

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE A PARTIR DA OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT: UM ESTUDO DE CASO NA FABRICAÇÃO DE ALÇAPÕES

TIAGO LISBOA MATTOS (UNESA)

tiagolmattos@hotmail.com

Larissa dos Santos Rosa (UNESA)

larissa.rosa15@hotmail.com

Alexandre Paranhos Bastos (AXP)

axparanhos@hotmail.com



A proposta do trabalho, é dimensionar a produtividade em relação ao espaço físico, definindo ferramentas, métodos de análise e estudo como um veículo para a otimização. Analisando em cima de um sistema produtivo já existente, foi realizado uma reforma no processo, visando sanar as deficiências e aprimorar a produção, contribuindo para a qualidade e o ganho de produtividade no setor de alçapão de uma fábrica de pré-moldados.

Palavras-chave: Layout, Produtividade, Projeto de fábrica e de Instalações Industriais, Mapeamento de Processos

1. Introdução

Empresas que não se atualizam e não caminham por evoluir, acabam ficando para trás na corrida mercadológica, as que se mantêm fiel a filosofia de que sempre pode haver progresso, acabam encontrando boas posições em relação aos competidores.

Fomentar a economia da construção civil, vem por diversas vezes, através do investimento em novas pesquisas e tecnologias. Sua industrialização encontra-se em desenvolver novos métodos de produção, reduzindo custos, aprimorando a qualidade e diminuindo perdas faz parte de uma economia saudável e empreendedora. A construção civil, por meio do advento de peças pré-moldadas, sofre esses constantes processos de industrialização e conforme Mamede (2001), através deste processo se consegue reduzir desperdícios, aumentar a produtividade e rapidez da obra.

Na busca por melhorias que sejam econômicas, de baixo custo e que não afetem negativamente a economia da empresa, a otimização do espaço físico é apresentada como uma possibilidade viável de ser implantada e de possuir retornos rápidos em relação à produtividade da empresa, logo seus possíveis ganhos financeiros e boa colocação no mercado.

A partir da decisão de otimizar o espaço, o presente estudo de caso é realizado sobre um layout já existente, onde foi levantado informações, estudado e apresentado uma otimização no setor de alçapão em gesso de uma empresa de perfilados.

2. Referencial Teórico

2.1. Mapeamento de Processos

2.1.1. Fluxograma

O fluxograma nada mais é do que a representação de atividade através de símbolos gráficos que descrevem passo a passo a natureza e o fluxo de todo um processo. O objetivo dele se constitui em apresentar de forma descomplicada a sequência de informações e elementos do sistema operacional a ser executado.

Segundo Barnes (1977), a American Society Mechanical Engineers ASME, apresentou um padrão para a aplicação de 05 símbolos, conforme apresentado na Figura abaixo.

Figura 1 – Simbologia

Símbolo	Operação	Definição da Operação
	Operação	Uma operação existe quando um objeto é modificado intencionalmente numa ou mais das suas características. A operação é a fase mais importante no processo e, geralmente, é realizada numa máquina ou estação de trabalho.
	Transporte	Um transporte ocorre quando um objeto é deslocado de um lugar para outro, exceto quando o movimento é parte integral de uma operação ou inspeção.
	Inspeção	Uma inspeção ocorre quando um objeto é examinado para identificação ou comparado com um padrão de quantidade ou qualidade.
	Espera	Uma espera ocorre quando a execução da próxima ação planejada não é efetuada.
	Armazenamento	Um armazenamento ocorre quando um objeto é mantido sob controle, e a sua retirada requer uma autorização.

Fonte: Barnes (1977)

2.1.2. Mapofluxograma

O mapofluxograma representa toda movimentação física de um item, através dos centros de processamento dispostos no arranjo físico de uma instalação produtiva. Assim, o mapofluxograma do processo torna-se importante a partir do momento que o deslocamento se torna parte relevante no processo (CORREIA et al, 2002).

O curso ou rota física do item, que pode ser produto, material, formulário ou pessoa, é apresentado por linhas gráficas, que indicam movimento sobre a planta baixa em escala da instalação envolvida.

