

OTIMIZAÇÃO DO *LAYOUT* DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA DE PEQUENO PORTE

Wesley Teodoro Ribeiro¹

Prof. Esp. Gustavo Ferreira Rabêlo Garcia²

RESUMO

Como forma de melhoria organizacional, o estudo do *layout* surge para aprimorar processos produtivos em uma organização, propiciando uma economia de espaço, redução de movimentação desnecessária, redução de custos mediante a eficiência produtiva e racionalizações de recursos além de ganhos significativos na qualidade dos produtos. Neste contexto, o presente artigo tem por objetivo: mostrar como o *layout* de uma organização influencia diretamente na eficiência da produção, apresentar uma proposta de reestruturação de *layout* em um processo produtivo de uma indústria metalúrgica de pequeno porte e comparar o *layout* atual ao *layout* proposto. O trabalho será desenvolvido através de revisão bibliográfica, baseada em livros, artigos e *sites* especializados além de um estudo de caso em uma empresa metalúrgica situada no sul de Minas Gerais. A análise demonstrou que, com a utilização do *layout* melhorado, a empresa obterá ganhos significativos de eficiência produtiva.

Palavras-chave: *Layout* de processos. Arranjo físico. Empresa metalúrgica.

1INTRODUÇÃO

Com o mundo empresarial cada vez mais competitivo, as empresas têm investido em métodos e sistemas de aprimoramento de seus processos produtivos, visando a otimização de recursos e buscando preços compatíveis a seus produtos, qualidade intrínseca e atendimento do prazo de entrega.

Dentro deste contexto,este artigo visa mostrar como a reestruturação do *layout* de produção em uma empresa pode ser um dos grandes trunfos para que uma organização consiga melhorar os processos,otimizando os fluxos de materiais e assim sobreviver no

¹ Graduando em Engenharia de Produção pelo UNIS-MG. E-mail: wesleyfjv2010@hotmail.com

²Professor do curso de Engenharia de Produção do UNIS-MG: E-mail:gustavo.garcia@unis.edu.br

mercado ou, até mesmo, expandir seus negócios. Tal abordagem se justifica, por que a organização da produção é tida como um dos principais fatores para que a empresa funcione de uma maneira contínua, organizada e sem risco para o bem estar de seus colaboradores.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston(2009) o *layout* de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. O que de uma forma simplificada, definir o arranjo físico é decidir o posicionamento das instalações, máquina, equipamentos e pessoal da produção. O *layout* de uma organização deve conter estratégias que definam a seqüência de cada mudança de processo e das localizações atuais para aqueles desejadas como meta.

O objetivo deste trabalho é mostrar como o *layout* de uma empresa influencia diretamente na eficiência da produção, propor uma melhoria de *layout* em uma pequena empresa metalúrgica e comparar os ganhos que este o *layout* melhorado pode trazer em relação ao atual.

Este propósito será conseguido mediante de revisão bibliográfica, em livro, artigos, periódicos, sites especializados e também com um estudo de caso em uma empresa do sul de minas que fabrica estruturas metálicas, tanque de combustível, caixas água entre outros.

2 PRODUÇÃO ENXUTA E O LAYOUT INDUSTRIAL

Buscando adaptações as novas condições, as organizações vêm investindo em sistemas de aprimoramento de seus sistemas produtivos, visando otimização dos recursos. Ferramentas e técnicas de qualidade ou de gestão vêm sendo implementadas com finalidade de obter produtos que atendam as necessidades e expectativas dos clientes.

O Sistema Toyota de Produção (STP), também chamado Produção Enxuta, vem ganhando grande espaço nas empresas que desejam manter seus negócios operando com uma margem de lucro melhor, pois este princípio usa técnicas para reduzir custo de fabricação. O STP utiliza-se de vários componentes, dentre eles o Just-in-time, Kanban, Troca Rápida de Ferramenta (TRF), Nivelamento da Produção (Heijunka) e o Fluxo Contínuo. E a implementação desta, demanda profundas modificações, inclusive no *layout* da empresa.

Segundo Shingo (1996) a otimização do *layout* possibilita a eliminação de uma série de perdas devido à movimentação e transporte de materiais e produtos, além de estimular o trabalho em equipe e facilitar o feedback de qualidade, gerando melhores índices de qualidade e produtividade.

Lee (1998) afirma que o estudo do *layout* pode ser a essência de uma produção eficiente, desde que seu projeto trate a localização global até os recursos materiais e humanos, tendo como resultado um ambiente que integre máquinas, pessoas, informações e tecnologias.

Um projeto de reestruturação de *layout* de uma organização deve estar alinhado às suas necessidades atuais, criando assim um ambiente onde as modernas técnicas de produção possam ser implementadas a fim de garantir o crescimento e sobrevivência do negócio. (LUZZI, 2004).

O objetivo do estudo do *layout* é permitir que o arranjo físico apresente um fluxo de trabalho mais eficiente, levando em consideração o ponto de vista da produção. Tal feito tem por consequência a melhoria da qualidade, do atendimento ao cliente e satisfação de seus colaboradores.

Costa (2004) descreve alguns fatores que influenciam clientes, organizações e suas interações. Alguns elementos relacionam o que poderiam ser considerados na elaboração de estrutura física de algumas fabricas. Estes elementos a serem avaliados como planejamento sistemático de *layout* do futuro são:

- a) Projetar planta produtiva para atender às necessidades dos clientes;
- b) Projetar as instalações da fábrica para cumprir os prazos de entrega mais rapidamente;
- c) Planejar *layouts* capazes de uma rápida remoção para comercialização de novos produtos;
- d) A planta produtiva deve estar conectada a fornecedores, produção e clientes;
- e) Reduzir níveis hierárquicos dentro da estrutura da empresa para facilitar as tomadas de decisões;
- f) As pessoas devem ser treinadas e adaptas às mudanças.

