

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO EM EMPRESAS DE PEQUENO PORTE DO RAMO METAL MECÂNICO POR MEIO DA OTIMIZAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO

Ivan Correr (Faculdades Integradas Einstein de Limeira – FIEL)
Jéssica da Silva Covre (Faculdades Integradas Einstein de Limeira – FIEL)
Regina Cristina da Silva (Faculdades Integradas Einstein de Limeira – FIEL)

Resumo. A alta competitividade no mercado, na qual clientes são cada vez mais exigentes, tem levado as empresas a buscar inovações e soluções a fim de reduzir custos, aprimorar processos, garantir a qualidade e agilidade, objetivando gerar vantagem competitiva perante os concorrentes. Entre as ferramentas para aumento da produtividade e melhoria dos processos produtivos temos a melhoria do arranjo físico, que traz melhorias através de mudanças na disposição dos elementos integrantes do processo. Portanto o presente trabalho tem como objetivo, através de um estudo de caso, desenvolver um processo de adequação de *layout*, para aumentar a produtividade e reduzir a movimentação de materiais e pessoas, em uma empresa de pequeno do ramo metal mecânico. Através da aplicação da melhoria de *layout*, a empresa obteve redução de 90% na distância percorrida pelo operador durante o processo, redução de 88% do tempo de preparação para produção de lote de produtos e uma economia anual de mais de R\$ 4.500,00 devido a melhoria do *layout* aplicada.

Palavras Chave: *layout*; processo produtivo; melhoria de processo

Abstract. *The highly competitive market in which customers are increasingly demanding, has led companies to seek innovations and solutions to reduce costs, improve processes, ensure quality and agility, aiming to create competitive advantage against competitors. Among the tools for increasing productivity and improving production processes have improved physical arrangement, which brings improvements through changes in the arrangement of the elements involved in the process. Therefore the present study aims, through a case study developed an adaptation process layout to increase productivity and reduce the movement of materials and people, in a small branch metal mechanic. Through the application of improved layout, the company achieved a 90% reduction in the distance traveled by the operator during the process, 88% reduction of preparation time for batch production of products and an annual savings of more than R\$ 4,500.00 due to improved layout applied.*

Keywords: *layout, production process, process improvement*

1. Introdução

É comum parecer que o planejamento e controle de produção seja um assunto bastante corriqueiro e muito estudado, porém muitas empresas ainda não o fazem, é evidente que há muito que ser feito.

Antes de implantações de sistemas, é indispensável que todos os níveis da empresa tenham em mente a importância do controle de produção, pois só assim uma futura implantação de um sistema terá o resultado esperado, uma vez que com esta consciência, os processos serão realizados com maior responsabilidade, evitando erros que conseqüentemente interfeririam diretamente no resultados dos controles feitos.

Conforme Dias (2004), indiferente da perfeição ou não do planejamento e controle da produção, os acontecimentos nem sempre ocorrem conforme o que foi planejado. Erros de previsões e simulações, qualidade, gargalos em processos de fabricação e quebras de máquinas podem acontecer fazendo com que a produção perca em produtividade.

O Planejamento e Controle da Produção é utilizado para gerenciar a produção e processos, atingir produtividade, melhorar resultados, qualidade no produto e menores custo. A introdução deste sistema nas indústrias metalúrgicas por mais que sua especialidade seja a menor possível, é necessário que este controle seja adaptado aos seus serviços. Russomano (2000) destaca que de acordo com o tamanho da indústria, do estilo de produção e da diversidade e quantidade de produtos fabricados, cada indústria necessita de um modelo particular de planejamento e controle de produção, totalmente estruturado de acordo com as suas necessidades.

Dentro do planejamento e controle da produção podem-se encontrar várias ferramentas a serem implementadas nas empresas, a fim de atingir os resultados esperados, a máxima produtividade, menor custo, otimização dos processos, tornando a organização mais competitiva.

Nas indústrias metalúrgicas onde a linha de produção na grande maioria dos casos não é contínua, é preciso adaptar as ferramentas do planejamento e controle sua produção, para assim atingir os resultados esperados.

O presente estudo apresenta um estudo de caso, desenvolvido em uma indústria metalúrgica de pequeno porte, trazendo a redução da movimentação e do tempo de um processo, através da melhoria do *layout*. Buscou-se comprovar se a mudança no *layout* permite a melhoria do fluxo de produção e aumento da produtividade.

É importante ressaltar que neste estudo não foi verificado e aplicado outros fatores que possivelmente potencializariam os resultados positivos com as mudanças como: qualidade do processo, qualidade do produto, redução no tempo de fabricação dos lotes, ergonomia do processo, fadiga do operador. Também não foram avaliados os tempos que os colaboradores utilizam para fazerem outras atividades no decorrer do processo de reforma como, conversas, parada para o café, ida ao vestiário, entre outras.

2. Justificativa

As pequenas empresas na maior parte acreditam que o planejamento e controle de produção correto que utiliza de ferramentas, sistemas e outros métodos, são apenas para organizações de grande porte, onde não é possível ter o controle geral da empresa. Porém mesmo em organizações pequenas também não é realizado este controle com máxima eficiência, se não houver processos, sistemas e ferramentas do planejamento e controle da produção.

