

Proposta de melhoria do arranjo físico em uma empresa fabricante de carrinhos para supermercado

Maxsuel César Bonatto (UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná) max_bonatto@hotmail.com
Débora Lucia Marcos (UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná) deboramarcos.94@gmail.com
Eloan Júnior Rizelo ((UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná) eloan_jr@hotmail.com
Nadialine Portes (UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná) nadialine.portes@gmail.com
Everton Luiz Vieira (UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná) vieira@unisep.edu.br

Resumo:

A realização do referido trabalho deu-se através do estudo de caso de uma indústria de carrinhos de compras para supermercado localizada na cidade de Dois Vizinhos - PR, com a finalidade de conhecer e analisar seu layout atual para propor melhorias através dos estudos adquiridos em sala de aula, e também através do referencial teórico utilizado. Os dados apresentados provêm de alguns estudos como mapeamento do processo e medição de tempos, realizados a partir de visitas técnicas realizadas na empresa. Efetuada a análise, foram evidenciadas algumas deficiências no processo atual, dentre elas, destacam-se a movimentação desnecessária, espera e transporte, que fazem com que a empresa deixe de produzir com a sua capacidade disponível total. Com base nisso, foi proposto um plano de melhorias envolvendo fatores de arranjo físico fabril para a realocação das máquinas e reorganização do processo produtivo. A mudança de layout sugerida fará com que a empresa reduza os desperdícios que possui, e consequentemente, aumente a sua capacidade produtiva.

Palavras-chave: Arranjo Físico; Processo Produtivo; Layout; Desperdícios.

Proposal for improving the physical arrangement a manufacturer of carts to supermarket

Abstract

The completion of that work took place through the case study of a shopping carts industry to supermarket located in Dois Vizinhos - PR, in order to understand and analyze your current layout to propose improvements through the studies acquired in room class, and also through the theoretical framework. The data presented come from some studies as process mapping and measurement times, made from technical visits in the company. Performed the analysis, were shown some weaknesses in the current process, among which stand out the unnecessary movement, hold and transport, which make the company fails to produce at its full available capacity. Based on this, we propose an improvement plan involving factory physical arrangement factors for relocation of machinery and reorganization of the production process. The change suggested layout will cause the company to reduce the waste you have, and consequently, increase its production capacity.

Key-words: Physical Arrangement, Production Process, Layout, Waste.

1. Introdução

Diante dos acontecimentos no cenário econômico do nosso país, como a instabilidade, a crise econômica, variações inflacionárias e a constante busca das empresas por estratégias para permanecerem no mercado, cabe às organizações trabalhar de forma racional e buscar características diferenciais para se manterem competitivas perante seus concorrentes, seja pela inovação de seus produtos ou pela eliminação de desperdícios do seu processo produtivo. Portanto, é necessário que a empresa avalie as suas atuais condições e busque aperfeiçoar seu processo de produção.

O arranjo físico é quem dita o fluxo do processo produtivo, portanto, se organizado de forma adequada, diminui os custos da produção através da redução dos desperdícios e melhora a fluidez do processo quando este é observado como uma sequência de atividades interligadas. A facilidade de comunicação entre processos e o melhor desempenho do operador também são obtidos. Como consequência, o aumento da capacidade da empresa e a obtenção de melhores resultados virão ao longo do tempo.

A indústria de carrinhos para supermercado estudada é familiar e de pequeno porte, atuando há dezesseis anos no ramo. Conta com cinco funcionários que atuam diretamente na produção. Entretanto, nunca houve investimentos em estudos voltados à melhoria do arranjo físico, ou do processo produtivo em geral. O objetivo foi analisar o arranjo físico atual da empresa, e, após a identificação de tarefas que geravam desperdício, foi proposto um novo modelo de layout, sendo este mais adequado para o tipo de atividade executada, que irá melhorar o fluxo do processo produtivo e reduzirá os desperdícios.