2.1 Tipos básicos de *layout*

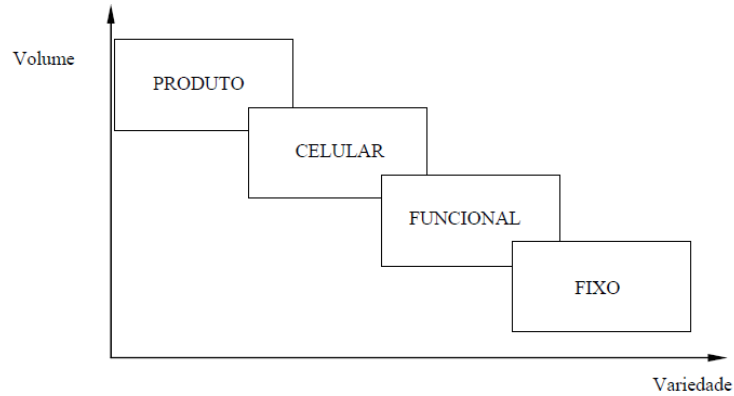
Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), os *layouts* se derivam de quatro tipos básicos: arranjo físico posicional, por processo, celular e por produto

Segundo Silveira (1998) há diferentes níveis de variedade e volume de produção ou serviço, que vão reduzindo a escolha de cada tipo de arranjo físico, ou seja, as empresas enxergam uma necessidade dentro de seu processo produtivo e determina o *layout* melhor estruturado a sua realidade, influenciado por um entendimento de vantagens e desvantagens na implantação desta.

Neste mesmo contexto, Silveira (1998) afirma que a produção tem um volume e a variedade que se correlacionam, conforme mostrado na figura 01. Para Francis (1992) os

layouts por produtos são apropriados para altos volumes e baixa variedade, *layouts* funcionais são para baixo volume e alta variedade, *layouts* celulares são para níveis intermediários de volume e variedade, já os *layouts* fixo são para baixo volume e alta variedade.

Figura 01: Relação Variedade e Volume de *Layout*



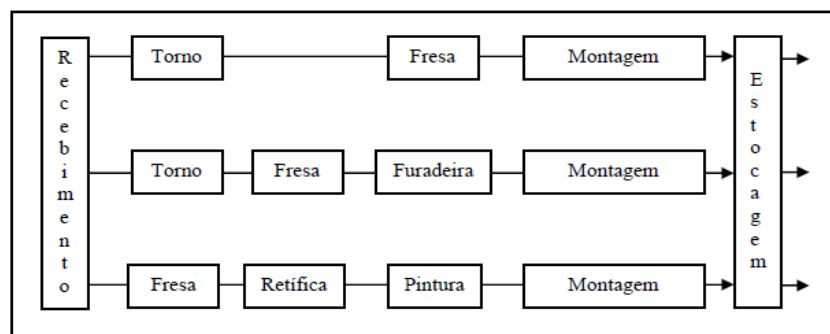
Fonte: Adaptado Silveira (1998).

Devem-se analisar os produtos ou serviços, e verificar para qual o melhor *layout* a ser adotado por cada empresa, porém muitos caso pode-se haver a necessidade de mais de um *layout* para a empresa.

2.2.1 *Layout* por produto ou linha

Layouts por produtos ou em linha são os que os processos são dispostos de uma forma sequencial, ou seja, na medida em que a peça é processada vai se encaminhando para a próxima estação de trabalho. Posicionado sequencialmente, o fluxo de material é direto de uma estação para outra. A figura 2 representa de forma esquemática um exemplo de produção em linha.

Figura 02: representação *layout* em linha



Fonte: Black (1998).

Numa estrutura em linha, os postos de trabalho são agrupados de acordo com a seqüência de operações necessárias para se produzir um produto em particular, sendo uma característica forte das montadoras de veículos no início da produção em massa (DHONDT; BENDERS,1998).

O *layout* em linha segundo Silveira (1998) proporciona um fluxo lógico e simplificado aos processos, proporcionando baixos estoques intermediários, pouca movimentação e manejo resultando em uma diminuição de tempo improdutivo.

Neste tipo de *layout* há uma centralização da organização e planejamento das tarefas pelo responsável da área e também devido a grande divisão de tarefas a possibilidade de qualificação em multi-funções de todos os colaboradores é limitada.

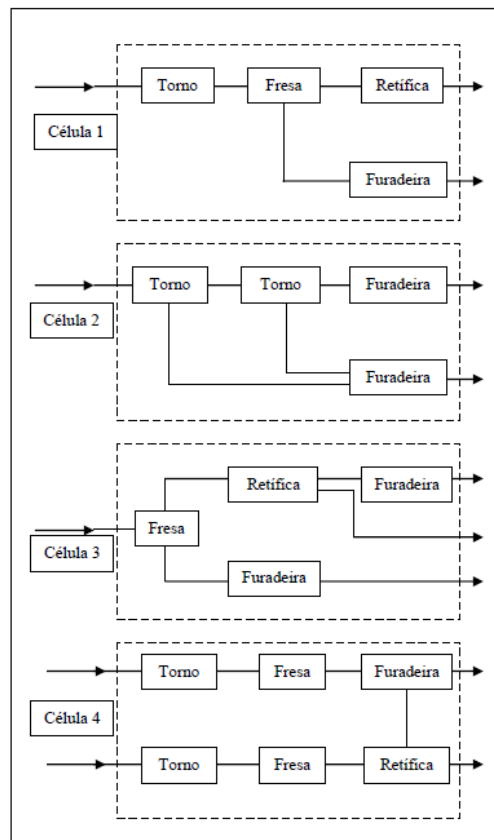
2.2.2 *Layout* celular

As células de manufatura são grupos dedicados que produzam famílias de componentes ou produtos similares, estas contem diferentes tipos de máquinas e equipamentos que realizam todas as operações do produto, estes equipamentos são posicionados em seqüência a fim de se evitar perdas com transporte e movimentação (BLACK, 1998).