Quando processos são revisados, otimizados e documentados, cria-se um diferencial de competitividade da empresa, reduzindo custos e facilitando a tomada de decisão. Com busca contínua por melhorias, o alinhamento entre processos e estratégia é um grande diferencial.

Nas indústrias metalúrgicas onde a linha de produção na grande maioria dos casos não é contínua, é preciso adaptar as ferramentas do planejamento e controle sua produção, para assim atingir os resultados esperados.

Portanto a problemática para o presente trabalho foi: Em uma pequena empresa a mudança no *layout* oferece redução de custos e aumento da produtividade? E a partir desta problemática foi definido o objetivo geral do projeto: Otimização do arranjo físico para melhoria do fluxo de produção e aumento da produtividade, e seus objetivos específicos: reduzir a movimentação de funcionários; reduzir a movimentação de materiais; otimizar os processos eliminando passos desnecessários; diminuir os custos de produção.

3. Referencial Teórico

A revolução Industrial que constituiu mudanças tecnológicas com grandes impactos nos processos produtivos, foi sem dúvida o divisor que causou grandes mudanças na sociedade, principalmente quando se trata de processos de produção, trocando força da água e humana por força mecanizada, determinando sistema de fábrica. Portanto foi necessário estudos para esta nova fase de fabricação, a fim de otimizar os processos, contribuindo então para a produção de serviços e produtos, desenvolvendo planejamento e controle do trabalho (FUSCO *et al.*, 2003).

A finalidade do planejamento e controle da produção é garantir que a produção aconteça com eficácia, tendo os produtos e serviços realizados da maneira correta que se deve. Moreira (1999, p.7) diz que “(...)o controle envolve a avaliação do desempenho dos empregados, de setores específicos da empresa e da própria como um bloco, e a consequente aplicação de medidas corretivas se necessário”.

Para o presente trabalho, os tópicos a serem abordados e detalhados visando à redução dos desperdícios serão: mapeamento de processos, arranjo físico (*layout*), movimentação nos processos e tempo de processo.

3.1. Mapeamento de processos

Mapear os processos é o primeiro passo para que a organização conheça como cada etapa de um processo funciona na prática, possibilita conhecer e desenvolver os trajetos percorridos desde o desenvolvimento do trabalho até chegar ao resultado final, identificando e eliminando

os gargalos, propondo melhorias para as tarefas e otimizando o tempo do processo (ARNOLD, 1999).

Harrington (1993) afirma que quanto maior for o entendimento dos processos, maior será a capacidade de aperfeiçoamento dos mesmos, focando na qualidade, utilizando de ações corretivas, ações preventivas e otimizando os processos para consolidar os resultados esperados.

Após a elaboração do mapa de processo, questiona-se cada passo do processo mapeado, buscando responder questões como: o quê, como, quando, onde, quanto tempo. Um mapa de processo fornece informações similares a uma tabela e também proporciona informações sobre a duração e o custo de um processo. (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004).

Segundo Slack et al.(2007) o diagrama de fluxo ou fluxograma de processo é uma ferramenta utilizada para a visualização do processo na qual diversos passos ou eventos ocorridos durante a execução de uma atividade integrante do processo serão representados através de símbolos padronizados, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

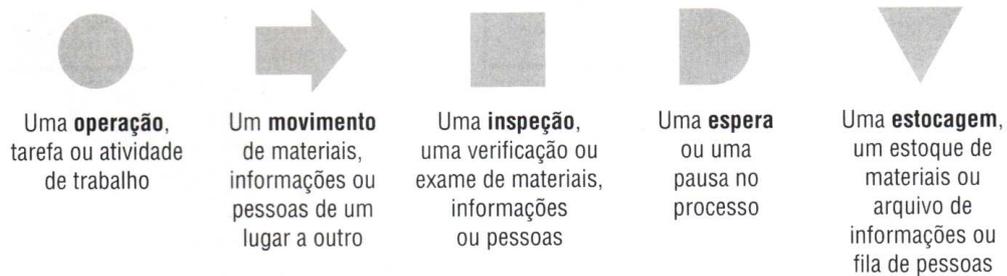


Figura 1 – Símbolos para diagrama de fluxo de processo
Fonte: Slack (2002)

3.2. Arranjo físico (*layout*)

Em diversos objetivos dos arranjos físicos, o foco do mesmo, na maioria está em reduzir os custos de processamento da produção, estocagem de materiais e o transporte ao decorrer dos processos produtivos. O Quadro 1, apresenta alguns propósitos de *layout* de instalação, orienta que os mesmos devem estar ligados a estratégias de operação, tendo como precedências, baixos custos, qualidade nos produtos e serviços, entregas de menores prazo e entregas no período certo, flexibilidade no volume e produtos (GAITHER e FRAZIER, 2002).

Objetivos para os Layouts da Operação de Manufatura

Fornecer suficiente capacidade de produção.
Reduzir o custo de manuseio de materiais.
Adequar-se a restrições do lugar e do prédio.
Garantir espaço para as máquinas de produção.
Permitir elevada utilização e produtividade da mão-de-obra, das máquinas e do espaço.
Fornecer flexibilidade de volume e produto.
Garantir espaço para banheiros e outros cuidados pessoais dos empregados.
Garantir segurança e saúde para os empregados.
Permitir facilidade de supervisão.
Permitir facilidade de manutenção.
Atingir os objetivos com o menor investimento de capital.

