

Estudo para otimização de layout na fábrica de móveis PASUC

Vanessa Rebeca Cenci (UTFPR) – vbasantos@yahoo.com.br
Daison André de March (PUC/PR) – daison_de_march@hotmail.com
Everton Luiz Vieira (PUC/PR) – vieriraeverton@gmail.com

Resumo: O layout é muito importante dentro do processo produtivo, pois ele afeta diretamente a capacidade das instalações e produtividade das operações, ritmo, tempo de produção, bem como reduzir desperdício e ampliar a satisfação do cliente. Em consequência disso a melhor utilização do layout é um ponto crucial para a redução dos custos de produção e aumento da produtividade e melhoria da eficiência. À vista disso o presente trabalho busca propor alterações no layout de uma empresa de móveis planejados “Móveis Pasuc”. A proposta é solucionar os problemas de desperdícios de tempo com o transporte da matéria prima entre máquinas, reduzindo a distância percorrida pelo colaborador entre os processos, além de expor as vantagens de uma modificação de layout para a melhoria contínua do processo produtivo. O desenvolvimento deste trabalho é baseado em metodologia aplicada de abordagem qualitativa que permite melhor visão do processo. No desfecho deste trabalho, baseado nos resultados obtidos, conclui-se que o layout industrial é um fator importante para redução de desperdícios e aumento do desempenho produtivo, pois é possível minimizar distância, movimentações, custos e tempos de produção, otimizando lucratividade e utilização do ambiente.

Palavras chave: Layout; Processo; Produção.

Title of the article in English

Abstract: Layout is very important within the production process as it directly affects facility capacity and operations productivity, pace, production time, as well as reducing waste and increasing customer satisfaction. As a result better use of layout is a crucial point for reducing production costs and increasing productivity and improving efficiency. In view of this, the present work seeks to propose changes in the layout of a furniture company planned “Pasuc Furniture”. The proposal is to solve the problems of waste of time with the transport of raw materials between machines, reducing the distance traveled by the employee between processes, and exposing the advantages of a layout modification for continuous improvement of the production process. The development of this work is based on applied methodology of qualitative approach that allows a better view of the process. Based on the results obtained, it is concluded that the industrial layout is an important factor for reducing redundancies and increasing production performance, since it is possible to minimize distance, movement, costs and production times, optimizing profitability and utilization of the product environment.

Key-words: Layout; Process; Production.

1. Introdução

Nas indústrias com segmentos de mercado diversificados, a necessidade de tomar decisões sobre a localização de máquinas e ferramentas dentro do *layout* da empresa é um ponto crucial, pois a disposição do maquinário pode ocasionar ganhos ou perdas de produtividade quando a decisão não é tomada corretamente, atingindo não somente a parte financeira, mas também o estoque, fluxo de produção, qualidade e outros (NETTO, 2006).

Nos últimos anos, diversas mudanças sociais, econômicas, políticas e tecnológicas vêm ocorrendo, tornando necessárias constantes modificações nos setores produtivos. Para

atender essa demanda, desenvolver estudo para a compreensão das questões relativas à gestão do espaço físico e posicionamento do processo produtivo, procurando identificar possíveis dificuldades de produção advindas do *layout* utilizado pela empresa na disposição do maquinário e apontar para possibilidades de otimização dos processos produtivos.

A empresa objeto deste estudo demonstrou em pesquisa *in loco*, dificuldades quanto ao seu *layout* no processo sequencial de entrada, processamento e saída do produto. Pois, a matéria prima passa por diversas máquinas que não estão em sequência produtiva, provocando um trabalho em “zig zag”, gerando perdas produtivas significativas, no que diz respeito a tempo, movimentação e espera. O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de melhoria do *layout* para uma empresa de pequeno porte de móveis planejados localizada em Francisco Beltrão no sudoeste do Paraná.

2. Referencial teórico

Segundo Netto e Tavares (2006), o *layout* auxilia na inter-relação e maior integração, de maneira a fazer com que a empresa aperfeiçoe o fluxo de trabalho garantido a qualidade, a produtividade, o bom entendimento, a obtenção de lucro, evitando o desperdício de materiais e gerando economia de energia com maior segurança e comodidade no local de trabalho.

Corrêa e Corrêa (2012) definem *layout* como uma forma a qual se encontram disposto fisicamente às máquinas e pessoas dentro das instalações de uma empresa. Os autores indicam ainda alguns dos principais objetivos do *layout* que são: movimentação de materiais por distância mínima, fluidez do trabalho, Todo o espaço efetivamente utilizado, satisfação e segurança para os empregados e um *layout* flexível que possa facilmente ser reajustado.