2. Layout

Layout ou Arranjo Físico pode ser definido como a organização do processo, a localização no espaço, a melhoria do fluxo, o aproveitamento do espaço. Segundo Slack et al. (2008), arranjo físico é a preocupação com a localização física dos recursos transformadores, onde alocar as instalações, máquinas, equipamentos e o pessoal da produção.

Chiavenato (2005), expõe que o arranjo físico ou layout se refere ao planejamento do espaço físico, a alocação das máquinas e equipamentos, e pessoas, procurando a melhor combinação entre: operações das máquinas, produtividade do trabalho e fluxo dos materiais.

De acordo com Peinado & Graeml (2007), faz-se necessário o estudo do arranjo físico quando existe pretensão de implantar uma nova fábrica ou reformular a planta industrial ou outras operações produtivas, as quais podem necessitar de grandes investimentos.

A necessidade de alteração no arranjo físico pode decorrer devido a aquisição de novas máquinas para aumento da capacidade produtiva, alto custo operacional, ajustes do processo para desenvolver um novo produto, ou até mesmo para adequações ergonômicas.

2.1 Tipos de Layout

Faz-se necessário analisar de antemão os tipos de layout existentes para, sequencialmente, definir qual é o melhor arranjo a ser implantado diante da realidade da empresa, levando em consideração as máquinas, equipamentos, espaço, pessoas, dentre outros fatores.

Peinado & Graeml (2007) citam que existem cinco formas de se organizar um arranjo físico produtivo, que serão explicados na sequência.

2.1.1 Arranjo por produto ou em linha

A primeira linha de produção foi implantada por Henry Ford em 1939, o arranjo em linha é bastante utilizado por indústrias automotivas, alimentícias, frigoríficos. Nesse tipo de arranjo as máquinas e equipamentos são colocados de acordo com a sequência de montagem e o produto percorre um determinado caminho previamente determinado no processo. A linha pode ser projetada em forma de U ou S. Suas principais vantagens são a possibilidade de produção em massa com menor custo variável por unidade, maior facilidade de balanceamento da produção, melhor controle de produtividade. Por outro lado tem como desvantagens o alto nível de investimento em máquinas, gera um aumento de absenteísmo e tédio nos operadores, fragilidade a paralisações e subordinação a gargalos;

2.1.2 Arranjo físico por processo ou funcional

Agrupar todos os processos e equipamentos do mesmo tipo ou função. Os recursos transformados se deslocam até os transformadores. Pode ser aplicado em hospitais, lojas comerciais. Tem como vantagens a grande flexibilidade para atender as mudanças do mercado, atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao mesmo tempo, maior margem de valor agregado do produto. Em contrapartida suas desvantagens são dificuldade de balanceamento, exigência de mão de obra qualificada, maior necessidade de setup de máquinas;

2.1.3 Arranjo físico celular

Consiste em arranjar em um determinado local, denominado célula, máquinas diferentes que fabriquem o produto inteiro. O recurso transformado se desloca em linha nos recursos transformadores de acordo com a necessidade. Pode ser aplicado em lanchonete de supermercado, feiras e exposição. Suas vantagens são aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lotes de produção, diminuição de set-up, transporte de material, estoque. Como desvantagens, a complexidade na elaboração do arranjo e é específico para uma família de produtos;

2.1.4 Arranjo por posição fixa

O recurso transformado se mantém parado e os recursos transformadores se deslocam ao seu redor. Deve se levar em consideração o peso, dimensão, movimentação do produto, que impedem seu deslocamento, como por exemplo, avião, pontes, navio. Suas vantagens são a terceirização, a não movimentação do produto, a utilização de técnicas de programação e controle (softwares). Porém tem como desvantagens a complexidade na supervisão e controle da mão-de-obra, produção em pequena escala, locação de espaços para armazenagem de ferramentas e equipamentos;

2.1.5 Arranjo físico misto

É utilizado quando se deseja aproveitar as vantagens dos diversos tipos de arranjos físicos, onde é configurado mais de um tipo de arranjo no processo.

