessidade de espaço para as áreas da empresa.

Setor	Nome do Equipamento ou Local	Quantidade	Dimensões (m)	Sp (m ²)	So (m ²)	Sc (m ²)	Cor (m ²)	Total (m ²)
Estoque de MDF	Estante	1	2,05 x 2,67	5,47	2,74	6,15	1,23	15,59
Mesas de Trabalhos Diversos	Mesa de trabalho	4	0,84 x 2,30	7,73	4,60	6,16	5,52	24,01
	Mesa auxiliar	3	1,98 x 0,75	4,46	2,97	3,71	3,56	14,70
Corte de Chapas	Seccionadora	1	5,00 x 6,34	31,70	0,00	0,00	1,55	33,25
Ajuste de Chapas	Serra Circular	1	2,10 x 0,9	1,89	1,05	1,47	1,26	5,67
	Tupia	1	0,8 x 0,9	0,72	1,10	2,28	2,42	6,51
	Desengrosso	1	0,75 x 0,7	0,53	0,98	1,88	2,57	5,94
	Desempenadeira	1	0,4 x 1,98	0,79	0,99	0,89	1,19	3,86
Bordeamento	Coladeira de Borda	1	1,1 x 2,9	3,19	1,60	2,39	1,74	8,92
	Bancada de Secagem	1	0,84 x 2,30	1,93	2,30	3,08	2,76	10,07
Esquadrejadeira	Esquadrejadeira	1	3,47 x 4,60	15,96	7,98	11,97	2,22	38,13
Furadeira	Furadeira	2	0,34 x 2,21	1,50	2,21	1,86	2,65	8,22
Montagem	Área de Montagem	área não definida						
Acabamento	Mesa de acabamento	4	2,20 x 0,91	8,01	4,40	6,20	5,28	23,89
Pintura	Câmara de Pintura	1	6,15 x 4,0	24,60	0,00	0,00	0,00	24,60
Cura	Câmara de Cura	1	8,75 x 2,06	18,03	0,00	0,00	0,00	18,03
Aspirador de pó	Aspirador de pó	2	0,75 x 1,95	2,93	0,00	0,00	0,00	2,93
Administração	Escritório	1	12,2 x 4,34	52,95	0,00	0,00	0,00	52,95
Almoarifado	Almoarifado	1	12,2 x 4,34	52,95	0,00	0,00	0,00	52,95
Expedição	Expedição	área não definida						
Carga e Descarga	Carga e Descarga	área não definida						
Total:								350,22
Área do Galpão:								605,10

Fonte: Própria

Onde:

Sp é a Área projetada, ou seja, área ocupada pelo equipamento ou máquina;

So é a área de operação, ou seja, área necessária para o colaborador operar o equipamento;

Sc é a área de circulação, ou seja, área para fluxo de produtos, pessoas e materiais da operação;

Cor é a área de corredores de passagem.

Pela figura 3 é possível identificar a necessidade de espaço equivalente a 350,22m², sendo que o galpão de operação da empresa possui área equivalente a 605,10m². Dessa forma, é possível verificar espaço excedente na empresa, o que permite readequações de espaço e ampliações.

5. Pontos de Melhoria

A análise feita acima baseada no SLP possibilitou o estudo inicial de melhorias a serem implantadas na empresa estudada no que concerne à questão do layout da mesma, com o intuito de organizar da melhor forma possível a área do chão de fábrica, permitindo, assim, melhores resultados de organização e sequenciamento e, conseqüentemente, de fluxo e produção.

Existem chapas de madeira, sejam em estado bruto, como produto em processo ou até mesmo acabado, espalhadas ao longo de todo o espaço de produção, apoiadas nas paredes ou até mesmo nos equipamentos, demonstrando uma falta de organização no galpão da empresa. Também não existe uma área definida onde o ensaio dos móveis (montagem para teste) é feito, cabendo aos colaboradores encontrarem espaços vazios dentre as máquinas para realizar tal tarefa. Até mesmo motocicletas dos funcionários da empresa são estacionadas dentro do galpão, prejudicando a livre movimentação das pessoas e peças. Fica claro que a definição de áreas específicas para acomodar as peças em estoque, para realizar a carga e descarga de matérias-primas e produtos acabados, para realizar o ensaio dos móveis e para acomodar os móveis prontos para expedição irá criar um ambiente mais organizado e melhor para se trabalhar, além de facilitar a circulação de pessoas e peças, contribuindo para a melhoria dos processos.