A trajetória ou rota física do item, que pode ser produto, material, formulário ou pessoa, é desenhado, por meio de linhas gráficas com indicação de sentido de movimento, sobre a planta baixa em escala da instalação envolvida.

O mapofluxograma fornece uma visão geral do processo detalhado no fluxograma sobre o layout da empresa, gerando a percepção das operações ocorridas em cada local (TARDIN, 2013).

2.1.3. Diagrama de espaguete

Corresponde como um mapa de fluxo que permite desenhar e analisar a movimentação de pessoas e dos materiais em processo de uma determinada instalação.

O diagrama de mapa de fluxo (ou diagrama de espaguete) possibilita a análise de movimentação das pessoas e dos materiais de uma determinada área, com esse tipo de gráfico é possível a aproximação de postos de trabalho para reduzir movimentação (SILVA, 2009).

Com a utilização dessa ferramenta capaz de medir os deslocamentos dos operadores em uma determinada operação, através dessas distancias melhora a capacidade de identificar a necessidades de resenhar o fluxo, deslocando os operadores e minimizados os espaços entres os processos (FAVERI, 2013).

2.2. Sistemas Produção

Sistema de produção é um conjunto de atividade e operações inter-relacionadas, envolvidas na produção de bens ou serviços, segundo Moreira (2002). Podem ser nomeados em quatro tipos: contínuo, repetitivo em massa, repetitivo em lotes e projeto.

Associados ao volume de produção e grau de variedade é possível assimilar a definição do tipo de layout a ser escolhido. Por diversas vezes, baseado no nível de complexidade do processo, pode haver vários tipos de sistemas de produção num único layout. A tabela abaixo demonstra uma maneira de entender a classificação de um processo.

Tabela 1 – Características dos sistemas de produção

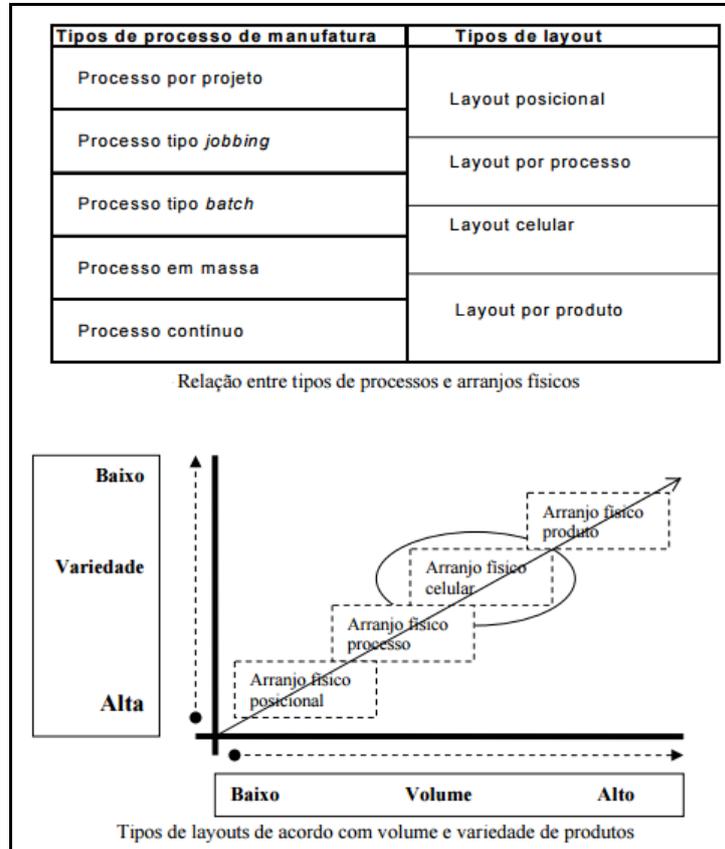
	Contínuo	Repetitivo em massa	Repetitivo em lotes	Projeto

Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Qualificação da Mão de Obra	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitários

Fonte: Gerlach (2013)

Na figura abaixo, Slack (2009) posiciona a decisão de um arranjo físico correlacionando com o tipo de processo, variedade e quantidade, apresentando quatro tipos de layouts: arranjo físico posicional, por processo, celular e por produto.