2.1 Diagrama de espaguete

De acordo com Womack e Jones (1998) diagrama de espaguete é uma ferramenta que mostra o deslocamento de um produto ou o deslocamento de um operador. Essa ferramenta é utilizada para exemplificar os desperdícios pertencentes ao deslocamento dos funcionários dentro de uma empresa.

2.2 Cronometragem

A cronometragem tem sua origem em tempos e métodos; com base nessa ferramenta, ela define os parâmetros que tabulados de várias formas, coerentemente, culminam na racionalização industrial (TOLEDO JR., 2004 apud BARBARA, 2008).

Vieira *et al* (1979) define Cronometragem como:

A análise de um serviço com o fim de determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada, trabalhando em ritmo normal, para realizar o serviço, usando um método preestabelecido de operar, estabelecendo-se em seguida um tempo-padrão correto e justo para aquela operação.

O autor ainda nos relata que a cronometragem não é apenas para saber os tempos de processos ou de movimentações, é também uma forma de ajustar toda a cadeia produtiva

2.2 Diagrama de Relacionamento

O digrama de relacionamento segundo Jacobs *et al* (2006) também é conhecido como SLP que é uma sigla em inglês que em sua tradução livre significa Planejamento Sistemático do

Layout. Essa ferramenta auxilia na elaboração de um quadro de relacionamento que mostra a importância de posicionar os departamentos em áreas adjacentes.

Para Slack *et al* (2002) é um método qualitativo alternativo de se indicar a importância relativa das relações entre centros é a carta de relacionamentos. Uma carta de relacionamento indica quão desejável é manter pares de centros juntos uns dos outros.

2.4 Método Guerchet

Segundo Olivério (1985), o método de Guerchet é utilizado para descobrir a área total que um elemento ocupa. Baseado na soma de três componentes: Superfície estática, superfície de utilização e superfície de circulação. A superfície estática (Se): área ocupada pelo equipamento sobre o plano horizontal. A superfície de utilização (Su): é a área necessária para circulação no posto de trabalho ocupada pelo operário e também para depósito de matéria prima e produtos que são utilizados para a execução das operações.

A superfície de circulação (Sc): é a área necessária para a circulação de materiais entre os centros de produção. Para seu cálculo toma-se a fórmula: $Sc = k(Su + Se)$. Sendo k o coeficiente que pode variar entre 0,05 a 3,00 dependendo do tipo de equipamento de transporte, do produto, da matéria prima etc. A superfície total (St). É a soma das três superfícies anteriores (CAMAROTTO, 2005a). $St = Se + Su + Sc = Se (1+N) (1+k)$.

3. Metodologia

A metodologia empregada neste trabalho classifica-se como aplicada, pois se emprega em uma empresa do ramo de móveis planejados. As técnicas utilizadas para a elaboração deste estudo foram adquiridas por meio de coletas de dados obtidos por observação direta no ambiente de trabalho.

Para compreender o processo produtivo da empresa foi necessário elaborar um fluxograma a fim de demonstrar o fluxo de processos, produto e/ou pessoas da empresa. Utilizou-se o programa HEFLO BPM – Gerenciamento de processos de negócios – para a criação do fluxograma de uma empresa ou de um produto.

A melhor visualização do *layout* atual foi possível com o auxílio do software AutoCad, o qual possibilitou a execução da planta baixa da empresa, bem como a mudança no posicionamento de máquinas, ferramentas e estoque.

Para a melhor projeção do *layout* foram utilizadas ferramentas como diagrama de espague e diagrama de relacionamento. O diagrama de relacionamento auxiliou na alocação das máquinas em sequência adjacente, já o diagrama de espague auxiliou nos resultados de tempos e distâncias.

Com base no referencial teórico e nas ferramentas de gestão da produção foi possível criar uma nova proposta de *layout* para a melhoria contínua do processo, utilizando o modelo de *layout* por processo ou funcional, considerado mais adequado para o caso estudado.

4. Resultados e discussão

A empresa Móveis Pasuc está localizada na cidade de Francisco Beltrão no Paraná tem como especialidade a fabricação de móveis planejados. Atende clientes comerciais e residenciais. Dispõe de um portfólio de produtos variados, conseguindo atender a diversas necessidades de clientes, flexibilizando a fabricação de produtos com diferentes formas e tamanhos.

A empresa no ano de 2018 cresceu 12% em produtividade conforme dados fornecidos pelo

proprietário. Com este crescimento, o chão de fábrica tornou-se pequeno para atender a nova demanda de produtos, e receber novos maquinários, necessitando de alterações para obter espaço, sendo necessária, a eliminação de máquinas e equipamentos depreciados, bem como uma realocação de recursos físicos e a projeção da verticalização do estoque para gerar economia de espaço. O chão de fábrica da empresa é apresentado através da figura 1.