Outro fator facilmente identificado como ponto a ser melhorado é o posicionamento do maquinário da fábrica. O layout no cenário atual não segue o fluxo do processo, o que provoca grandes deslocamentos dentro do galpão para uma chapa seguir para o processo seguinte. Tais deslocamentos são desnecessários e podem ser reduzidos realocando as máquinas de modo que os processos que são feitos em sequência tenham os equipamentos aproximados. Dessa forma, a distância percorrida com movimentações e o tempo gasto com as mesmas são reduzidos e as máquinas ficam dispostas na mesma sequência em que as chapas são processadas, criando condições de layout para que seja estabelecido um fluxo contínuo das chapas, aumentando a fluidez na produção e podendo reduzir o estoque de produtos em processo.

Ainda com o foco na melhoria da fluidez nos processos de produção desde a chegada de um novo pedido, existem esperas durante o processo que podem ser eliminadas com medidas simples. A primeira delas está no início do processo, quando são necessários dias de espera até que o material referente ao pedido a ser processado seja adquirido. Manter um estoque do tipo "supermercado" de chapas de MDF permitiria iniciar o processamento do pedido logo que ele seja confirmado, reduzindo o *lead time* de produção dos móveis. As chapas referentes ao pedido seriam solicitadas, então, para repor o estoque no início do processo. Outra espera ainda mais fácil de ser eliminada é a que existe após o ensaio dos móveis. É prática comum na empresa que após a montagem de teste os móveis sejam deixados de lado, enquanto se iniciam novas tarefas, não liberando as peças que necessitam de acabamento imediatamente. Se a verificação da qualidade dos móveis for feita assim que a montagem ocorre, liberando os mesmos para desmontagem, acabamento e expedição, as chapas vão fluir pelo processo de modo mais rápido, diminuindo o *lead time* de produção, permitindo uma entrega mais rápida para os clientes.

Em qualquer visita à fábrica fica claro também que a mesma apresenta altos índices de ociosidade dos funcionários, pois é possível notar que na maior parte do tempo existem conversas não relacionadas ao trabalho entre os mesmos, funcionários sem estar executando tarefa alguma e até interrompendo o trabalho daqueles que estão atuando efetivamente. Isso leva a crer que o número de funcionários na fábrica pode ser menor se estes estiverem focados em realizar as tarefas que lhes cabem. Dessa forma, os funcionários sobressalentes na produção poderiam ser realocados para formar uma equipe de montagem fixa. Assim, cria-se um ambiente mais organizado e focado na produção, aumentando-se a produtividade e eficiência dos colaboradores.

Para facilitar essas alterações a empresa pode implantar um programa de 5s, através do qual se atingiria um nível de organização e limpeza que crie melhores condições de trabalho, evidenciando o que precisa ser melhorado e contribuindo para o estabelecimento de um fluxo contínuo no processo. Além disso, identificou-se que alterações na estrutura física do galpão, como a retirada da parede central que divide o espaço em duas partes permitiria a realocação das máquinas mais próxima do ideal, de forma a estabelecer um melhor fluxo, diminuindo movimentações e tempo gasto com as mesmas.

6. Resultados

Com as melhorias propostas foi possível sugerir alternativas de layout para a empresa usando a metodologia SLP. Os cenários propostos tiveram como objetivo o melhor aproveitamento da área física existente, melhorar o fluxo de materiais pela planta estabelecendo um fluxo de movimentação em U e proporcionando fluxo contínuo em algumas partes do

processo produtivo. Então, os cenários sugeridos foram avaliados atribuindo pesos a fatores relevantes para a escolha da melhor alternativa. Três cenários foram criados, sendo que no Cenário A foi considerada apenas a realocação dos equipamentos e criação de áreas inexistentes; no Cenário B foi considerada a eliminação da parede interna do galpão, além da realocação dos equipamentos e a criação de áreas; No Cenário C, além de todas as considerações do Cenário B, foi considerada a possibilidade de reconstruir em melhores posições as áreas fixas existentes. Como pode ser visto na figura abaixo, é perceptível a vantagem do Cenário B perante os outros cenários propostos.