Para Black (1998) nas células de manufatura os produtos ficam num menor tempo entre cada processo, as peças são menos manuseadas, os estoques são menores, assim com o tempo regular da máquina e o trabalhador é melhor utilizado.

Por ser trabalhado com famílias de produtos, as características de fabricação se assemelham, permitindo troca rápida de ferramenta agilizando na mudança de um produto para o outro.

Figura 03: Exemplo de *layout* celular



Fonte: Black (1998)

O *layout* celular segundo Silveira (1998) proporciona:

- Uma grande utilização dos equipamentos e baixa ociosidade;
- Criação de grupos multifuncionais e visão do produto;
- Um maior controle do sistema e confiabilidade de entregas;
- Um melhor fluxo e uso do espaço do que o *layout* funcional;
- Uma boa combinação de flexibilidade e integração;
- Uma melhoria dos estoques, setup e tempo.

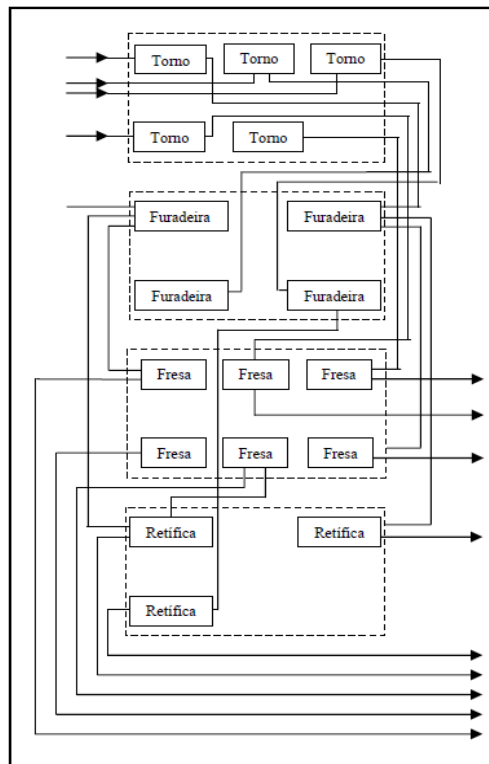
E segundo Tompkinset al (1996) o *Layout* celular possui algumas limitações que são:

- Requer supervisão geral;
- Níveis maiores de capacitação são requeridos dos funcionários se comparado ao *layout* do produto;
- Depende de um fluxo de material balanceado através da célula, ou uma área de armazenamento temporário será requerida;
- Utilização de máquinas de baixo custo se comparado ao *layout* de processo.

2.2.3 Layout funcional

É o *layout* mais comum encontrado nas empresas, caracterizado por grande variedade de componentes e máquinas, neste tipo de *layout* as máquinas e postos de trabalho são agrupados segundo o tipo de operação que realizam, e as peças são movimentadas em lotes de um setor para o outro. A figura 04 mostra um exemplo de um *layout* funcional.

Figura 04: Exemplo *Layout* de uma empresa de usinagem



Fonte: Black (1998)

Conforme mostra a figura, no *layout* funcional, os equipamentos, máquinas e ferramentas são agrupadas de uma forma que cada departamento há um processo, ou seja, furadeira em um departamento fresa no outro etc. A grande vantagem deste tipo de *layout* é de se produzir grande variedade de produtos.

Para Black (1998), O *layout* funcional tem por característica a produção de uma grande variedade de produtos, que resulta em pequenos lotes de produção. Geralmente, esse *layout* é utilizado para produtos não similares a serem produzidos e/ou quando ocorrem rápida mudança no mix de volume e produção (FRANCIS et al, 1992).

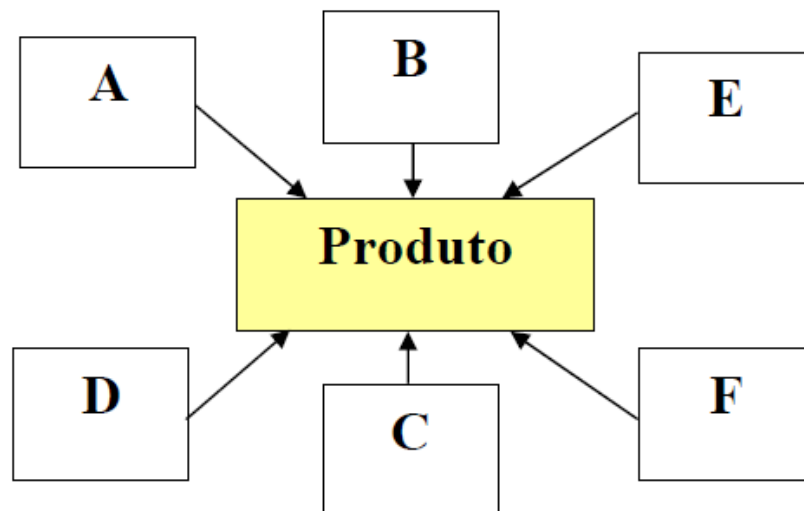
Este tipo de *layout* é usado principalmente em empresa que a fabricação opera com diferentes produtos ou precisam de agilidade na entrega destes

2.2.4 Layout fixo

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), no arranjo físico posicional ou de posição fixa, quem sofre processamento fica estacionário, ou seja, as máquinas, ferramentas e pessoas se deslocam para o correspondente trabalho. Isso se deve porque o produto não pode ser deslocado conforme conveniência. Alguns exemplos deste tipo de produtos são os navios, maquinário de grande porte, difíceis para ser movimento ou até pacientes em uma mesa de cirurgia.