Objetivos Adicionais para os Layouts da Operação de Armazenamento

Promover carga e descarga eficiente de veículos de transporte.
Fornecer eficaz retirada de estoques, atendimento de encomendas e carga unitizada.
Permitir facilidade de contagem de estoques.
Promover acurados registros dos estoques.

Objetivos Adicionais para Layouts da Operação de Serviços

Proporcionar conforto e conveniência para o cliente.
Fornecer um ambiente atraente para os clientes.
Permitir uma exposição atraente das mercadorias.
Reduzir o tempo de locomoção do pessoal ou dos clientes.
Proporcionar privacidade nas áreas de trabalho.
Promover a comunicação entre as áreas de trabalho.
Proporcionar rotação de estoques para os produtos que estão na prateleira.

Objetivos Adicionais para os Layouts da Operação de Escritório

Reforçar a estrutura da organização.
Reduzir o tempo de locomoção do pessoal ou dos clientes.
Proporcionar privacidade nas áreas de trabalho.
Promover a comunicação entre as áreas de trabalho.

Quadro 1 – Objetivos *layout*
Fonte: Gaither e Frazier (2002)

São quatro os tipos de arranjos físicos básicos, arranjo físico por produto, arranjo físico por processo, arranjo físico posicional, arranjo físico celular (SLACK *et al.*, 2002):

- *Layout* de posição fixa (posicional)

Também conhecido como arranjo físico de posição fixa, o arranjo físico posicional tem de alguma maneira, certa incoerência, pois os recursos a serem transformados não se movimentam em torno dos recursos transformadores. Assim o produto fica parado enquanto, instalações, máquinas e equipamentos se deslocam de acordo com as necessidades. Isso ocorre porque o produto é muito grande ou delicado para ser movido de forma adequada (SLACK *et al.*, 2002).

De acordo com Gaither e Frazier (2002) algumas empresas de manufatura e construção usam *layout* para organizar o trabalho, o qual o produto numa posição fixa e transporta trabalhadores, materiais, máquinas e subcontratados até o produto e a partir do produto. Montagem de mísseis e de grandes aeronaves, construção naval e construção de pontes são exemplos de *layout* por posição fixa.

O produto ou material a ser trabalhado permanece fixo enquanto os confeccionadores e as ferramentas movimentam-se em torno do mesmo. Ocorrendo em situações como: construção de navios, aviões e equipamentos de grande porte. (OLIVEIRA *et al.*, 2006)

- Layout por produto

O *layout* por produto traça um determinado tipo de organização na qual a produção é organizada de acordo com os produtos ou serviços, os clientes ou operadores seguem uma rota predeterminada, tendo então uma continuidade que os processos estão organizados fisicamente. Assim este movimento de clientes, produtos ou até informações, é muito simples e previsível, tornando-se então um arranjo físico de fácil controle. O produto está parado, e quem se movimenta é o cliente, também facilita o controle do fluxo de clientes no local. A Figura 2 apresenta o centro de alistamento militar, na qual os recrutas passam por processos num plano de alistamento. (SLACK *et al.*, 2002).



Figura 2 – Arranjo físico por produto (centro de alistamento militar)

Fonte: Slack (2002)

- Layout por processos

O *layout* por processos é determinado por operações na qual são arranjados fisicamente as carências e conveniências dos recursos que convertem. Nesse arranjo físico são determinados por necessidades ou processos parecidos a localização um do outro. A razão pela qual pode ser útil mantê-los agrupados e/ou dessa maneira esses recursos podem trazer benefícios. Então ocorre de informações, clientes ou produtos passarem por uma rota de processos de acordo com suas necessidades (SLACK *et al.*, 2002).

O gerente de operações necessita dispor os recursos, equipamentos e funcionários, em volta do processo, assim o arranjo físico reúne locais de departamentos ou trabalhos, variando de acordo com a função. A Figura 3 apresenta que as máquinas de solda estão localizadas no mesmo lugar; o mesmo ocorre com as furadeiras (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2004).

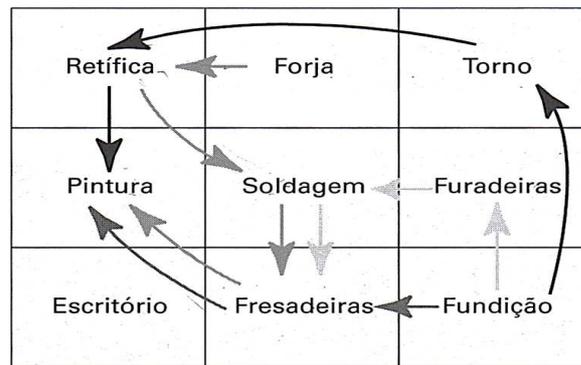


Figura 3 – Arranjo físico por processo intermitente (oficina)
Fonte: Ritzman e Krajewski (2004)

- Layout mistos

Por fim podem-se encontrar arranjos físicos mistos, na maioria os processos ou programam *layout* misturados, ajustando elementos dos tipos básicos de arranjo físico de todos ou alguns. A Figura 4 apresenta o exemplo de *mix de layout*, tendo uma cozinha com um arranjo físico por processo, que serve três tipos diferentes de restaurantes. O restaurante tradicional, onde os clientes ficam sentados na mesa, é um arranjo físico posicional. O restaurante de comida por quilos, os clientes passam pelo mesmo roteiro e o restaurante tipo buffet tem arranjo físico tipo celular (SLACK *et al.*, 2002).