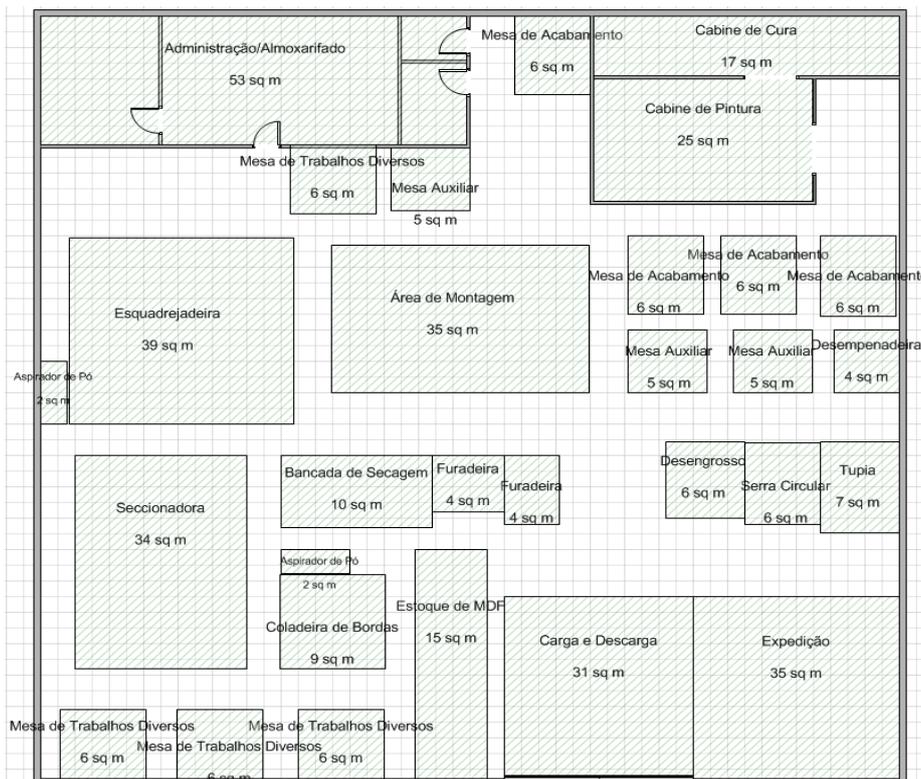
Figura 4: Análise do cenário atual e dos cenários propostos com base em critérios.

AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS							
Fábrica: Inove Mobili Projeto: Layout do Galpão de Produção Data: Abril/2013				Alternativas: A: Rearranjo em Estrutura Física Atual B: Retirada da Parede Central C: Movimentação Livre de Todas as Áreas			
Fator de Consideração	Peso	Atual	A	B	C	Valores das Classificações	
1 Fluxo de Materiais	8	O 8 E 24	A 32 E 24			A (Quase Perfeito) = 4	
2 Aparência	2	X 0 I 4	E 6 E 6			E (Especialmente Bom) = 3	
3 Organização	6	X 0 I 12	E 18 E 18			I (Resultados Importantes) = 2	
4 Custo das Mudanças	10	A 40 A 40	E 30 X 0			O (Resultados Normais) = 1	
5 Circulação	4	I 8 I 8	E 12 A 16			X (Ruim) = 0	
6 Facilidade de Supervisão	6	O 6 O 6	O 6 A 24				
Totais:		62	94	104	88		

Fonte: Própria

De acordo com a avaliação realizada, o layout escolhido foi o cenário B, ou seja, o que necessita da retirada da parede central, atrapalhando a distribuição das máquinas, assim como o fluxo de materiais e a circulação na empresa. Nesse layout a área administrativa e área de pintura continuam nas mesmas posições, o fluxo foi estabelecido em U . Segue o layout escolhido:

Figura 5: Layout Escolhido.



Fonte: Própria.

O novo layout pode trazer muitos benefícios para a empresa, além dos já citados anteriormente ainda podemos destacar: diminuição do tempo de transporte de uma máquina para outra, fluxo regular de produção, diminuição das distâncias de deslocamento. Isso possibilita a diminuição ou até eliminação dos desperdícios referentes a transporte e movimentação.

Aliadas às melhorias de layout temos as melhorias referentes ao processo, como o estoque inicial de MDF, a eliminação das esperas ao longo do processo produtivo, redução de funcionários, entre outras. Todas essas melhorias possibilitaram as simulações do estado futuro da empresa caso essa venha a adotar as sugestões expostas no estudo.