Segundo Chiavenato (2005), em qualquer sistema de produção, o arranjo físico tem como objetivo o balanceamento do processo produtivo, visando a eliminação de gargalos ou restrições, folgas e ociosidades no fluxo produtivo.

2.2 Sistema Toyota de Produção e os 7 Desperdícios da Produção

Em 1945 o Japão foi derrotado na Segunda Grande Guerra Mundial, segundo Corrêa & Corrêa (2011), em 15 de agosto de 1945 o Japão perdeu a guerra e marcou um reinício para

a Toyota, que no princípio era uma empresa que produzia teares para a indústria têxtil, começando a produção de automóveis em 1934. Em torno de 1940 interrompeu a produção de veículos de passeio e passou a apoiar o esforço nacional de guerra na produção de caminhões.

O STP (Sistema Toyota de Produção), chamado mais tarde de Just in Time, é uma filosofia de produção desenvolvida na Toyota Motor Co. por Tahiichi Ohno, gerente de produção na época, o qual teve grande contribuição ao milagre industrial japonês, que passou de um país derrotado pós-guerra a uma das maiores potências industriais do mundo. Toda essa mudança em apenas 3 décadas após a guerra.

De acordo com Shingo (2000) o princípio básico do Sistema Toyota de Produção consiste na eliminação das perdas, redução de preços e aumento da eficiência do negócio, com base nas seguintes características: Trabalhadores, máquinas e objetos combinados sem desperdício; Trabalhadores e máquinas devem realizar apenas atividades que aumentem o valor agregado; Tornar os tempos de atravessamento o mais curtos possível.

O Sistema Toyota de Produção tem como objetivo a identificação e eliminação de desperdícios. Para Corrêa & Corrêa (2011), a eliminação de desperdícios consiste na análise das atividades e a descontinuidade das atividades que não agregam valor ao processo produtivo. Shigeo Shingo, engenheiro da Toyota Motor Company, identifica sete categorias de desperdícios, sendo elas:

- I. *Desperdício de Superprodução:* Refere-se a produção antecipada sem haver demanda para tal. A filosofia JIT sugere que seja produzido somente o necessário para suprir a demanda, a redução de set-up, que haja uma sincronia entre a produção e a demanda e que se compacte o layout da fábrica (arranjos físicos em linha ou celulares);
- II. *Desperdício de Espera:* Refere-se ao material que espera para ser processado, gerando filas. A filosofia JIT sugere a sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento da linha de produção para eliminar este desperdício;
- III. *Desperdício de Transporte:* O transporte é necessário no processo produtivo, devido as restrições do processo e instalações o material acaba tendo que percorrer grandes distâncias. Essa atividade pode ser eliminada ou reduzida através da implantação de um arranjo físico que diminua as distâncias a serem percorridas;
- IV. *Desperdício de Processamento:* Simplificar ou reduzir o número de componentes ou operações na produção de determinado produto;
- V. *Desperdício de Movimento:* A filosofia JIT sugere a adoção de técnicas de estudo de métodos e do trabalho, visando a economia dos movimentos aumentando dessa forma a produtividade e redução do tempo;
- VI. *Desperdício de produzir produtos defeituosos:* Produzir produtos com defeito gera desperdício de materiais, disponibilidade de mão-de-obra, equipamentos. A filosofia JIT sugere a utilização de dispositivos à prova de erros/falhas (poka yoke) para evitar erros comuns, diminuindo assim os produtos defeituosos;
- VII. *Desperdício de Estoque:* Significam desperdícios de investimento e espaços. Pode ser reduzido a partir da redução do tempo de preparo das máquinas, lead time da produção, entre outros.

Segundo Slack et al. (2008) a identificação dos desperdícios é a primeira etapa para os eliminar. A Toyota identificou os sete desperdícios citados anteriormente, os quais podem ser

aplicados tanto em operações de serviços quanto de operações da manufatura.