Figura 2 – Tipos básicos de layout



Fonte: Slack (2009)

- Arranjo físico posicional: quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto o maquinário, equipamento, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário, é apropriado para ambientes, onde tenhamos baixo volume de produção e alta variedade de produtos;
- Arranjo físico por processo: é assim chamado pois, as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo é que dominam a decisão sobre o *layout*, ou seja, processos similares são postos juntos, está situado em zonas mediadas de volume e variedade;
- Arranjo físico celular: corresponde a células de trabalho, onde todos os recursos transformadores necessários para atender a demanda estão disponíveis, situado em zonas mediadas de volume e variedade;

- Arranjo físico por produto: os recursos transformadores estão distribuídos de acordo com a conveniência do recurso a ser transformado, está ligado a alto volume de produção e baixa variedade de produtos.

2.2.1. Diagrama de Relacionamento

Uma ferramenta quantitativa que mede a proximidade entre os setores de produção. Desenvolvido por Muther (1961), o diagrama apresenta o grau de importância e compatibilidade entre dois setores. A Figura abaixo exemplifica o diagrama:

Figura 3 – Diagrama de relacionamento

Setor A							Cód.	Proximidades
A	Setor B						A	Absolutamente Importante
U	I	Setor C					E	Especialmente Importante
A	I	A	Setor D				I	Importante
O	X	X	E	Setor E			O	Pouco Importante
I	O	O	U	U	Setor F		U	Sem Importância
O	O	U	I	I	A	Setor G	X	Não desejável

Fonte: Muther (1961)

2.2.2. Aspectos ergonômicos

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

De maneira geral, domínios de especialização da ergonomia são ergonomia: física, cognitiva e organizacional.

2.3. Produtividade

Paranhos (2008) posiciona que produtividade é a eficiência do rendimento produzido. que pode ser definido como um alicerce da produtividade que se baseia em produzir com eficiência de maneira eficaz, onde uma operação feita com eficiência, e carente de eficácia

para a conclusão de determinado plano, passa a ser inútil, pois não agregará nada de substancial, por mais bem feito que tenha sido executado. Toda atividade que foi gerada em prol de uma meta principal é atribuída a definição de produtiva.

Analisar as metas da empresa e focar em resultados, atividades e processos que realmente interessem a essas metas, contribuiu para o ganho da produtividade dentro da organização. Manter um equilíbrio entre eficiência e eficácia torna-se um desafio nunca eliminado dos empreendimentos e que deve ser sempre aprimorado.

2.4. Alçapão

Um alçapão é uma peça utilizada na construção civil para acionar outra área, sem comprometer a estética e a harmonia do ambiente. Podem ser encontrados principalmente em tetos. O alçapão do estudo é feito de gesso acartonado, composto por uma tampa e uma moldura.

Seu acesso ao teto é feito empurrando-se a tampa removível, e em seguida, descansando-a lateralmente perto da abertura do compartimento ou até mesmo removendo a tampa através da abertura.

O alçapão agrega como uma solução viável arquitetônica que permite a flexibilização entre determinadas áreas do projeto, mantendo o conforto acústico e ganho do espaço.

Figura 4 – Embalagem do alçapão



Fonte: Elaborado pelo autor (2016). Extraído da empresa.

Figura 5 – Alçapão instalado



Fonte: Empresa.

3. Metodologia Aplicada

As ferramentas apresentadas na fundamentação teórica, auxiliaram na construção do antigo e novo layout, para representar o processo visualmente e facilitar a identificação de gargalos produtivos e áreas críticas.

O levantamento de dados (1º etapa do estudo de caso), durante 6 meses, baseou-se em conhecer as características da empresa, seus colaboradores, matérias primas, produtos, equipamentos, processos utilizados e o arranjo físico atual.