Então, o primeiro cenário simulado (cenário 1) foi o que elimina o tempo de espera para o início da produção, elimina o tempo de espera entre a montagem e desmontagem e diminui os tempos de transporte de uma estação de trabalho para outra de acordo com o novo layout sugerido. Os resultados obtidos nesse cenário foram bastante satisfatórios em relação ao número de móveis produzidos.

Nesse cenário seria possível a produção de 280 móveis sendo 29 unidades a mais do que são produzidas atualmente na empresa em um mesmo período de tempo. Apesar desse ganho de produção alguns prejuízos, porém foram notados como, por exemplo, o WIP (work in process, ou seja, produtos em processo) médio subiu de 413,92 para 1005,66, o que significa que as filas em algumas máquinas estão maiores, principalmente na seccionadora, gargalo do processo, onde o tempo de fila médio subiu consideravelmente e sua taxa de ocupação que era de 84,43% foi para 97,45%. Além disso, tivemos uma piora em relação ao *lead time* comparando com o cenário atual onde os tempos eram menores (quadro 1).

Não levando em conta as melhorias relativas ao layout e ao processo produtivo, ainda temos a possibilidade de simular outro cenário, que seria a adição de mais uma seccionadora no cenário atual (cenário 2). Essa alternativa é interessante, pois a seccionadora, com já foi dito na descrição da situação atual da empresa, é o gargalo do processo e qualquer melhoria que seja implementada ao processo produtivo da empresa vai fazer com que as filas nesse recurso aumente e sua taxa de utilização consequentemente também aumente como já foi visto no cenário simulado anteriormente.

Nesse novo cenário proposto é possível a produção de 257 móveis, um incremento de 6 móveis comparado com o cenário atual, porém uma produção menor que a possível de ser alcançada no cenário 1. Algumas vantagens foram percebidas como o WIP médio de 279,39 menor que o WIP do cenário atual e do cenário 1. Os *lead times* também foram um ponto positivo desse cenário como podemos observar no quadro 2.

Como se viu a importância da adição de mais uma seccionadora ao processo, devido a questão dessa máquina ser o gargalo do processo, e dos benefícios que sua adição trouxe (como redução de WIP e *lead times*), é interessante aliar a possibilidade dessa adição com as melhorias enxergadas anteriormente, referentes à mudança no layout e melhoras no processo.

Assim, foi simulado mais um cenário (cenário 3), agora com adição de uma seccionadora, eliminação da espera entre montagem e desmontagem, redução dos tempos de transporte de uma estação de trabalho para a seguinte, eliminação do tempo de espera para o início da produção e também redução do número de funcionários, de 8 operários de produção para 4 e de 4 operários de acabamento para 2, devido ao grande índice de ociosidade detectados na simulação do cenário atual (quadro 3). Esses operários em excesso podem ser realocados para a criação de uma equipe de montagem de móveis fixa, que não existe atualmente na empresa, sendo este serviço realizado, quando necessário, pelos próprios operários da produção.

Esse cenário resultou em 273 móveis produzidos, sendo 22 unidades a mais que o cenário atual, porém 7 unidades a menos que o cenário 1. Apesar dessa piora de produção em relação ao primeiro cenário proposto outros indicadores se comportaram melhor na comparação tanto com o cenário atual quanto o primeiro cenário simulado. O WIP médio foi de 443,07 melhor que o cenário 1 e os *lead times* médio foram os menores como observado no quadro 1.

O que se esperava nesse cenário, devido à junção de todas as melhorias propostas em um único cenário é que esse teria o melhor resultado de produção que o cenário 1, por exemplo. Porém foram realizadas simulações adicionais para verificar o comportamento dos cenários em

relação à absorção de alterações na demanda em longo prazo e o cenário 3 suporta melhor essa variação e passa a produzir mais, com lead time menor e menos WIP do que o cenário 1. Então se a empresa pretende ganhar mercado aumentando sua demanda o cenário 3 seria a melhor opção para investimentos futuros da empresa.

Pode-se perceber que o investimento em uma seccionadora, para eliminação do gargalo, só é válido se também forem realizadas melhorias significativas no layout, pois como apresentado no cenário 2, apenas acrescentar uma seccionadora não gera acréscimo de produção significativo. Já com as melhorias no layout representadas no cenário 1 e 3 o acréscimo de produção foram mais expressivos.

Segue abaixo os quadros comparando os indicadores dos diferentes cenários propostos.

Quadro 1 – Comparação entre os *lead times* dos cenários analisados.