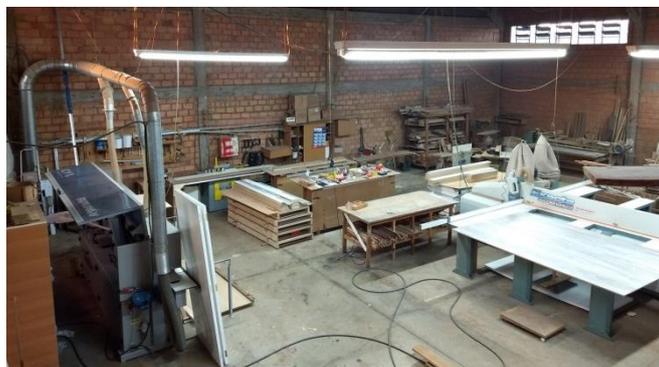


Figura 1 – Chão de fábrica móveis PASUC

A figura 2 mostra que o processo inicia-se com a verificação da matéria prima no estoque. Havendo material disponível é retirada a quantidade necessária e transportada até a seccionadora. Na sequência realiza-se o corte, o transporte até a montagem/prensagem. Após o término do processo, transporta-se a matéria prima que está em processamento até a coladeira de borda para inserir fitas de bordas. Segue para a furação e montagem dos acessórios conforme projeto. O produto acabado é levado até a área de expedição e aguarda o transporte até o cliente.

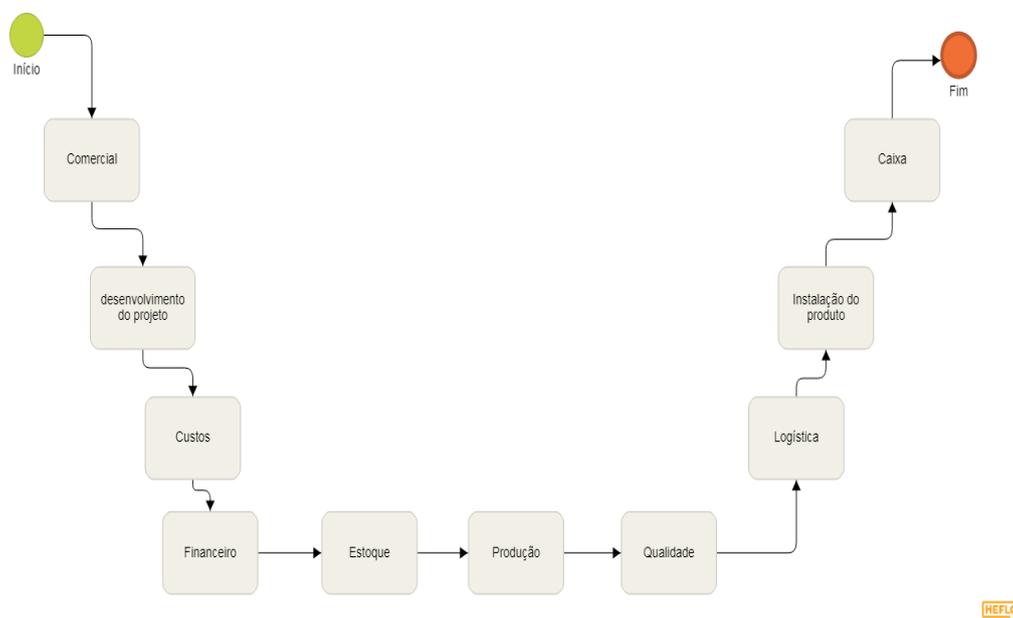


Figura 2 – Fluxograma da empresa

A figura 3 mostra o projeto atual desenvolvido no software AutoCad, o qual auxiliou no processo de análise dos espaços e disposição dos maquinários, permitindo simular

alterações dos equipamentos, movimentando-os de local, a fim de encontrar a melhor distribuição e o melhor *layout*.