A figura 05 demonstra um exemplo de um *layout* de posição fixa.

Figura 05: Exemplo *layout* fixo



Fonte: Adaptado de Silveira (1998)

A principal dificuldade encontrada no *layout* fixo é de se encontrar espaço para máquinas, ferramentas e outros para o processamento do produto, pois o espaço muitas vezes é limitado dentro de uma empresa. Para Silveira (1998) é necessário organizar também o arranjo físico de tal forma que se possa receber, armazenar suprimentos, e se movimentar a área de execução, sem interferir no trabalho de outras áreas ou pessoa

Algumas vantagens e desvantagem deste tipo de *layout*. As vantagens são:

- a) Movimentação do material reduzido;
- b) Enriquecimento do trabalho, por permitir que os indivíduos ou equipes realizam o trabalho inteiro;
- c) Continuidade das operações e responsabilidade pelo resultado da equipe;

d) Altamente flexível, podendo acomodar mudanças no projeto do produto, mix e volume de produção;

As principais desvantagens são:

- a) Custos unitários muito altos;
- b) As programações de espaço e atividade por ser complexas;
- c) Significativa movimentação de equipamentos e mão de obra;
- d) Pode ocorrer duplicação de equipamentos;
- e) Maiores requisitos quanto a capacidade de funcionário;
- f) Necessidade de supervisão geral
- g) Baixa utilização de equipamentos.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da empresa

Para o presente estudo, foi feita uma proposta melhoria em uma empresa do ramo de estruturas metálicas e serviços metalúrgicos. A empresa estudada se encontra aproximadamente há 20 anos no mercado, está situada na cidade de Coqueiral, Minas Gerais e conta com aproximadamente 36 colaboradores no seu quadro atual.

3.2 Caracterização do estudo

Este estudo tem por objetivo melhoria do *layout* do setor produtivo em uma indústria metalúrgica visando reduzir a distância de trabalho entre um processo e outro, e também redução dos custos com fluxo de materiais e pessoas. Para tal foram feitas visitas na fábrica e entrevistas com colaboradores e foi observado que a mesma não tinha um *layout* de processo definido.

Como auxílio ao estudo foram utilizadas ferramentas de melhoria dos processos, como: fluxograma, mapofluxograma e o método heurístico *Systematic Layout Planning* (SLP).

Segundo Batista et al (2006) o fluxograma auxilia na melhoria do *layout* e tem como função de representar de forma esquemática com auxílio de símbolos, demonstrando a sequência dos processos do fluxo produtivo de determinado setor, iniciando com a entrada de insumos e terminando com o produto acabado.

A simbologia usada para em mapofluxogramas é padronizada pela ASME (*American Society Mechanical Engineers*) e os símbolos que são utilizados neste estudo estão descritos na Quadro 01.

Quadro 01: Simbologia fluxograma

Símbolo	Atividade	Definição da atividade
○	Operação	Significa mudança de estado, forma ou condição sobre um material ou informação. Exemplo: montagem, fabricação, embalagem.
⇒	Transporte	Movimento de um objeto de um local para o outro, exceto em, movimento inerentes a operação ou inspeção do produto.
D	Demora ou espera	Objeto estagnado dentro do processo produtivo, gerando um estoque intermediário.
▽	Armazenamento	Retenção do objeto ou informação no local destinado a este propósito.

Fonte: Simcsik, T (1992)