De acordo com Maximiniano (2007) os trabalhadores da Toyota recebiam a instrução de parar a linha de produção ao se deparar com um problema que não conseguissem resolver, a partir disso deveriam analisar o problema utilizando sucessivamente a ferramenta “cinco porquês” até chegar a causa fundamental.

2.3 Mapofluxograma

Mapofluxograma é o desenho da planta onde ocorre a atividade da empresa e também sobre ela há a descrição dos processos. Segundo Barnes (1982), o mapofluxograma é um fluxograma desenhado sobre a planta de um edifício ou layout para visualizar melhor o processo. Ele é utilizado para analisar principalmente os diferentes tipos de atividades existentes no processo por onde passam os produtos em processamento e também auxilia a evidenciar desperdícios e falhas existentes.

3. Discussão e Resultados

3.1 Layout Atual

Atualmente o arranjo físico das máquinas na empresa está disposto conforme mostra a figura 1. O posto 1 é onde fica o estoque de bobinas de arames utilizados na cesta, que é cortada no posto 3 e armazenada no 4. Na mesa representada pelo número 5 ocorre a montagem da grade no gabarito, que é soldada no posto 7 e dobrada no 6. No posto 9 e 10 são soldados os cintos e o arco.

Próximo ao posto 16 ficam as barras e tubos que são utilizados na fabricação do chassi. Os materiais são cortados nos policortes representados pelos números 16 e 17, e dobrados nas dobradeiras 12 e 13. O chassi é finalizado na cabine de solda (posto 14) e a junção chassi à cesta ocorre nos postos 14 e 15.

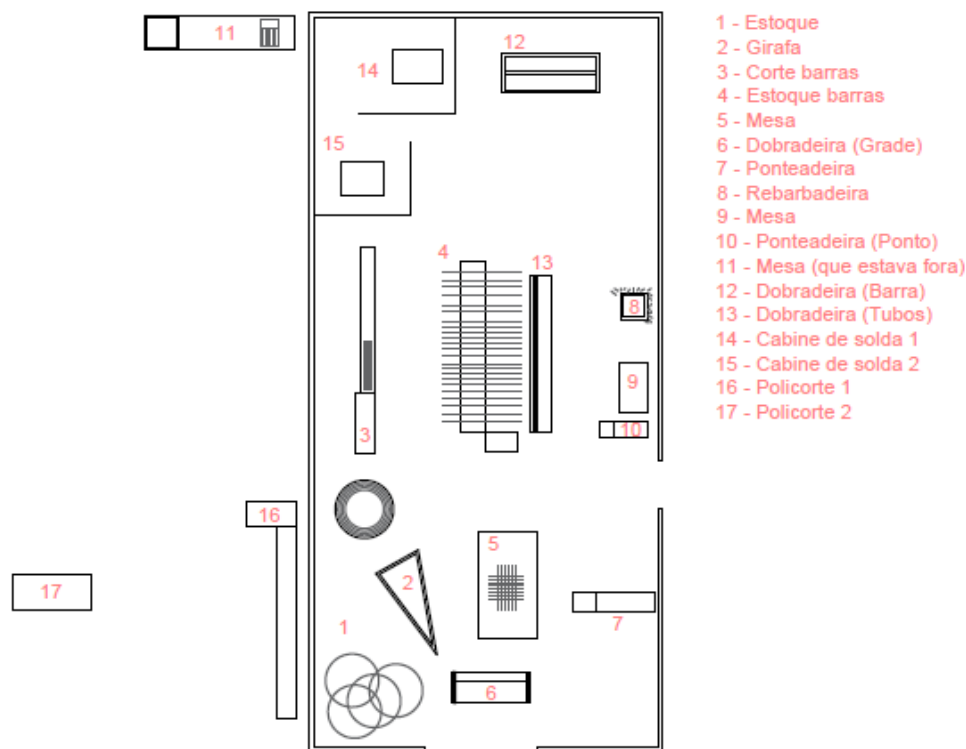


Figura 1 - Layout Atual
Fonte: Autor

O processo atual não segue um fluxo contínuo e apresenta movimentação desnecessária na maioria das atividades. No posto 15, por exemplo, é realizada a solda do chassi à cesta; em seguida, o operador precisa se deslocar carregando o carrinho semiacabado até a porta representada na parte inferior da figura 1 para estocá-lo. Além disso, alguns tubos do chassi são cortados no posto 16, dobrados no posto 13, cortados novamente no posto 17 e depois levados ao posto 15.