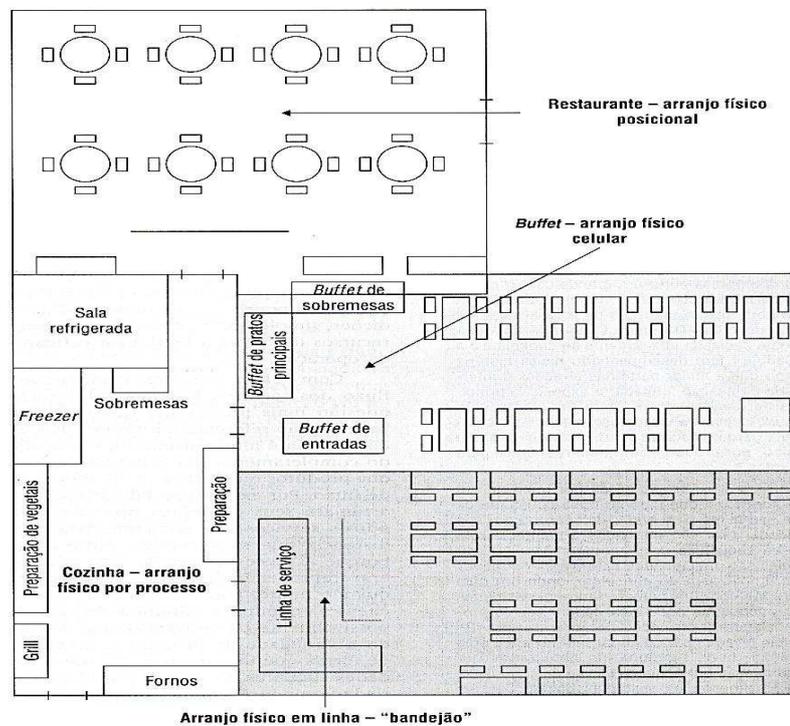


Figura 4 – Complexo de restaurante com quatro tipos básicos de arranjo físico
Fonte: Slack et al., (2002)

- *Layout* celular

O arranjo físico celular cujos recursos são transformados, entra pela operação, antes selecionados, são movidos para determinada célula, assim estes recursos transformadores importantes, atendem as necessidades do processamento. Arrumar a célula do arranjo físico pode ser por *layout* de produto ou processo (SLACK et al., 2002).

Na produção celular, as máquinas são reunidas em células, que trabalham de forma bem parecida a uma ilha de *layout* de produção incluído a um arranjo físico de processo maior. As células são criadas para a manufatura de uma exclusiva família de peças, tendo as características gerais, assim demandam máquinas e configurações iguais. As vantagens de um arranjo físico celular são: Produção de simples automação; Execução e embarque das peças mais acelerado; Mudança do maquinário mais simples; Os custos de manejos são menores; Necessidade menor de estoque e produtos em processo; Menor o tempo de treinamento da mão de obra. (GAITHER e FREZIER, 2002).

3.3. Movimentação nos processos

Nos processos industriais sempre há um elemento em constante movimento, contribuindo para o alcance do resultado que satisfaça as exigências do produto final. Os elementos básicos da produção são três: homem, máquina ou material, sendo o terceiro considerado elemento principal na movimentação, salvo em casos de construção pesadas, como aviões e navios, onde há movimentação maior dos elementos homem e máquina (FRANCISCHINI e GURGEL, 2004).

O estudo de movimentos visa a melhoria de métodos e fixação do tempo padrão para execução das tarefas, racionalizando o trabalho (MACHLINE, 1990). Para Zamberlan *et al.* (2006) racionalizar processos é simplificá-los e adequá-los mais facilmente às rotinas de trabalho a fim de alcançar maior agilidade, produtividade e conseqüentemente menor custo.

Os custos de movimentação tanto de materiais, como de pessoas ou máquinas agregam-se diretamente no custo final do produto, sendo assim, segundo Francischini e Gurgel (2004) um sistema de movimentação de materiais busca: Redução de custos de mão-de-obra, de materiais e equipamentos; Aumento da capacidade produtiva; Melhores condições de trabalho, maior segurança e redução de fadiga; Melhor distribuição.

Segundo Miranda (1985), é necessário um comparativo entre como o processo se desenvolve atualmente e a melhor forma possível de desenvolvê-lo, a fim de obter um processo mais ágil, mais econômico e eficaz.

A equação da movimentação física busca identificar simples modificações que podem eliminar qualquer movimentação desnecessária. A movimentação interna é uma atividade que não agrega valor, apenas eleva o custo do produto final, sendo assim, um projeto apropriado de movimentação é fator determinante para um bom *layout* e constitui campo excepcional para análise e estudos sobre otimização dos processos produtivos (MARTINS e CAMPOS, 2006).

3.4. Tempo de Processo

O estudo de tempos foi introduzido por Taylor no início do século vinte, com objetivo de estabelecer tempos-padrão para a execução do trabalho, incluindo tolerâncias para pausa e descanso (TURNER, 1993).