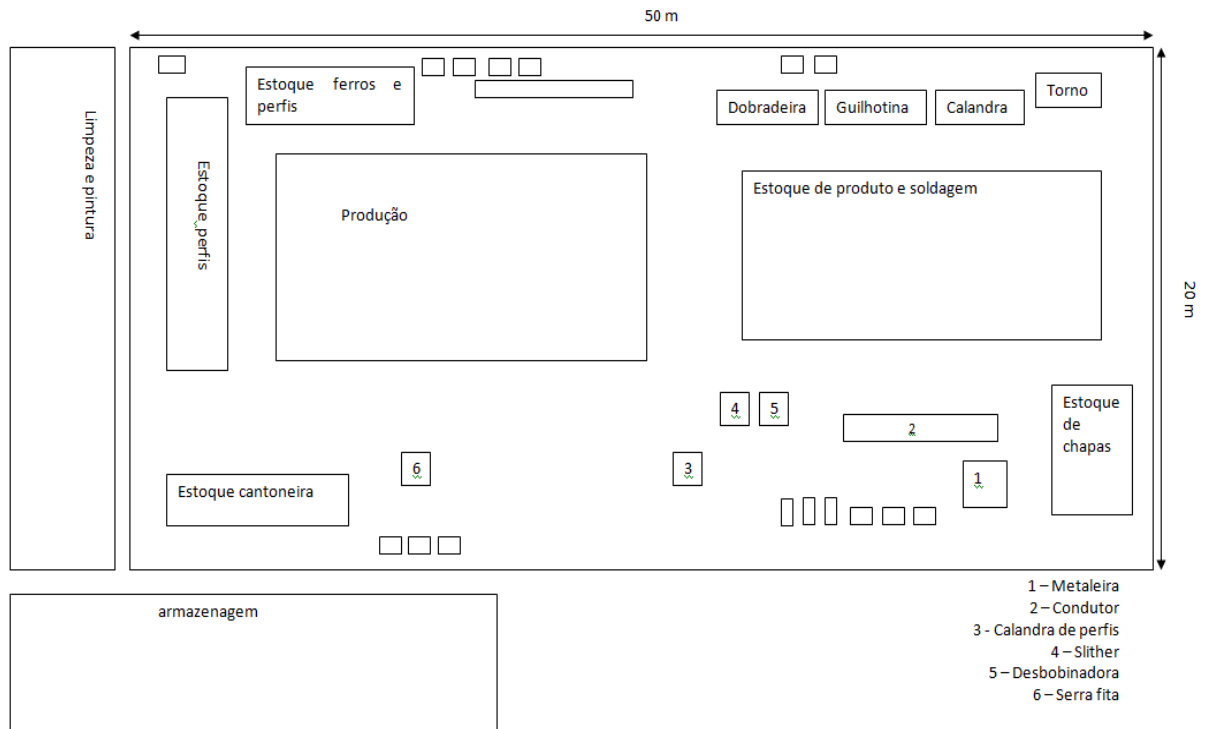
Outra ferramenta utilizada para melhoria do *layout* é o mapofluxograma que, de acordo com Barnes (1977), representa a movimentação física de um determinado produto, por meio dos recursos transformadores de acordo com o *layout* da organização em questão. É usado quando existe interesse em avaliar os tipos de atividades concretizadas nos centros de trabalho por onde passam os itens em processamento; para isso, desenham-se, sobre as linhas, junto a cada centro de trabalho, símbolos gráficos e simbologias normatizados pela ASME.

Já o procedimento do SLP pode ser usado sequencialmente para desenvolver inicialmente um *layout* de blocos e, a partir deste, obter o detalhamento de cada setor planejado (TOMPKINS et al, 1996), este método auxiliar de uma maneira geral a encontrar um melhor fluxo produtivo se que os processos relacionados não se distancie um do outro gerando redução dos custos decorrente a um aumento da eficiência e produtividade, recorrentes ao melhor aproveitamento do espaço, reduzindo a movimentação do material.

3.3 O processo produtivo atual

Para se obter a melhoria do *layout*, é preciso conhecer as condições atuais, buscando dimensionar os gargalos de processamento é mostrado na figura 06 o *layout* atual do setor produtivo da organização objeto de estudo.

Figura 06 – *layout* atual do setor produtivo.



Fonte: O autor.

Para melhor dimensão do problema encontrado, foi primeiramente elaborado um diagrama dimensionado fluxo de materiais e operações no processo produtivo onde o principal produto fabricado é a estrutura metálica e cobertura para galpões, armazéns postos de combustíveis, entre outros. Bem como as distâncias percorridas entre um processo e outro conforme mostra Quadro 02.

Quadro 02: Diagrama de fluxo de processo e operação setor produtivo

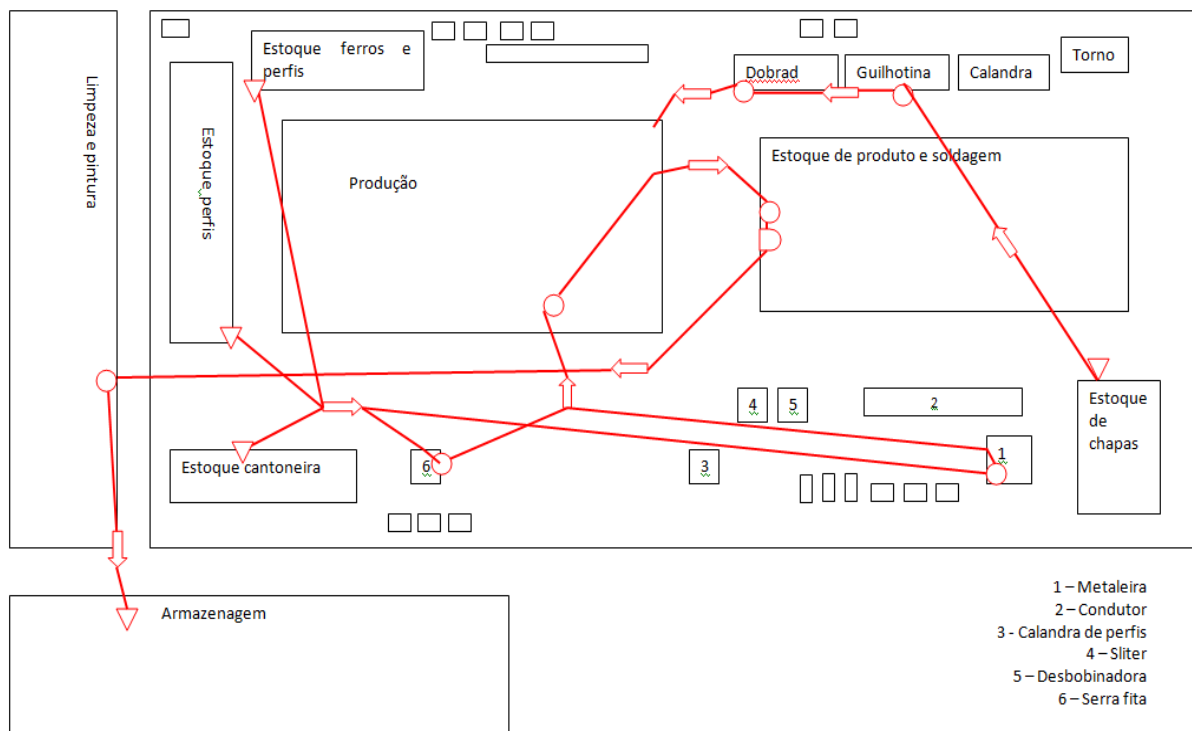
Processo: Produção geral de produtos		Local: Empresa de fabricação de estruturas metálicas	
Nº	Descrição da atividade	Tipo de atividade	Distancia Percorrida (m)
01	Separar matéria prima (chapas, perfis, e cantoneiras)	○ → D ▽	
02	Transporte de matéria prima serra fita	○ → D ▽	11,50
03	Transporte de matéria prima metaleira	○ → D ▽	32,00
04	Transporte de matéria prima calandra	○ → D ▽	22,80
05	Medição e Corte de matéria prima	● → D ▽	
06	Transporte de chapas para dobra (quando necessário)	○ → D ▽	11,60
07	Dobra de chapas (quando necessário)	● → D ▽	
08	Transporte de produtos cortados para fabricação	○ → D ▽	13,20
09	Fabricação e soldagem de estruturas	● → D ▽	
10	Transporte da estrutura metálica	○ → D ▽	11,90
11	Soldagem da estrutura metálica	● → D ▽	
12	Transporte de produto semi-acabado	○ → D ▽	44,30
13	Limpeza da estrutura metálica	● → D ▽	
14	Pintura da estrutura metálica	● → D ▽	
15	Transporte de estrutura metálica ao estoque	○ → D ▽	26,40
16	Armazenagem de estrutura metálica	○ → D ▽	
		TOTAL	173,70 metros