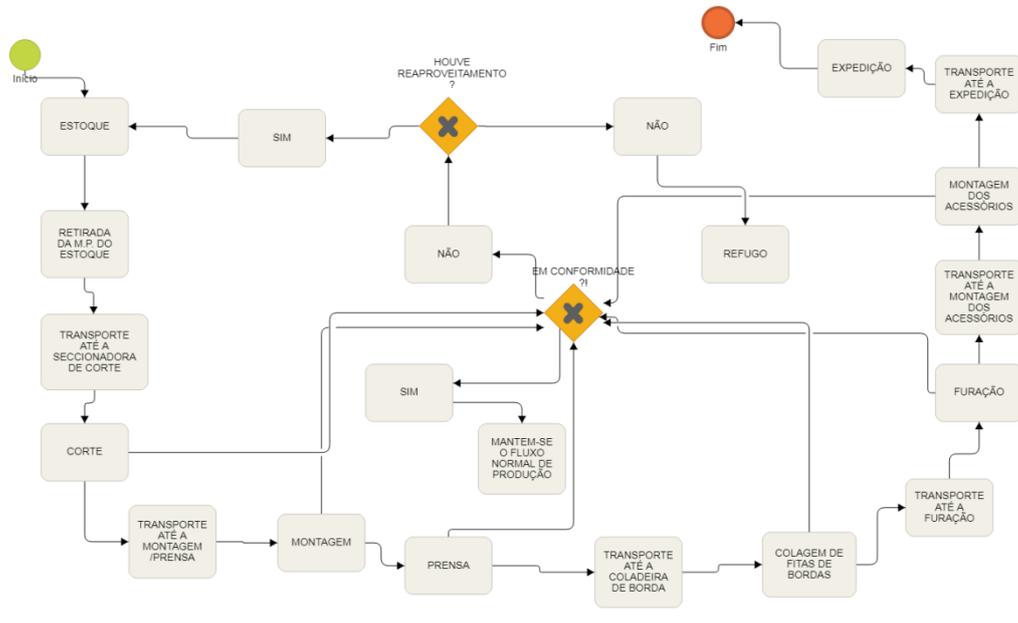


Figura 3 – Fluxograma do produto

O processo de mapeamento do fluxo produtivo, foi iniciado com a medição do espaço físico, máquinas e equipamentos com o intuito de obter medidas reais e assim projetar no software AutoCad. Com o projeto utilizou-se a ferramenta “diagrama de espaguete” para mapear a sequência produtiva.

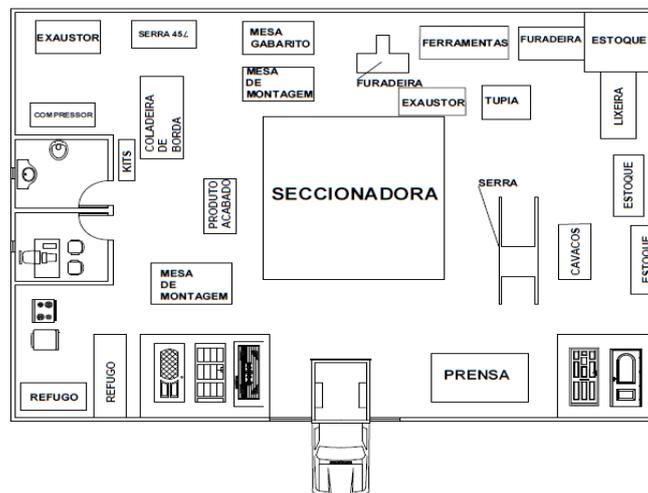


Figura 3 – Projeto do layout atual

Essa ferramenta é utilizada para analisar a distância percorrida por um determinado operador na alimentação das linhas de produção. O diagrama de espague é uma ferramenta que auxilia na escolha do *layout* ideal com observações referentes à distância percorrida na realização das atividades. A utilização do diagrama de espaguete auxilia na identificação de problemas na perda de tempo na execução das atividades (Figura 4).



Figura 4 – Diagrama de espaguete do layout atual

A figura 4 mostra como se comporta o processo no quesito deslocamento da matéria prima. O ponto de partida é a retirada da matéria prima do estoque e transporte até a seccionadora, seguindo para o transporte até a prensa, o transporte para coladeira de borda, o transporte para furação, o transporte até mesa de montagem e, por fim, é o transporte até. O local de espera do produto acabado, o mesmo trajeto realizado pela matéria prima é realizado pelo colaborador.

A aplicação da ferramenta “diagrama de espague” evidenciou os deslocamento realizados, e possibilitou a medição dos tempos e distância, gastos na movimentação dos recursos.

Após aplicação do diagrama de espaguete, realizou-se a cronometragem dos tempos, por meio do acompanhamento de um colaborar em uma situação normal de trabalho. Para maior confiabilidade dos resultados, foram realizados sete períodos de cronometragem, para assim se obter um tempo padrão, dados na tabela 1.

TEMPOS COM TRANSPORTE DENTRO DO SETOR DE PRODUÇÃO

Processo	Tempo
Retirada da MP do estoque / transporte até seccionadora para o corte	2min15s
Retirada da seccionadora/Transporte até a montagem e prensagem	45s
Retirada da prensa /Transporte até a coladeira de borda	1min25s
Retirada da coladeira de borda /Transporte até a furadeira	33s
Retirada da furadeira/Transporte até a mesa de montagem	21s
Retirada da montagem /Transporte até o local de espera para expedição / produto acabado	1min15s
Retirada do local de expedição/Transporte até expedição	50s
Total	7min24s

Tabela 1 – Tempos de transporte

A tabela 2 mostra os tempos de processamento medidos sobre processo de fabricação de portas, referente a cada etapa de produção. No layout atual o tempo de transporte de matéria-prima tem a duração de 7min24s, já o tempo de processamento tem um total de 3h35min40s, sendo assim chegamos ao tempo total de produção é de 3h43min04s.