Slack et al. (2008) definem que o tempo-básico de cada atividade do processo segue três passos: Observar, medir e avaliar o tempo gasto para a realização de cada atividade, durante diversos ciclos; Normalizar ou ajustar os tempos observados; Calcular a média dos tempos já ajustados, obtendo o tempo-básico para cada atividade. Num segundo momento busca-se o tempo-padrão para a realização de cada atividade do processo, ele é formado pelo tempo-básico com a adição das tolerâncias, conforme Figura 5. As tolerâncias são concessões para descanso, relaxamento e necessidades pessoais, permitidas de acordo com as condições em que o trabalho é realizado.

Tarefa: Pacote 20 x pt. n° 73/2A Localização: Departamento de embalagem ... Observador: FWT

Elemento		Observação										Tempo básico médio	Tolerância	Tempo padrão do elemento
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Fazer a caixa	Tempo observado	0,71	0,71	0,71	0,69	0,75	0,68	0,70	0,72	0,70	0,68			
	Eficiência	90	90	90	90	80	90	90	90	90	90			
	Tempo básico	0,64	0,64	0,63	0,62	0,60	0,61	0,63	0,65	0,63	0,61	0,626	10%	0,689
Pacote x 20	Tempo observado	1,30	1,32	1,25	1,33	1,33	1,28	1,32	1,32	1,30	1,30			
	Eficiência	90	90	100	90	90	90	90	90	90	90			
	Tempo básico	1,17	1,19	1,25	1,20	1,20	1,15	1,19	1,19	1,17	1,17	1,168	12%	1,308
Selar e fixar	Tempo observado	0,53	0,55	0,55	0,56	0,53	0,53	0,60	0,55	0,49	0,51			
	Eficiência	90	90	90	90	90	90	85	90	100	100			
	Tempo básico	0,48	0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,51	0,50	0,49	0,51	0,495	10%	0,545
Montagem externa, fixação e rotulagem	Tempo observado	1,12	1,21	1,20	1,25	1,41	1,27	1,11	1,15	1,20	1,23			
	Eficiência	100	90	90	90	90	90	100	100	90	90			
	Tempo básico	1,12	1,09	1,08	1,13	1,27	1,14	1,11	1,15	1,08	1,21	1,138	12%	1,275
											Tempo padrão em		3,817	
											Tolerâncias (total)	5%	0,191	
											Tempo padrão para a tarefa		4,01 SM	

Figura 5 – Estudo do tempo de uma tarefa de embalagem
Fonte: Slack et al., (2009)

Shingo (1996) afirma que para coletar os tempos de cada atividade do processo com precisão, as medições devem ser feitas utilizando-se cronômetros, medindo separadamente cada etapa, devido à necessidade de incluir os tempos de espera e de desperdício entre as atividades, que não podem ser considerados como trabalho, depois da medição dos elementos individuais faz-se a cronometragem do ciclo do processo do começo ao fim, determinando assim o tempo de espera. Moreira (1999) define que após obter o tempo normal, acrescenta-se um certo percentual de tolerância devido à fadiga e às demoras que independem da vontade do operador, resultando no tempo padrão.

O procedimento na execução do estudo de tempos pode variar de acordo com a operação estudada e devido à aplicação atribuída a cada dado obtido, Barnes (1977) indica oito passos necessários: Obter e registrar informações sobre a operação e o operador; Dividir a operação em elementos e registrar uma descrição sobre o método; Observar e registrar o tempo do operador na execução da tarefa; Determinar o número de ciclos a analisar; Avaliar o ritmo do operador; Verificar se o número de ciclos cronometrados foi suficiente para análise; Identificar as tolerâncias; Determinar o tempo-padrão de cada operação.

4. Estudo de caso

A organização estudada é uma empresa metalúrgica de pequeno porte, especializada em projeto, fabricação e desenvolvimento de equipamentos industriais, localizada na região metropolitana de Campinas/SP, e seus principais mercados de atuação são empresas fabricantes de máquinas e equipamentos, empresas de reforma de máquinas, indústrias prestadoras de serviços, ferramentarias e empresas do segmento.

4.1. Cenário Atual

Para o presente trabalho foi escolhido o setor de “reformas de cantoneiras” da empresa pesquisada, para que fosse estudado a possibilidade de melhoria do *layout* do processo atual, conforme apresentado na Figura 6.

No caso o setor de “reformas de cantoneiras” trabalha na instalação e recuperação da borracha que reveste e protege as cantoneiras, e que são produzidas nos formatos “L”, “T”, “U” com comprimento que variam entre 1000mm a 3000mm e que são utilizadas pelos seus clientes como suportes para diversas finalidades, como por exemplo, para transporte de vidros automotivos e vidros residenciais, dentre outros.