3.2 Processo de Produção de Carrinhos para Supermercado

O processo estudado é dividido em três fases de fabricação independentes e dispostas sequencialmente: produção da cesta metálica, produção do chassi metálico e a soldagem destas duas partes, que resulta no produto semiacabado. Posteriormente, o carrinho é encaminhado para o setor de pintura, onde é finalizado.

3.2.1 Fase de fabricação da cesta metálica

Com base no plano de produção, as bobinas de metal são levadas até a máquina que fará o corte automatizado dos arames, no tamanho programado. Em seguida, o material é estocado em um local compartimentado, conforme a espessura e comprimento do metal recém-cortado.

Para a montagem da cesta são buscados no estoque os arames que serão utilizados, de acordo com os tamanhos e quantidades necessárias para a montagem do produto que será fabricado. Os metais são levados para o setor de produção, onde são dispostos sobre um gabarito que auxilia na formação da grade (parte do fundo do carrinho de supermercado). Com o gabarito preenchido com os arames, a máquina de soldagem é acionada de forma

automatizada, e através de pontos de solda a grade é formada, finalizando esta etapa.

Posteriormente, grade é transportada à dobradeira, máquina esta que dará forma côncava à grade, que passa a ser a cesta do carrinho, através de dobras feitas nas laterais desta. Feita a dobra, a cesta deverá ter parte inferior (fundo), parte frontal e partes laterais. Porém, ainda, sem sustentação. Barras de aço mais espessas e resistentes, chamadas de cintos e arco, são soldadas nas laterais da cesta para oferecer firmeza ao produto. O fluxo de produção da cesta está representado na figura 2.

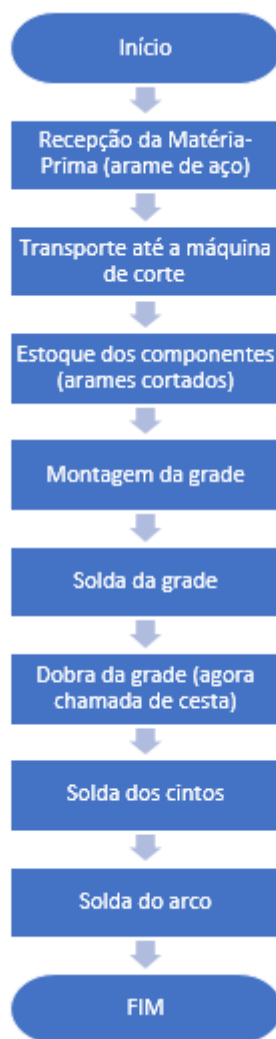


Figura 2– Fluxo de produção da cesta
Fonte: Autor

3.2.2 Fase de fabricação do chassi metálico

A fabricação do chassi ocorre paralelamente à da cesta. São utilizados como matérias-primas tubos e barras de 6 metros de comprimento, que a partir da ordem de produção, são levados a uma máquina policorte. Nesta, os tubos e barras são cortados em tamanhos menores necessários para a produção do chassi, e em seguida dobrados, conforme o modelo do carrinho que está sendo fabricado. Geralmente, os chassis são formados por materiais com espessuras distintas, que são dispostos em um gabarito e unidos através do processo de soldagem manual, em cabine apropriada para esta tarefa. O fluxo de produção do chassi está

representado na figura 3.