Fonte: O autor

Observa-se com estes que as distâncias percorridas entre processos são relativamente grandes, sobretudo as distâncias de transporte, visto que os produtos fabricados são de grande porte e que a movimentação interna dos produtos é feito pelos próprios operadores, ocasionando a eles um grande esgotamento físico e podendo gerar até lesões na coluna.

A figura 07 apresenta um mapofluxograma do caminho percorrido por estes produtos fabricados na empresa.

Figura 07: Mapofluxograma de fabricação de estrutura metálica



Fonte: O autor.

Para a confecção do mapofluxograma foram utilizados os símbolos gráficos adaptados pela ASME (*American Society Mechanical Engineers*) com a finalidade de definir as atividades executadas durante o processamento, como medições, cortes, fabricação, acabamento e pintura. Conforme apresentado no mapofluxograma, os materiais seguem um fluxo de produção onde os recursos transformadores não estão dispostos de forma sequencial seguindo um fluxo natural de produção e em alguns pontos ocorrem cruzamento de processo, o que considerando um fluxo produtivo alto, ocasiona espera de produtos semiacabados dentro do processo produtivo, reduzindo o espaço de operações e o fluxo de pessoal fica limitado.

Devido a empresa ter como principal produto a fabricação de estrutura metálica, cada obra é um projeto novo, e devido a esse fluxo não contínuo de fabricação, é visto com frequência no setor produtivo movimentação e transporte desnecessário de peças, utilização de áreas produtivas para estoque de produtos semi acabados e uso irracional de transporte retrabalho em produtos acabados, diminuindo a produtividade e como consequência o aumento do custo de produção.

Outro problema ocorrido na organização é o refugo de produção que por adaptação a um novo projeto, muitas das vezes produtos que são cortados e usinados não são utilizados,

estes então são armazenados para que sejam utilizados em outro projeto, o que não acontece tão rápido quanto se espera, pois, como foi dito, cada novo projeto tem suas especificações, é o refugo gerado fica por meses, e em alguns casos, ficam anos estocados esperando que seja aproveitado.

É visto nas figuras anteriores que também há mais de um lugar para armazenagem de matéria prima para os produtos sem senso de ordenação e utilização, com isso perdas são geradas por movimentação desnecessária de matéria prima.

Dessa forma o *layout* deve ser adaptado buscando minimizar as distancias relativas dos itens, melhorando, simplificando e alocando setores com maior interação, evitando assim movimentações obtendo uma menor circulação de material eliminando esperas e movimentações desnecessárias.

3.4 Proposta de melhoria

Para a melhoria do arranjo físico produtivo é preciso minimizar custos de movimentação e facilitar a gestão de todo o processo. De acordo com Sims (1990) “a melhor movimentação de material é não movimentar”. Portanto o *layout* deve apresentar algumas características, tais como: fluxos de operações com distância mínima possível, fluxo seguindo uma direção evitando retornos ou cruzamentos no mesmo equipamento e deve ocorrer de forma clara e concisa.

Utilizando a ferramenta SLP (Planejamento Sistemático do *Layout*), que conforme Yang et al. (2000) apud Costa (2004), é um procedimento que visa identificar dentre as opções de *layout*, a que mais se adapte às necessidades estabelecidas pela empresa. Ele auxilia, portanto, a tomada de decisão, considerando que nem sempre as propostas escolhidas pela empresa são as melhores apontadas pelo método.

O quadro 03 mostra a utilização da ferramenta SLP como tomada de decisão na formação do novo *layout* para organização.