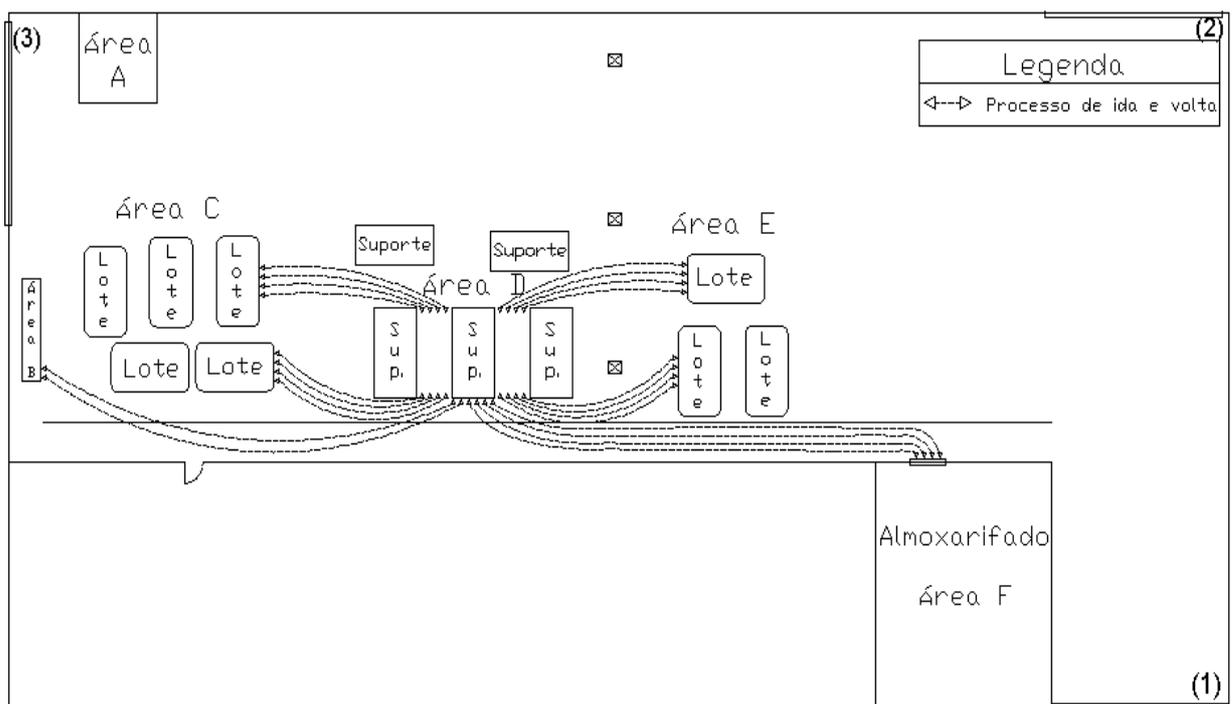


Figura 6 – *Layout* processo atual
Fonte: Autoria própria 2012.

Como apresentado na Figura 6, o processo inicia-se na retirada da peça na área C trazendo-a para a área D na qual a peça é colocada sobre o suporte e esta etapa é repetida oito vezes para o preenchimento total do suporte. A seguir o colaborador dirige-se até ao almoxarifado (área F) para retirar o estilete utilizado no processo de reforma e retorna ao local para iniciar o processo de reforma que consiste primeiramente no corte da borracha danificada.

Após o corte da borracha o colaborador retorna ao almoxarifado para buscar a lixadeira, que será utilizada na próxima fase, para remover o excesso de material. Feito isso se dirige à bancada (área B) para pegar o pano e álcool, com a finalidade de limpar a peça deixando-a preparada para a próxima etapa.

Em seguida encaminha-se à área F na qual retira o rolo de borracha e retorna à área C para realizar a fixação da mesma. A borracha é cortada na medida exata correspondente à borracha retirada anteriormente. O colaborador retorna à área B guardando o pano e o álcool, trazendo para a área D a cola utilizada para fixar a nova borracha.

Depois de fixar a borracha, é utilizado um martelo emborrachado, retirado na área F que auxilia na fixação da mesma. Após o tempo de secagem a peça é encaminhada para a área E, da qual posteriormente será despachada para o cliente.

A Tabela 1 apresenta os tempos envolvidos e as distâncias percorridas nas etapas do processo de reformas de borrachas

Tabela 1 – Tempos e Distâncias no processo atual

Etapa * (Ida e volta)	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Quantidade (X / ciclo)	Total (metros)	Total (minutos)
Busca de peças*	7	0,28	8	56	3,44
Busca de materiais almoxarifado*	44	0,58	4	176	3,52
Busca de materiais bancada*	14	0,36	2	28	1,12
Levar peças prontas*	7	0,28	8	56	3,44
Total				316	11,52

Fonte: Autoria própria (2012)

4.2. Proposta de melhoria

Foi estudado e implantado a melhoria no arranjo físico atual da organização. Com as áreas do processo alteradas, foi possível obter um fluxo de produção mais eficiente, redução da área de trabalho; redução de movimentos e transportes necessários de peças, insumos e colaboradores.

A Figura 7 apresenta o *layout* modificado com a implantação da melhoria.