TEMPO DE PROCESSAMENTO EM CADA ETAPA DA PRODUÇÃO	
Processo	Tempo
Estoque	Tempo Indeterminado
Corte	7min55s
Montagem	9min45s
Prensa	3horas
Coladeira de borda	3min35s
Furação	6min10s
Montagem	8min15s
Expedição	Variável
Total	3h35min40s

Tabela 2 – Tempos de processamento

Foram realizadas as medidas referentes às distâncias percorridas pelos colaboradores no setor produtivo no *layout* atual, que serão apresentadas na tabela 3. A distância total percorrida dentro do processo pelo colaborador é de 78,08 metros por ciclo de produção. Com a nova proposta de *layout* pretende-se reduzir a distância percorrida pelos colaboradores, minimizando o desperdício de tempo com deslocamento e movimentações desnecessárias entre equipamentos.

DISTÂNCIA PERCORRIDA PELO COLABORADOR	
Processo	Distância
Retirada da MP do estoque / transporte até seccionadora para o corte	32,7m
Retirada da seccionadora/Transporte até a montagem e prensagem	8,19m
Retirada da prensa/Transporte até a coladeira de borda	15,30m
Retirada da coladeira de borda/Transporte até a furadeira	6,64m
Retirada da furadeira/Transporte até a mesa de montagem	3,45m
Retirada da montagem/Transporte até o local de espera para expedição / produto acabado	4,3m
Retirada do local de expedição/Transporte até expedição	7,5m
Total	78,08m

Tabela 3 – Distâncias percorridas

Após o levantamento dos tempos gastos com a fabricação e a medição das distâncias foi realizada análise para retirada de equipamentos do processo, a figura 7 mostra quais máquinas ociosas podem ser removidas, proporcionando liberação de espaço, economia de tempo nas movimentações. As máquinas estão representadas em formas geométricas como quadrados, retângulos entre outras, as que possuem “X”, são aquelas sugeridas para a retirada do processo.

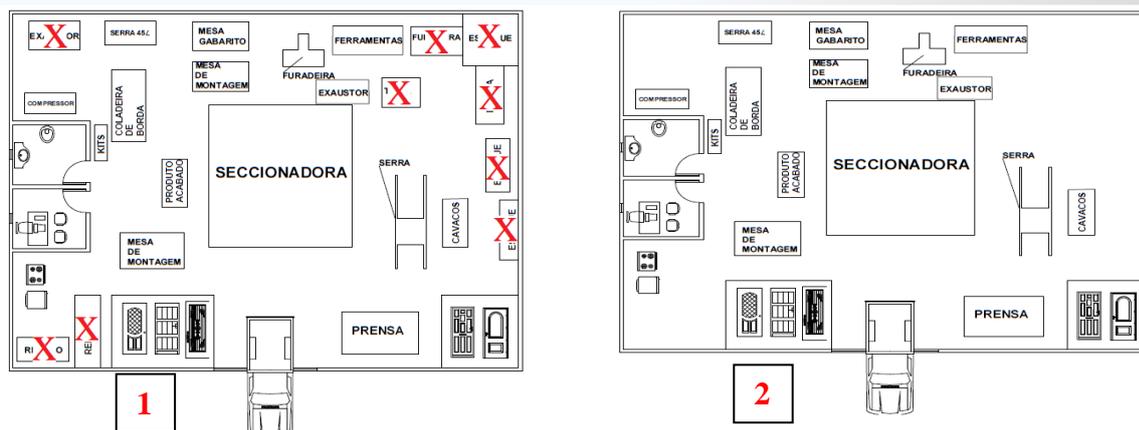


Figura 7 – Layout atual 1 e máquinas removidas em 2

Um novo desenho foi projetado no software AutoCad, simulando o novo *layout*. A figura 7 (2) demonstra como será o novo *layout*, nota-se que o processo ganhou espaço, tornando o mais amplo, possibilitando um novo arranjo físico para máquinas e equipamentos e reestruturação do estoque de matéria prima.

Após a retirada das máquinas depreciadas e inutilizáveis do chão de fábrica, foi utilizado o método de Guerchet, para descobrir, qual era a área utilizada pela empresa para a alocação de equipamentos e máquinas e o espaço de movimentação entre elas, e qual a área que a nova proposta apresenta. A tabela 4 apresenta a área de todos os equipamentos, máquinas e ferramentas encontradas dentro da empresa no layout atual.