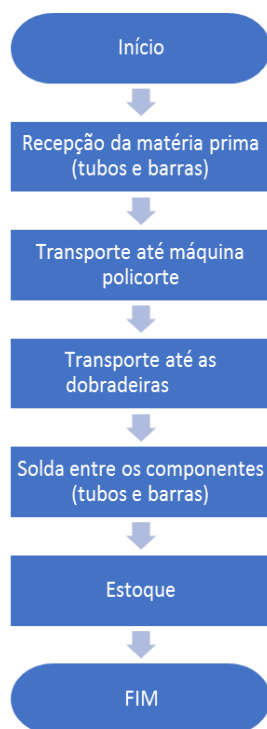


Figura 3– Fluxo de produção do chassi
Fonte: Autor

3.2.3 Fase de junção das partes produzidas anteriormente

Finalizados a cesta e o chassi, estes dois componentes são transportados até uma segunda cabine de solda. Um operador é responsável por realizar a soldagem, de forma manual, da cesta ao chassi, formando o corpo do carrinho para supermercado e finalizando esta etapa de produção. Posteriormente, o produto pré-acabado é armazenado em local apropriado para receber o acabamento; nesta fase são instaladas quatro rodas e o pegador de mãos, e são realizados ajustes finais para que o carrinho possa ser submetido à última fase, a pintura.

3.3 Mapofluxograma do fluxo produtivo atual

Através de visitas realizadas in loco na empresa, foram coletadas as atividades do processo, tempo das atividades e as distâncias percorridas. A figura 4 retrata o mapofluxograma do processo atual.

MAPOFLUXOGRAMA (atual)								
PROCESSO:	Fabricação do Carrinho							
ANALISTA:	Rodrigo			DATA		mar/16		
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	RESPONSÁVEL	TEMPO (s)	DISTÂNCIA (m)	PROCESSO				
Recepção da MP (arame de aço)	Rodrigo			●	→	U	□	▽
Transporte até a máquina de corte	Rodrigo		1,5	○	→	U	□	▽
Estoque dos componentes (arames cortados)	Rodrigo			○	→	U	□	▽
Transporte até mesa	Rodrigo		2	○	→	U	□	▽
Montagem da grade	Rodrigo	70		●	→	U	□	▽
Transporte até mesa	Rodrigo		2	○	→	U	□	▽
Solda da grade	Rodrigo	75		●	→	U	□	▽
Transporte até dobradeira	Rodrigo		2	○	→	U	□	▽
Dobra da grade (agora chamada de cesta)	Rodrigo	45		●	→	U	□	▽
Transporte até ponteadeira ponto	Rodrigo		5	○	→	U	□	▽
Solda dos cintos	Rodrigo	60		●	→	U	□	▽
Solda do arco	Rodrigo	35		●	→	U	□	▽
Recepção da MP (tubos e barras)	Rodrigo			●	→	U	□	▽
Transporte até a máquina de policorte	Rodrigo		2	○	→	U	□	▽
Transporte até as dobradeiras	Rodrigo		6	○	→	U	□	▽
Solda entre os componentes (tubos e barras)	Rodrigo	120		●	→	U	□	▽
Estoque	Rodrigo			○	→	U	□	▽
Solda da cesta com o chassi	Rodrigo	240		●	→	U	□	▽
Transporte até o estoque	Rodrigo		12	○	→	U	□	▽
Estoque do Produto Acabado	Rodrigo			○	→	U	□	▽
TOTAL:		645	32,5	9	8	0	0	3

Figura 4 - Mapofluxograma do processo atual

Fonte: Autor

Com o mapofluxograma da figura acima, pôde-se analisar que há excesso de transporte no processo, o que resulta em desperdícios de movimentação desnecessária e transporte. Percebe-se também que 65% das atividades não agregam valor ao produto.

3.4 Análise da situação atual

Realizado o mapeamento do fluxo produtivo, foi concluído que a fábrica possui falhas e desperdícios devido à má disposição de equipamentos e utilização do espaço disponível, como atravessamentos de atividades, ociosidade, movimentação desnecessária, entre outros. A partir de um estudo envolvendo as falhas identificadas e as melhorias que poderiam ser implementadas, seria possível diminuir grande parte desses desperdícios da produção e aumentar a capacidade produtiva, porque a empresa possui recursos para isso, como máquinas, pessoas, equipamentos, espaço físico e o crescimento favorável do mercado.