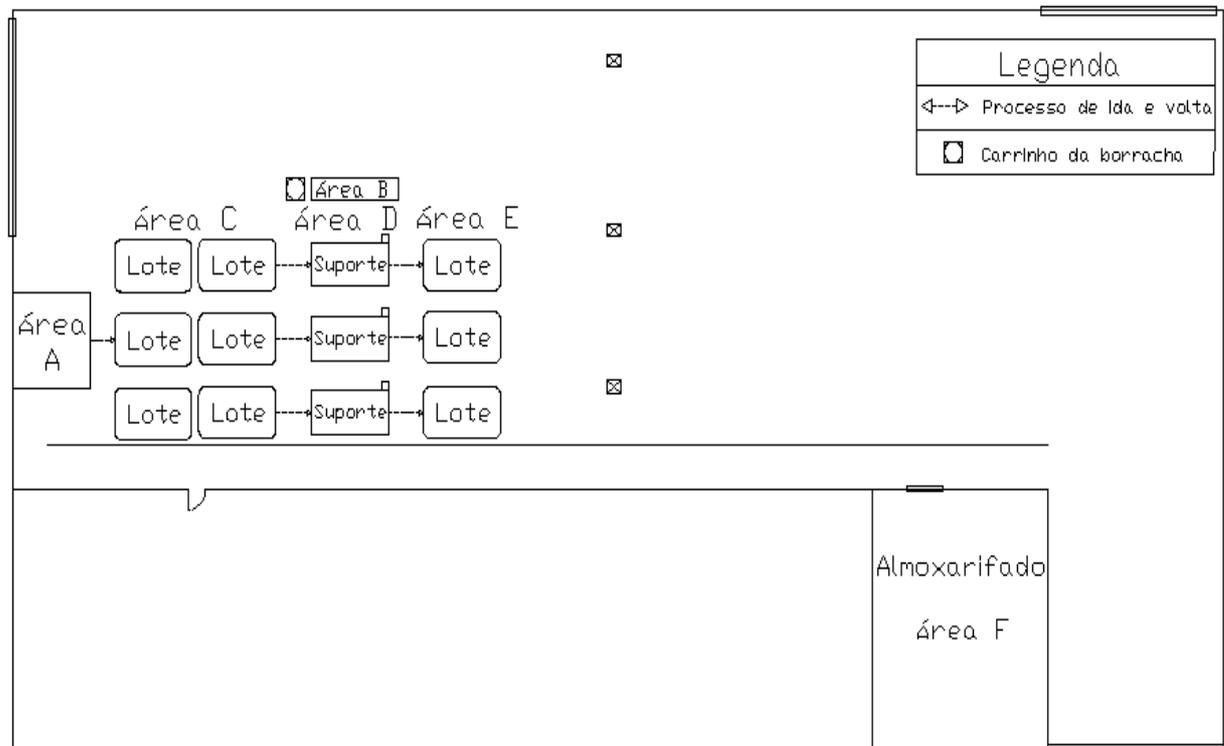


Figura 7 – Layout processo melhoria
Fonte: Autoria própria (2012).

Durante o processo de implantação da melhoria do *layout* foram realizadas as seguintes alterações, apresentadas no Quadro 2:

Área	Melhoria
Área A	Foi alterada a localização da área de soldagem, possibilitando a entrada dos lotes de peças pelo portão lateral, e facilitando o movimento das peças que passam pelo processo de soldagem, e reduzindo sua movimentação. Com esta alteração, foi reduzido o deslocamento das peças de uma área para outra, devido a proximidade das etapas.
Área B	Foi realocada para próximo à área D, pois a grande maioria dos equipamentos disponíveis nesta bancada eram utilizados pela área em questão, evitando com isso deslocamentos desnecessários.
Área C	Foram organizadas e definidas áreas específicas para a localização dos lotes, através de marcação feitas no piso, com o propósito de facilitar a movimentação da entrada e saída do produto por esta área. Devido à organização do posicionamento dos lotes, foi possível reduzir o espaço físico e a movimentação interna desta área.
Área D	Foram criados dispositivos para os suportes utilizados na instalação e fixação da borracha no produto, com o objetivo de minimizar o deslocamento e movimentação do operador. Um dos dispositivos criados foi uma prateleira fixa em cada bancada com todas as ferramentas e

	insumos que são utilizados durante o processo (cola, estilete, etc), evitando que o operador se desloque para outros setores em busca de ferramentas e insumos para sua operação. Outra alteração foi a redução de 5 suportes de trabalho para apenas 3 suportes, tendo em vista que mesmo com a maior demanda de produtos em períodos específicos, o máximo de operadores trabalhando neste local é de 3 operadores.
Área E	Foram definidas e organizadas áreas específicas para a localização dos lotes de produtos prontos, através de marcações feitas no piso, para facilitar a liberação do pedido ao cliente.
Área F	Não ocorreram mudanças estruturais e de posicionamento do almoxarifado, entretanto foi alterado o processo de retirada de ferramental e insumos pelos colaboradores, que fazem a retirada apenas em um momento no almoxarifado e depositam os materiais na prateleira instalada no suporte de trabalho, facilitando o manuseio e uso dos equipamentos e insumos durante a operação (estilete, pano, álcool, cola, lixadeira) reduzindo o movimento do operador em busca dos materiais.

Quadro 2 – Melhorias implementadas no *layout*

Fonte: Autoria própria (2012).

A Tabela 2 apresenta os tempos envolvidos e as distâncias percorridas nas etapas do processo de reformas de borrachas com o projeto de melhoria do *layout* implementado.

Tabela 2 – Tempos e Distâncias do *layout* com a melhoria implementada

Etapa * (Ida e volta)	Distância (metros)	Tempo (minutos)	Quantidade (X / ciclo)	Total (metros)	Total (minutos)
Busca de peças*	1,60	0,05	8,00	12,80	0,40
Busca de materiais almoxarifado*	-	-	-	-	-
Busca de materiais bancada*	6,00	0,11	1,00	6,00	0,11
Levar peças prontas*	1,60	0,05	8,00	12,80	0,40
Total				31,60	1,31

Fonte: Autoria própria (2012)

Em relação à Tabela 2, deve ser ressaltado que no item “busca de materiais almoxarifado” o mesmo não apresentou tempo e distância tendo em vista que os materiais foram alocados nos suportes em que a produto é trabalhado.