Máq/equip/ferra/estoq	Dimensão em metros	Área m ²			
Exaustor	2 x 1,2	2,4	Prensa	3 x 1,75	5,25
Serra 45º	2 x 1	2	Estoque	3 x 3	9
Mesa gabarito	2,2 x 1,2	2,64	Serra	3,9 x 1,2	4,68
Compressor	2 x 0,85	1,74	Cavacos	2 x 1	2
Coladeira de borda	3 x 1,35	4,05	Estoque	2,5 x 0,75	1,87
Kits	1,5 x 0,5	0,75	Estoque	2,24 x 0,94	2,1
Local produto acabado	2 x 1	2	Lixadeira	2,45 x 1,1	2,7
Mesa de montagem	2,5 x 1,5	3,75	Estoque	2,13 x 2,17	4,63
Refugo	2 x 1	2	Tupia	1,5 x 1,2	1,8
Refugo	3 x 1	3	Furadeira	2 x 1,2	2,4
Estoque	4 x 3	12	Ferramentas	2,72 x 1,2	3,3
Mesa de montagem	2,2 x 1,2	2,64	Exaustor	2,05 x 1	2,05
Seccionadora	5,9 x 5,6	33,04	Furadeira de bancada	1,12 x 0,26	1,38
			Total		115,13 m²

Tabela 4 – Área ocupada

Para realizar os cálculos utilizou-se $N = 1$ e $K = 2$. Tem $Se = 115,13m^2$ que é a somatória de todas as áreas. O Quadro 1 mostra a aplicação das fórmulas.

$S_u = S_e \times N$ $S_u = 115,13 \times 1 = \mathbf{115,13m^2}$	$S_c = K \times (S_u \times S_e)$ $S_c = 2 \times (115,13 \times 115,13) = \mathbf{60,52m^2}$	$S_t = S_c \times (1+K) \times (1+N)$ $S_t = 460,52 \times (1+2) \times (1+1) = \mathbf{690,78m^2}$
--	--	--

Quadro 1 – Aplicação de fórmulas

Com a retirada das máquinas, foram realizados novamente os cálculos para ver qual foi a economia de espaço. A tabela 5 apresenta as máquinas remanescentes e área total.

Máq/equip/ferra/est oq	Dimensã o em metros	Área m ²			
Serra 45º	2 x 1	2	Seccionadora	5,9 x 5,6	33,04
Mesa gabarito	2,2 x 1,2	2,64	Prensa	3 x 1,75	5,25
Compressor	2 x 0,85	1,74	Estoque	3 x 3	9
Coladeira de borda	3 x 1,35	4,05	Serra	3,9 x 1,2	4,68
Kits	1,5 x 0,5	0,75	Cavacos	2 x 1	2
Local produto acabado	2 x 1	2	Ferramentas	2,72 x 1,2	3,3
Mesa de montagem	2,5 x 1,5	3,75	Exaustor	2,05 x 1	2,05
Estoque	4 x 3	12	Furadeira de bancada	1,12 x 0,26	1,38
Mesa de montagem	2,2 x 1,2	2,64	Total		92,23m₂

Tabela 5 – Total da área ocupada na nova proposta

Contudo, $S_e = 92,23m^2$ é a somatória de todas as áreas na nova proposta, então, a superfície total tende a ser $553,38m^2$, conforme Quadro 2.

$S_u = S_e \times N$ $S_u = 92,23 \times 1 = \mathbf{92,23m^2}$	$S_c = K \times (S_u \times S_e)$ $S_c = 2 \times (92,23 \times 92,23) = \mathbf{368,92m^2}$	$S_t = S_c \times (1+K) \times (1+N)$ $S_t = 368,92 \times (1+2) \times (1+1) = \mathbf{553,38m^2}$
--	---	--

Quadro 2 – Aplicação de fórmulas

Observa-se na Figura 8 que houve uma redução do espaço utilizado, de $690,78m^2$ para $553,38m^2$ uma diminuição de $137,40m^2$, proximadamente 20% de economia (19,89%).

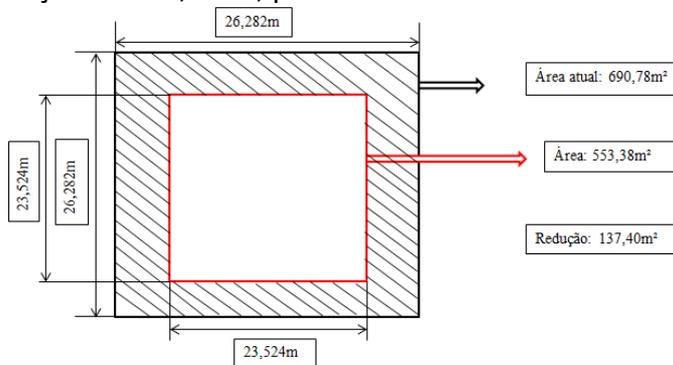


Figura 8 – Representação gráfica da economia de espaço

Para complementar o estudo foi aplicada a ferramenta “diagrama de relacionamento” para saber quais processos e máquinas devem estar adjacentes entre si (Figura 9).