Quadro 03: Tabela de relações

DE	PARA					Área necessária Processos (m ²)
	2	3	4	5	6	
1 - Estoque	A	I	U	U	U	50
2 - Máquinas	-	A	O	U	U	80
3 - Fabricação	-	-	A	O	U	100
4 - Soldagem	-	-	-	A	O	100
5 - Limpeza e acabam.	-	-	-	-	A	200
6 - Armazenamento	-	-	-	-	-	400

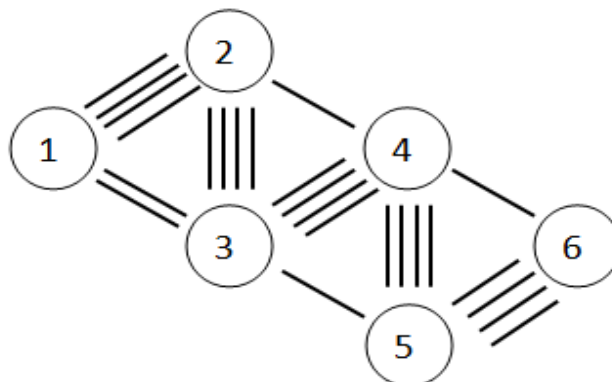
Fonte: o Autor

Onde:

Valor	Proximidade	Linha
A	Absolutamente importante	=====
E	Especialmente importante	=====
I	Importante	=====
O	Proximidade normal OK	=====
U	Sem importância	=====

Através do processo de tentativa e erro, com o auxílio do quadro de relações de processo foi elaborado um grafo de relações com o objetivo de determinar o melhor arranjo físico para o processo estudado.

Figura 08: Grafo de relações



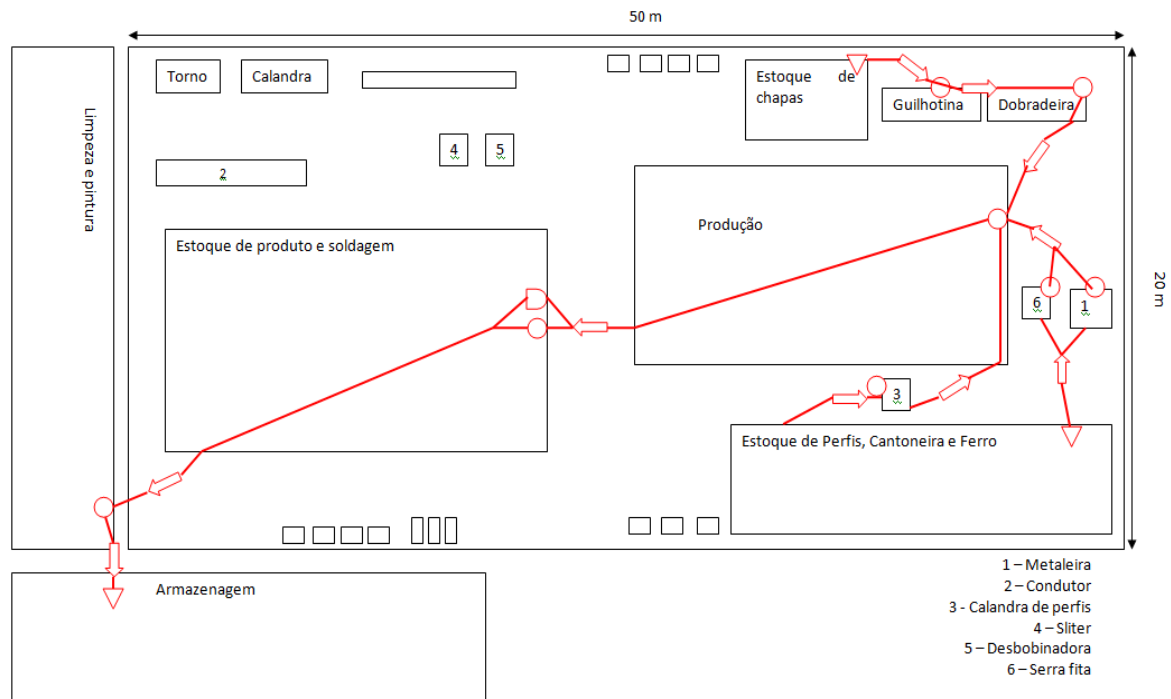
Fonte: O autor.

A proposta foi apresentada com base no *layout* atual, descrito nas figuras 06 e 07 apresentadas anteriormente, assim como diagrama de fluxo de operações e o estudo do SLP.

A apresentação da proposta de melhoria foi levada em consideração o principal produto comercializado pela empresa, que é a estrutura metálica e cobertura para galpões, com isso foi desenvolvido um novo projeto de reestruturação do *layout* considerando em um *layout* por produto e *layout* fixo simultaneamente, onde o *layout* fixo aparece um primeiro momento onde os recursos transformadores são alocados próximo ao recurso transformado, ou seja, todas as máquinas, ferramentas e matéria prima foram alocadas próximas à fabricação dos produtos diminuindo a distância entre as máquinas e produção, já o *layout* por produto será visto quando a movimentação do produto começa, onde este sai do setor de fabricação para o setor de soldagem e depois limpeza, pintura e armazenagem consequentemente.

A figura 08 apresenta a proposta de *layout* para a organização, bem como o novo caminho do fluxo produtivo a ser adotado.

Figura 08: Proposta de *layout*



Fonte: O autor

Com a implantação do novo *layout* será reduzida consideravelmente a distância percorrida pela manufatura além das frequentes movimentações de produto será reduzida, visto que o cruzamento de processos neste novo *layout* não irá acontecer. O quadro 04 traz

uma comparação de como o arranjo físico proposto irá reduzir as distâncias de transporte entre processo.