Cenário	Lead Time Pequeno Porte (dias)	Lead Time Médio Porte (dias)	Lead Time Grande Porte (dias)	Lead Time Painel (dias)
Atual	8,1	9,98	11,59	8,73
1	13,38	14,25	15,33	11,73
2	5,72	8,25	8,51	6,19
3	5,24	6,69	6,59	4,93

Fonte: Própria.

Quadro 2 – Comparação de produção, estoque e gargalo entre os cenários analisados.

Cenário	Móveis Produzidos	WIP Médio	Fila Média no Corte (h)	Fila Máxima no Corte (h)
Atual	251	413,92	27,98	76,27
1	280	1005,66	96,25	154,43
2	257	279,39	6,102	20,72
3	273	443,89	18,47	35,82

Fonte: Própria.

Quadro 3 - Comparação da taxa de ocupação de funcionários e equipamentos.

Cenário	Uso da Seccionadora	Uso dos Operários	Uso dos Operários de Acabamento	Uso na Polidora	Uso nas Mesas de Trabalho Diversos
Atual	84,0%	33,8%	31,5%	5,3%	6,3%
1	97,0%	40,4%	35,3%	6,0%	7,3%
2	46,5%	37,5%	33,5%	5,6%	6,8%
3	48,0%	77,8%	69,0%	5,6%	7,0%

Fonte: Própria

Quanto ao investimento na nova máquina seccionadora, estima-se um valor de R\$ 20.000,00, valor referente a uma máquina equivalente a já existente na empresa que atenderia completamente as necessidades da produção. A seccionadora continuaria sendo o gargalo do processo, porém o investimento em uma terceira máquina não seria viável. A verificação do tempo de recuperação do investimento foi realizada pelo *pay-back*, com o abatimento sendo feito

de acordo com o aumento dos lucros provocado pelo ganho na produção com a adição da máquina. Segue o fluxo de caixa:

Quadro 4 – Fluxo de caixa com base na produção extra proporcionada pelo cenário 3.

Ano após a compra	Fluxo de Caixa (R\$)	Fluxo de caixa Acumulado (R\$)
0	-20.000,00	-20.000,00
1	11.880,00	-8.120,00
2	11.880,00	3.760,00

Fonte: Própria.

Observando o fluxo de caixa, verifica-se que em menos de 2 anos seria possível recuperar o investimento realizado para adquirir mais uma máquina seccionadora. Lembrando que esse cálculo foi realizado considerando a atual demanda, porém adquirindo a nova máquina a capacidade produtiva fica ampliada, podendo absorver maior demanda e consequentemente o investimento seria recuperado mais rapidamente.

7. Considerações Finais

Pode-se notar que técnicas simples e de custos de aplicação reduzidos como o SLP se mostram bastante úteis para as empresas. Em poucos passos, foi possível, no caso estudado, gerar alternativas de layout que melhoram a organização, a segurança, o fluxo do processo, o aproveitamento de espaços e minimizam as distâncias percorridas na empresa, dentre outras melhorias.

O uso desta técnica em conjunto com simulações se mostrou uma metodologia bastante interessante, pois permitiu identificar outras formas de melhoria e analisar diferentes cenários quantitativamente. Dessa forma, é possível minimizar os riscos de erro ao se visualizar o impacto que um novo investimento pode trazer para a empresa, tornando possível estimar o retorno desse investimento.

O uso de simulações também evidencia fatores importantes a serem analisados como a ociosidade de pessoas e equipamentos e a existência de gargalos durante o processo produtivo, facilitando a identificação de pontos que devem ser focados na gestão.

Muitas empresas tem sua organização baseada basicamente no feeling do gestor. Enquanto essas empresas se mantêm rentáveis, dificilmente irão se atentar para efetuar melhorias neste quesito, que se mostraram possíveis no caso estudado. Fica clara a importância de se estabelecer uma cultura de melhorias, que vise deixar os funcionários sempre inconformados com a situação atual, estimulando a busca contínua por projetos de melhoria para a empresa em todos os setores possíveis. Projetos esses que muitas vezes podem vir de ferramentas simples como as apresentadas aqui.

Foi visto que uma simples mudança de layout, no Cenário 1, tem capacidade de proporcionar um aumento considerável na produção. Esse tipo de mudança, em layouts ou processos, é de custo reduzido ou até mesmo inexistente e é importante que seja sempre analisado pelas organizações antes de se decidir por fazer investimentos em mais recursos, que por vezes podem ser desnecessários.