3.5 Layout proposto

Técnicas de cronoanálise foram utilizadas para monitorar os tempos de movimentação dos operadores e realização das atividades, e levando em consideração as diversas possibilidades de arranjar o espaço da empresa, foi proposto um novo modelo de arranjo físico, ilustrado na figura 5.

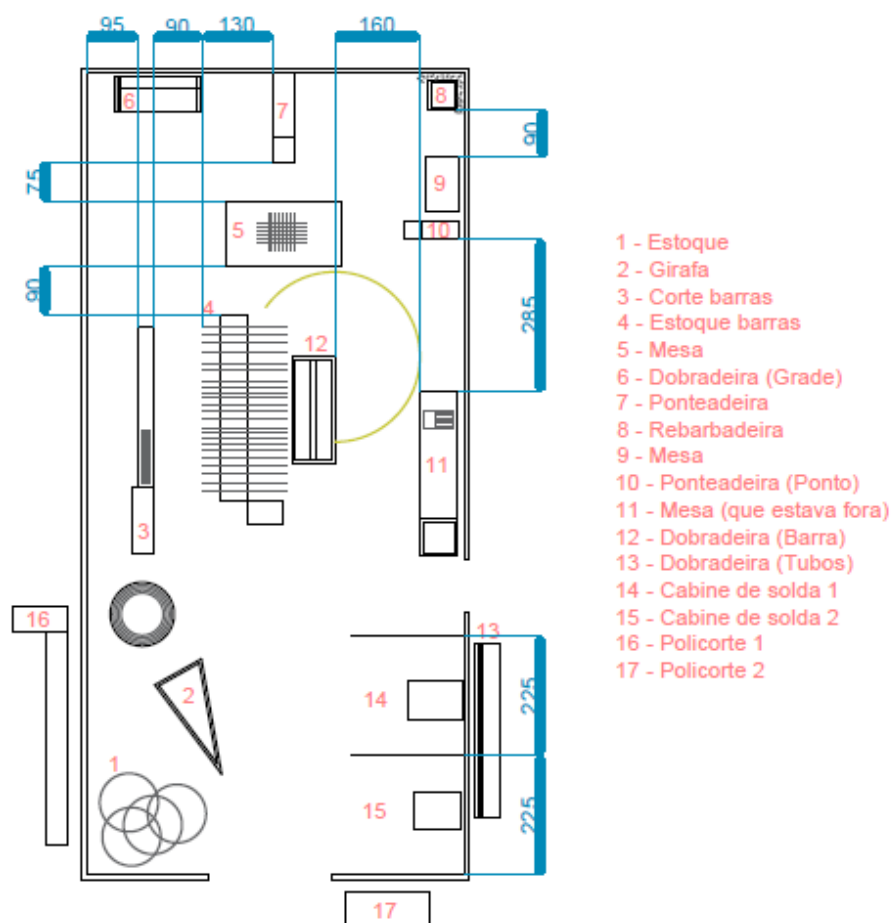


Figura 1 - Layout Proposto
Fonte: Autor

Observa-se no layout proposto que há um fluxo harmônico no processo.

A cesta é desenvolvida seguindo pelos postos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 6, 5, 7, 8, 9, 10.

O chassi segue o fluxo pelos postos 16, 13, 17.

A cesta pronta e o chassi pronto são unidos no posto 14 e finalizados no posto 15, saindo pela porta lateral.

3.6 Mapofluxograma do fluxo produtivo proposto

Observou-se que no layout proposto foi possível diminuir a distância percorrida em 9,5 metros, garantindo assim maior produtividade e maior valor agregado no processo produtivo.

Com base nos dados coletados e com o desenvolvimento de uma proposta de melhoria no layout, foi possível extrair os seguintes dados expostos na figura 6.