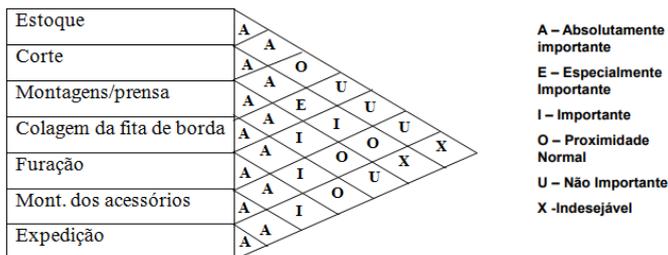


Figura 9 – Diagrama de relacionamento

Com as informações obtidas realizou-se uma nova proposta de *layout* conforme Figura 10.

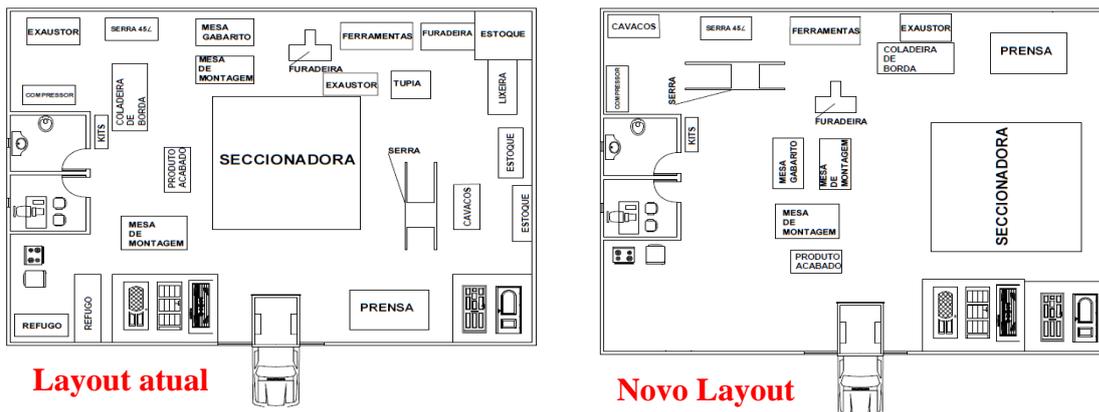


Figura 10 – Layout atual e proposto

Com a alteração do *layout* nesta proposta, é possível observar a melhoria no espaço físico. Após a projeção da nova proposta de *layout* foi realizado um novo diagrama de espaguete, para obter resultados concretos sobre a mudança, conforme figura 11.

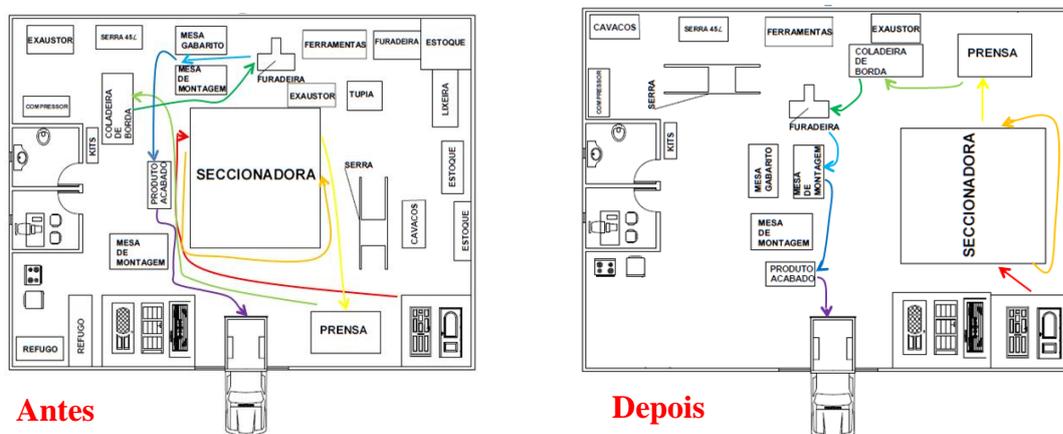


Figura 11 – Novo diagrama de espaguete

Com a aplicação da ferramenta diagrama de espaguete notou-se melhoria na sequência produtiva. O fluxo que anteriormente era em forma de “zig-zag” com muitas movimentações, agora possui um processo em linha, fluxo contínuo. A tabela 6 mostra os novos tempos de transporte da matéria prima encontrados, a tabela 7 apresenta as novas distâncias percorridas pelo colaborador.