Após a primeira fase. Foi mapeado todo o processo de fabricação do alçapão e realizado encaves para a visualização do processo:

- a) Representar o layout encontrado
- b) Construir fluxograma e mapofluxograma do primeiro layout
- c) Desenvolver o diagrama de espaguete

Tendo os dados da situação atual, foi possível realizar um diagnóstico e propor uma otimização no espaço físico. Foram construídas novas ferramentas que ajudassem a visualização do novo processo proposto:

- a) Novo fluxograma
- b) Diagrama de relacionamento
- c) Novo layout
- d) Novo mapofluxograma
- e) Novo diagrama de espaguete

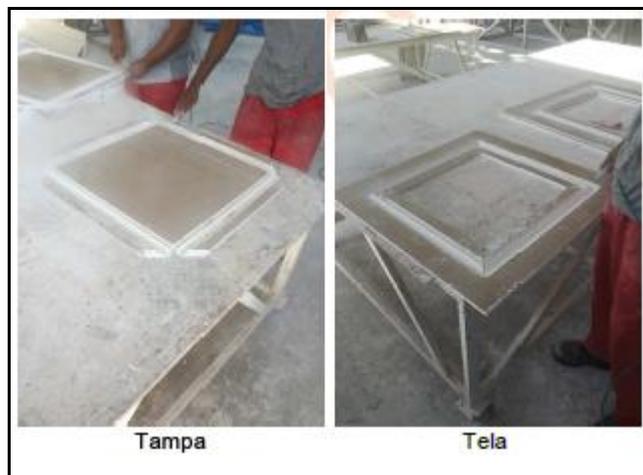
Possuindo as duas situações, ao final comparadas e analisadas, ocorreu o exame dos dados e resultados da pesquisa.

4. Estudo de Caso

4.1. Descrição do processo

O alçapão é constituído de 2 peças: tampa e tela, Figura 6. É obtido através de corte e montagem, sendo a primeira parte, realizada por uma máquina e a segunda, atividade manual.

Figura 6 – Peças que compõe o alçapão



Suas etapas são divididas em: Fabricação, Limpeza, Montagem e Embalagem. A figura abaixo representa o processo mais detalhado:

Figura 7 – Fluxo de fabricação de um alçapão simples



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A etapa de corte é abastecida por uma placa de gesso acartonado, com dimensões de 2400mm por 1200mm. A máquina que realiza o corte das peças é automatizada e através de um software, manipula desenhos e cálculos para cortar alçapões de diversas formas e tamanhos.

A limpeza fica por conta dos operadores, feita manualmente e em duas etapas. A primeira como uma pré-limpeza realizada com um compressor de ar que remove o pó e os dejetos deixados pelo corte. Na segunda parte, uma limpeza mais pesada é feita, retirando rebarbas e acertando os cortes.

A montagem também é feita manualmente, aonde é realizada a colagem e união das peças que são tratadas pela limpeza. Quando necessário ou quando solicitado pelo cliente, após o processo de limpeza, dobradiças e puxadores são colocados. Os orifícios de instalação também são cortados pela máquina.

O processo de embalagem corresponde ao empacotamento do lote de alçapões prontos para a expedição, também feito de forma manual.

O modelo mais demandado é o de dimensões 50cm x 50cm, devido a isso, será o produto analisado no estudo.