MAPOFLUXOGRAMA (proposto)								
PROCESSO:	Fabricação do Carrinho							
ANALISTA:	Rodrigo				DATA		mar/16	
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	RESPONSÁVEL	TEMPO (s)	DISTÂNCIA (m)	PROCESSO				
Recepção da MP (arame de aço)	Rodrigo			●	→	U	□	▽
Transporte até a máquina de corte	Rodrigo		1,5	○	→	U	□	▽
Estoque dos componentes (arames cortados)	Rodrigo			○	→	U	□	▽
Transporte até mesa	Rodrigo		1,5	○	→	U	□	▽
Montagem da grade	Rodrigo	70		●	→	U	□	▽
Transporte até mesa	Rodrigo		1,5	○	→	U	□	▽
Solda da grade	Rodrigo	75		●	→	U	□	▽
Transporte até dobradeira	Rodrigo		1,5	○	→	U	□	▽
Dobra da grade (agora chamada de cesta)	Rodrigo	45		●	→	U	□	▽
Transporte até ponteadeira ponto	Rodrigo		4	○	→	U	□	▽
Solda dos cintos	Rodrigo	60		●	→	U	□	▽
Solda do arco	Rodrigo	35		●	→	U	□	▽
Recepção da MP (tubos e barras)	Rodrigo			●	→	U	□	▽
Transporte até a máquina de policorte	Rodrigo		2	○	→	U	□	▽
Transporte até as dobradeiras	Rodrigo		8	○	→	U	□	▽
Solda entre os componentes (tubos e barras)	Rodrigo	120		●	→	U	□	▽
Estoque	Rodrigo			○	→	U	□	▽
Solda da cesta com o chassi	Rodrigo	240		●	→	U	□	▽
Transporte até o estoque	Rodrigo		3	○	→	U	□	▽
Estoque do Produto Acabado	Rodrigo			○	→	U	□	▽
TOTAL:		645	23	9	8	0	0	3

Figura 6 - Mapofluxograma processo proposto
Fonte: Autor

Percebe-se que as movimentações diminuíram em cerca de 30% com os ajustes propostos. Dessa forma se perde menos tempo em atividades que não agregam valor ao produto.

4. Conclusão

O presente artigo teve como objetivo expor a importância da análise do layout para o processo produtivo, o qual dá ritmo e fluxo à produção. Os resultados deste estudo foram apresentados à direção da empresa estudada, a qual recebeu as propostas de melhoria e planeja colocar as mudanças em prática a longo prazo. Antes, com excessiva movimentação desnecessária e inexistência de fluxo produtivo padronizado, era difícil ter visão sistemática do processo.

Deve-se levar em consideração também a longo prazo a possibilidade de estudos relacionados as práticas de lean manufacturing, visando a eliminação das variabilidades do processo, o que reduziria significativamente as atividades que não agregam valor. Além disso, um estudo ergonômico pode reduzir o tempo gasto nas pequenas movimentações do posto de trabalho, além de melhorar as condições de trabalho para o operador.

Com base no estudo teórico e prático realizado, ficou evidente a melhoria significativa que a readequação das máquinas pode trazer para a empresa, contando com a diminuição dos desperdícios de transporte e movimentação desnecessária, possibilitando, deste forma, um melhor aproveitamento do tempo de produção e agregação de valor ao produto final. Portanto, é de suma importância que o empresário dê a devida atenção ao arranjo físico de sua empresa, seja na concepção da mesma ou após a sua formação, com a finalidade de melhorar seus resultados.

Referências

BARNES, R. M.. *Estudos de Movimentos e Tempos*, São Paulo, editora Edgard Blucher, 1982.

CORRÊA, Henrique, CORRÊA, Carlos. *Administração de Produção e Operações: Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MAXIMINIANO, Antonio Cesar Amaru. *Introdução à Administração*. 7.Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PEINADO, Jurandir, GRAEML, Alexandre Reis. *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)*. Curitiba: UnicenP, 2007.

SHINGO, Shigeo. *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos*. São Paulo: Bookman, 2008.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2008