TEMPOS COM TRANSPORTE DENTRO DO SETOR DE PRODUÇÃO

Processo	Tempo
Retirada da MP do estoque / transporte até seccionadora para o corte	1min08s
Retirada da seccionadora/Transporte até a montagem e prensagem	11s
Retirada da prensa/Transporte até a coladeira de borda	22s
Retirada da coladeira de borda/Transporte até a furadeira	16s
Retirada da furação/Transporte até a mesa de montagem	17s
Retirada da montagem/Transporte até o local de espera para expedição / produto acabado	59s
Retirada da local do produto acabado/Transporte até expedição	19s
Total	3min32s

Tabela 6 – Novos tempos de transporte

Os resultados mostram, que o tempo de transporte da mateira prima de 7min24s inicial, reduziu para 3min32s, reduzindo 3min52s por ciclo de produção, ou seja, eliminando 52,25%, do tempo, passando o ciclo de produção que anteriormente era de 3h43m04s para 3h39m12s. O resultado da distância percorrida pelo colaborador na nova proposta de *layout* tem uma redução de 56,04% em comparação com o atual *layout*, isso significa que de 78,08 metros percorridos por ciclo de produção, agora o colaborador vai se deslocar apenas 34,32 metros por ciclo (Tabela7).

DISTÂNCIA PERCORRIDA NA NOVA PROPOSTA

Processo	Distância
Retirada da MP do estoque / transporte até seccionadora para o corte	16,5m
Retirada da seccionadora/Transporte até a montagem e prensagem	1,85m
Retirada da prensa/Transporte até a coladeira de borda	3,8m
Retirada da coladeira de borda/Transporte até a furadeira	3,2m
Retirada da furação/Transporte até a mesa de montagem	2,75m
Retirada da montagem/Transporte até o local de espera para expedição / Produto acabado	3,37 m
Retirada do local do produto acabado/Transporte até expedição	2,85m
Total	34,32m

Tabela 7 – Novas distância percorrida pelo colaborador

Com essa proposta de um novo *layout* apresentado, as seguintes vantagens podem ser alcançadas: uso do espaço de forma eficiente; organização na empresa, através da liberação de espaço; segurança dos colaboradores por trabalhar em um ambiente organizado; diminuído o risco de acidente de trabalho; menor distância entre os processos; com a organização do layout houve redução das movimentações, menor tempo de transporte de um processo para o outro. Através da comparação dos resultados obtidos pode-se notar uma redução no tempo de transporte da matéria prima.

Considerações finais

O estudo Mostrou redução considerável da distância percorrida pelo colaborador por ciclos de produção, onde no atual layout é de 78,08 metros, com a nova proposta passa a ser de 34,32 metros. O tempo de transporte da matéria prima de 7min24s inicial, reduziu para 3min32s, reduzindo 3min52s por ciclo de produção, ou seja, eliminando 52,25%, do tempo, passando o ciclo de produção que anteriormente era de 3h43m04s para 3h39m12s.

Portanto o estudo de layout na empresa foi eficaz, a nova proposta permite benefícios globais, otimizando o processo, aumentando a produção. O fluxo produtivo ganha sequencia lógica na nova proposta com a aplicação do diagrama de espaguete e a alteração do layout com a eliminação de máquinas ociosas reduz a possibilidade de acidentes de trajeto, libera espaço para a movimentação dos colaboradores.

Referências

CAMAROTTO, João Alberto. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos - Ufscar. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005c.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações**. Manufatura e serviços:uma abordagem estratégica.1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

JACOBS *et al.* **Administração da produção: para a vantagem competitiva**. 10ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

OLIVEIRA NETTO, Alvim Antônio de; TAVARES, Wolmer Ricardo. **Introdução à Engenharia de Produção**. Florianópolis: Visual Books, 2006.

OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais**. 1ª ed. São Paulo: IBLC, 1985.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONSTON, R. – **administração da produção**. 2. Ed., São Paulo: Atlas, 2002.

TOLEDO Jr, Itys Fides Bueno. **Produção, produtividade e eficiência**. 8. ed. São Paulo: Raphael A.Godoy, 2008.

VIEIRA, Élio *et al* **Secretaria de ensino de 19 e 29 graus**. Ministério da Educação e Cultura. Legislação brasileira do ensino de 2º grau. Coletânea dos atos federais. Brasília, DEM, 1978. Disponívelem <http://www.dominiopublico.gov.br.pdf> acesso em 13/10/2018.

WOMACK, J. P.; JONES K. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine os desperdícios e crie riqueza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.