Quadro 04: Diagrama do fluxo produtivo e operações de comparação *layout* atual e proposto.

Processo: Produção geral de produtos		Local: Empresa de fabricação de estruturas metálicas			
N°	Descrição da atividade	Tipo de atividade	Distância Percor. (metros)		Distância reduzida (%)
			Atual	Propos.	
01	Separar matéria prima (chapas, perfis, e cantoneiras)	○ → D ▽			
02	Transporte de matéria prima Serra fita	○ → D ▽	11,50	4,5	155,55
03	Transporte de matéria prima metaleira	○ → D ▽	32,00	4,5	611,11
04	Transporte de matéria prima calandra	○ → D ▽	22,80	6,30	261,90
05	Medição e Corte de matéria prima	● → D ▽			
06	Transporte de chapas para dobra (quando necessário)	○ → D ▽	11,60	2,10	452,38
07	Dobra de chapas (quando necessário)	● → D ▽			
08	Transporte de produtos cortados para fabricação (valor médio)	○ → D ▽	13,20	5,30	145,28
08	Fabricação e soldagem de estruturas	● → D ▽			
10	Transporte da estrutura metálica	○ → D ▽	11,90	9,30	27,95
11	Soldagem da estrutura metálica	● → D ▽			
12	Transporte de produto semi-acabado	○ → D ▽	44,30	15,80	180,38
13	Limpeza da estrutura metálica	● → D ▽			
14	Pintura da estrutura metálica	● → D ▽			
15	Transporte da estrutura ao estoque	○ → D ▽	26,40	26,40	0
16	Armazenagem da estrutura	○ → D ▽			
		TOTAL	173,7	74,20	

Fonte: O autor

No que diz respeito ao estudo feito a proposta de remodelação do *layout* trará como principal fator positivo uma redução considerável no transportes de produtos do processo produtivo, estima-se que com a proposta apresentada reduzirá em cerca de 1830% a distância percorrida total de um determinado produto produzido, isso acarreta uma melhora na

eficiência do processo, pois uma vez que se reduz o transporte desnecessário dos produtos, reduzirá o tempo de produção deste determinado produto.

Analisando a interação dos processos nota-se também que o fluxo produtivo ficando melhor harmonizado no *layout* proposto, o que facilita a comunicação entre processo como por exemplo o setor de soldagem com o setor de acabamento e pintura.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo avaliar o layout atual de uma indústria metalúrgica de pequeno porte, localizada na cidade de Coqueiral, Minas Gerais. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, buscando livros, artigos e sites especializados; buscando-se, dessa forma, um melhor embasamento teórico para as estratégias propostas.

O objetivo do estudo foi alcançado e os resultados obtidos foram satisfatórios, pois foi provado que se realizado as melhorias indicadas para este processo haverá consideráveis ganhos em eficiência produtiva.

Com o presente estudo pode-se concluir que se realizadas as modificações propostas de melhoria no *layout* haverá ganhos significativos no que diz respeito a eficiência da produção, diminuindo custos de transporte de materiais, custo de mão de obra e custo de manuseio e movimentação.

Estudos como este demonstram como a vida do engenheiro de produção é cheio de desafios e que para superá-los deve-se estar com a mente sempre aberta a novos conhecimentos, por mais simples que sejam.

ABSTRACT

As a form of organizational improvement, the study of layout arises to improve productive processes in an organization, providing space savings, reduction of unnecessary movement, reduction of costs through productive efficiency and rationalizations of resources besides significant gains in product quality. In this context, the purpose of this article is to show how the layout of an organization directly influences the efficiency of production, present a proposal to restructure the layout in a productive process of a small metallurgical industry and compare the current layout with the proposed layout. The work will be developed through bibliographic review and specialized sites besides a case study in a

southern mining metallurgical company. The analysis demonstrated that using the improved layout the company will achieve significant gains in productive efficiency.

Keywords: *Process Layout. Physical arrangement. Metallurgical company.*

REFERÊNCIAS

- BARNES, R. M. **Estudos de Movimentos e Tempos**. São Paulo: Blucher, 1977.
- BATISTA, G. R.; **Análise do processo produtivo**: um estudo comparativo dos recursos esquemáticos. XXIV Enegep. Fortaleza-CE, 2006, p. 09-11 Out 2006.
- BLACK, J.T; **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1998.
- COSTA, A. J; **Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus**. 2004, 123 p. Tese pós graduação em Engenharia de produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- DHONDT, S; BENDERS, J; Missing Links: Production structures and quality of working life in the clothing industry. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 12, 1998.
- FRANCIS, R.L; MCGINNIS, L.F; WHITE, J.A; **Facility Layout and Location**: an Analytical Approach. 2. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1992.
- LEE, Quarterman; **O Projeto de Instalações e do Local de Trabalho**. São Paulo, Editora Imam, 1998.
- LUZZI, A. A; **Uma Abordagem para Projetos de Layout Industrial em Sistemas de Produção Enxuta**: Um Estudo de Caso. 2004, 117 p. Tese de mestrado em profissionalização em engenharia. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R; **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- SILVEIRA, G; **Layout e Manufatura Celular**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- SIMCSIK, T. **OMIS**: organização. Métodos, informação e sistemas. São Paul: Makron Books, 1992.
- SIMS JUNIOR, R. “**MH problems are business problems**”, Industrial Engineering. 1996.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia**. São Paulo: Editora Bookmam, 1996.

TOMPKINS, J.A; WHITE, J.A, BOZER; Y.A; **Facilities Planning**. 2. ed. Nova York:Jonh Willey & Sons, 1996.