5. Resultados

A partir das análises dos tempos de preparação do processo utilizado (antes) e da melhoria implementada (depois), foi constatado redução no tempo de preparação, tempo padrão e distância percorrida, conforme Tabela 3:

Tabela 3 – Influência do tempo de preparação para produção de lote de produtos

Estudo de Caso	Tamanho do lote (unid)	Tempo de processamento (unid/min)	Tempo de preparação (min)	Tempo padrão (unid/min)	Distância percorrida (metros)
Antes	8	6,06	11,52	7,50	39,50
Depois	8	6,06	1,31	6,22	3,95
Redução	-	-	10,21	1,28	35,55

Fonte: Autoria própria (2012)

Em relação à Tabela 3, deve ser ressaltado que no item “tamanho do lote” e “tempo de processamento” foram utilizados as mesmas quantidades e tempos, por isso não constar nenhuma diferença entre os mesmos.

Como pode ser observado na Tabela 3, foi possível analisar redução na distância percorrida para preparação de cada peça do lote, que gerou uma **redução de 90%** da distância percorrida pelo operador.

Aplicando este tempo de preparação sobre a produção total diária com o uso de três operadores que produzem oito lotes por dia, são gastos aproximadamente quatro horas (276,48 minutos) com movimentação para a preparação dos lotes diários, diferentemente do atual *layout* que possui um tempo gasto aproximado de 30 minutos (31,44 minutos) o que representa uma **redução de 88%** do tempo de preparação para produção de lote de produtos, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Comparativo entre o antes e depois para o tempo de preparação para produção diária

Estudo de Caso	Produção diária (por operador)	Total de operadores	Total de lotes (dia)	Tempo de preparação (min)	Tempo total diário (min)
Antes				11,52	276,48
Depois	8 lotes de 8 unidades	3	24	1,31	31,44
Redução				3,52	245,04

Fonte: Autoria própria (2012)

Por meio da análise dos resultados do antes e depois da melhoria do *layout* na empresa, foi desenvolvido um comparativo entre o tempo total de preparação e valor da hora do operador, tanto em um período mensal quanto o anual, e verificou-se uma diferença 245,04 minutos, que ao final do ano aplicando o salário do operador por hora constata-se uma **economia de R\$ 4.646,94**, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Comparativo entre o antes e depois da melhoria (redução de custos)

Estudo de Caso	Diferença (min)	Total (horas)	Salário operador (R\$/hora)	Total (R\$/Horas)	Perda mensal (R\$)	Perda anual (R\$)
Antes x Melhoria	245,04	4,08	4,31	17,60	387,24	4.646,94

Fonte: Autoria própria (2012)

6. Considerações finais

A partir da realização deste trabalho foi verificado a importância do processo de melhoria aplicado na produção com a otimização do *layout*, em especial para empresas de pequeno porte que muitas vezes desconhecem ou não acreditam em técnicas utilizadas com sucesso em grandes empresas e que podem ser adaptadas ao seu negócio.

Como pode ser observado, foi possível reduzir o custo de produção, através da redução de movimento de funcionários e matéria prima com a otimização do *layout* da empresa, possibilitando ainda benefícios para a empresa no que se refere a melhoria de fluxo de produção, redução do desperdício de tempo e deslocamentos, fatores importantes para a competitividade das empresas nos dias atuais.

É importante ressaltar também, que neste estudo não foi mensurado e pesquisado outros fatores que potencializariam os resultados com as mudanças implementadas, como: qualidade do processo, qualidade do produto, redução no tempo de fabricação dos lotes, ergonomia do processo, fadiga do operador.

Referências

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de materiais**: uma introdução. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

FRANCISCHINI, P.G.; GURGEL, F.A. **Administração de materiais e do patrimônio**. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

FUSCO, José Paulo Alves; SACOMANO, José Benedito; BARBOSA, Fabio Alves; AZZOLINI, Walter Junior. **Administração de operações**: da formulação estratégica ao controle operacional. 1. ed. São Paulo: Arte e Ciência, 2003.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

HARRINGTON, H. James. **Aperfeiçoando processos empresariais**. 1. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

MACHLINE, Claude *et al.* **Manual de administração da produção**. 9 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1990.

MARTINS, Petrônio Garcia; CAMPOS, Paulo R. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MIRANDA, Geraldo Inácio Mac Dowell dos Passos. **Organização e Métodos**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 1985.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Editora Pioneira, 1999.

OLIVEIRA, Lilian Katia; POLTRONIEIRE, Leandro L.; ETCHEBEHERE, Robson; BARELLA, Thiago. **Um estudo de caso sobre melhorias no layout de uma indústria plástica**. In. XIII SIMPEP. Bauru, 2006.

RITZMAN, Larry P; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da produção e operações**. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Tradução Maria Teresa Correia de Oliveira. Revisão Técnica Henrique Luiz Corrêa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TURNER, Wayne C.; MIZE, Joe H.; CASE, Kenneth E.; NAZEMETZ, John W. **Introduction to industrial and systems engineering**. 3. ed. Englewood Cliffs N.J.: Prentice Hall, 1993.

ZAMBERLAN, Carlos Otávio *et al.* **Gerenciamento de processos: o caso da LJ Central de Cosméticos Ltda**. In. XIII SIMPEP. Bauru, 2006.