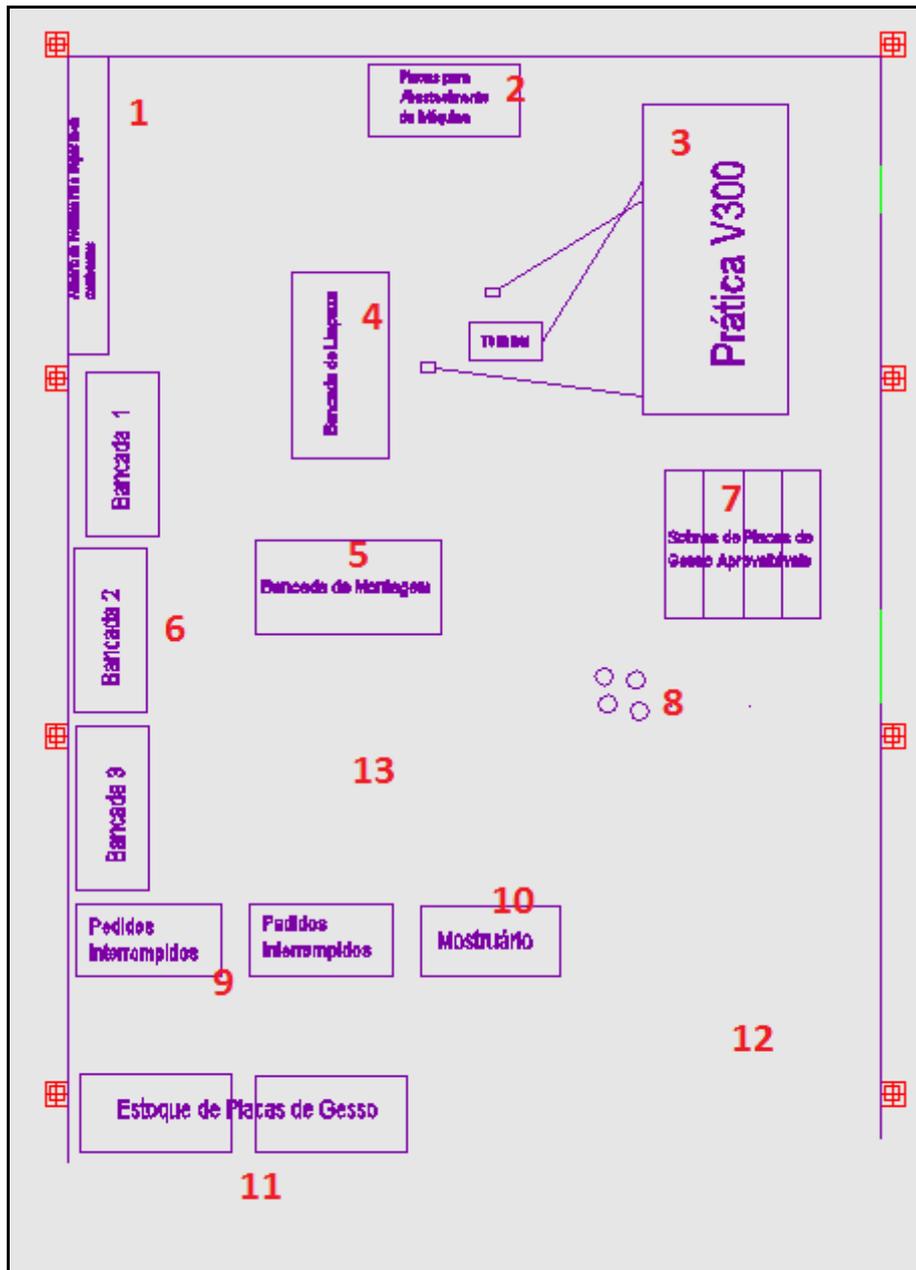
4.2. Layout Encontrado

Os postos de trabalho foram decompostos e numerados para fácil visualização:

1. Armário de ferramentas;
2. Área de armazenamento de placas de gesso acartonado para alimentação da máquina;
3. Máquina de corte de placas de gesso;
4. Bancada de limpeza de peças cortadas;
5. Bancada de montagem de peças cortadas;
6. Bancadas de apoio, utilizadas para armazenamento de produto pronto;
7. Área de armazenamento de sobras de placas cortadas;
8. Toneis de lixo;
9. Bancadas de armazenamento de produtos interrompidos;
10. Mostruário de peças;
11. Área de estoque de placas de gesso acartonado;
12. Acesso por onde entra a empilhadeira quando necessário;
13. Área de estocagem do pallet com os produtos prontos e embalados;

A figura 8 descreve o layout antigo, um galpão de 13 metros por 19 metros com os postos apresentados:

Figura 8 – Layout encontrado



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

4.3. Fluxograma

Com a unidade de fabricação funcionando foi elaborado um fluxograma detalhado de todo o processo com 57 tarefas, de acordo com a literatura. Todo o caminho do operador para processar o produto foi desenhado. A Figura 9 ilustra apenas parte dele, devido ao tamanho, porém o mesmo está disponível no Apêndice A.