No caso estudado, o Cenário 3, com mudanças de layout e de recursos, foi considerado o mais apropriado e apresenta potencial para ser melhor que o cenário atual da empresa, desenvolvido pelo gestor. Espera-se que a proposta apresentada melhore, como já comentado, o fluxo do processo produtivo, a fluidez dos móveis ao longo da fábrica e a organização da produção, reduzindo a distância percorrida, o tempo de produção de cada móvel e melhorando índices como a ocupação dos funcionários. Com isso há resultados satisfatórios não só no quesito financeiro para os donos do empreendimento, mas também nas condições de trabalho dos funcionários da empresa, bem como na confiabilidade do processo, com influência direta na qualidade do produto final.

8. Referências

- Aguilar, S. T., Guimarães, I. F. G., Schuchter, D. C. e Mendes, L. G. (2009)**, Avaliação dos benefícios da aplicação da simulação, através do software Arena 10.0, em uma empresa de transporte ferroviário, Anais do XXIX ENEGEP.
- Anton, C. I., Eidelwein, H. e Diedrich, H.** Proposta de melhoria no layout da produção de uma empresa do vale do Taquari, Revista Destaques Acadêmicos, vol. 4, n. 1, CGO/UNIVATES, 2012.
- Brito, E.S.** Aplicativo para modelamento 3D de layout celular com base em tecnologia de grupo. 2010. Monografia (Pós-graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- Centro gestor de inovação moveleiro.** Seminário de inovação e competitividade no setor moveleiro: estratégia para mercados globais, Sistema pró-inova moveleiro, Bento Gonçalves, 2012.
- Diário de Pernambuco.** Mercado imobiliário aquece vendas de móveis planejados disponível na internet, 2012 (<http://www.old.pernambuco.com/ultimas/nota.asp?materia=20120321090350>, 4, 2013).
- Duarte, R.N.** Simulação computacional: análise de uma célula de manufatura em lotes do setor de auto-peças. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2003.
- Francis, R.L., McGinnis, L.F. e White, J. A.** Facility layout and location: an analytical approach. 2 ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1992.
- HARREL, Charles R.; MOTT, Jack R. A.; BATEMAN, Robert E. BOWDEN, Royce G. GOGG, Thomas J.** Simulação: Otimizando sistemas. 2. ed. São Paulo, SP: Instituto IMAM, 2002.
- IEMI.** Brasil Móveis disponível na internet, 2012 (<http://www.iemi.com.br/biblioteca/publicacoes-setoriais/brasil-moveis-2011/>, 4, 2013).
- Moura, R. A.** Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais. 6 ed. v. 1. Instituto IMAM, São Paulo, 2008.
- Muther, R.** Systematic Layout Planning. 2 ed. Boston: Cahners Books, 1973.
- Pereira, T.C.P.** A indústria moveleira no Brasil e os fatores determinantes das exportações. 2009. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- Rocha, F.B.A.** et al. (2011), Estudo do layout através do SLP: uma proposta com validação pelo método score para uma fábrica de polpas de frutas, Anais do XXXI ENEGEP.
- SEBRAE.** Tendência do mercado brasileiro para o setor de móveis disponível na internet, Unidade de Acesso a Mercados – Núcleo de Inteligência de Mercado, 2009 ([http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/4386F300C55D52FF832576A300603FDF/\\$FILE/NT00042FEE.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/4386F300C55D52FF832576A300603FDF/$FILE/NT00042FEE.pdf), 4, 2013).
- Silva, P.R.** Design, Inovação e arranjos produtivos moveleiros das micros e pequenas empresas: o caso dos pólos pernambucanos. 2006. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- Souza Jr., J. A., Andrade, M.H.S., Carmo, B.B.T., Santiago, K.G. e Albertin, M.R.** Identificação do layout adequado em uma empresa de tecnologia eletrônica, Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, vol.7, 1-22, 2012.
- Tompkins, J. A., White, J. A. e Bozer, Y.A. Tanchoco, J.M.A.** Facilities planning. 2 ed. Wiley, New York, 1996.
- Vazzoler, J.** O que são layouts/arranjos físicos disponível na internet, 2012 (<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Layout/140856.html>, 4, 2013).
- Vergara, S. C.** Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 9 ed. Editora Atlas, São Paulo, 2007.
- Wilde, E.** (1996) Functional Planning, Facilities, v. 14, 35-39.