Figura 9 – Fluxograma do processo produtivo

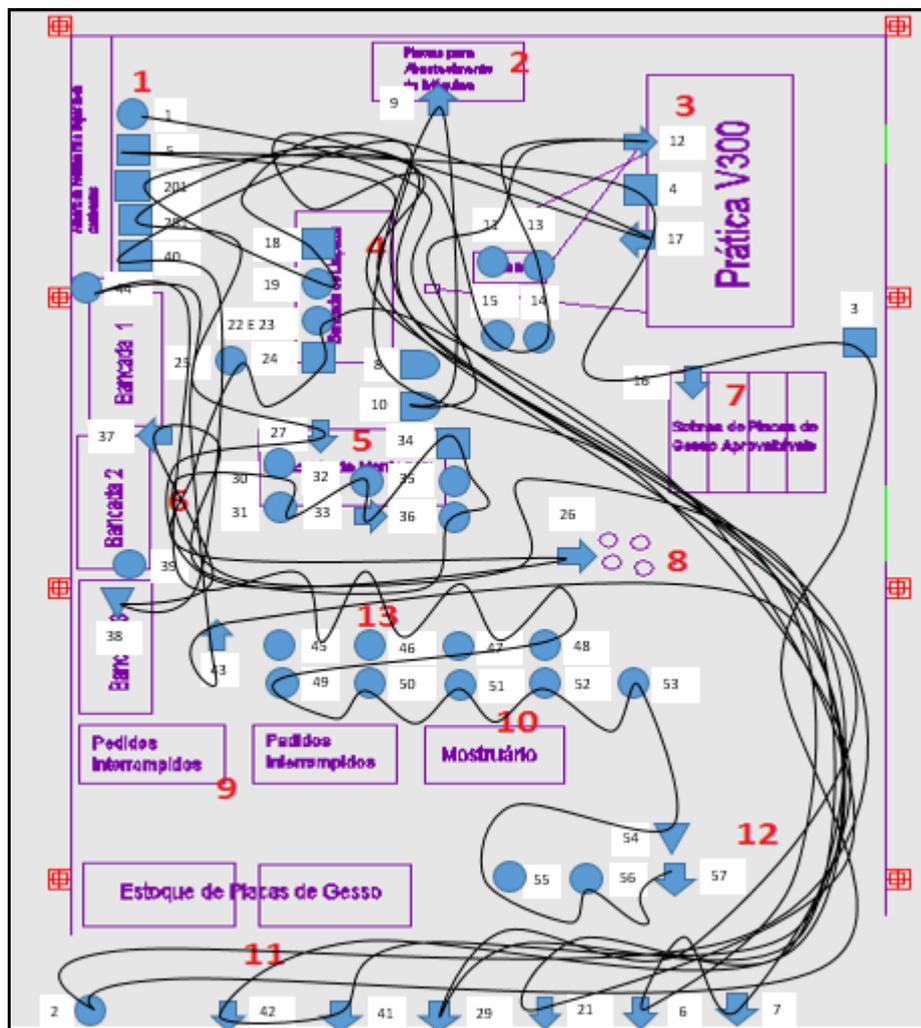
Tarefa	Distância percorrida (m)	Símbolos	Operação
1		● → □ D ▽	Colocar EPI's;
2	40	● → □ D ▽	Pegar a Ordem de Produção;
3	20	○ → ■ D ▽	Preparar o Posto do trabalho: Ligar máquina de Corte, Compressor e filtro;
4	15	○ → ■ D ▽	Efetuar rotinas de manutenção dos equipamentos conforme periodicidade;
5	8	○ → ■ D ▽	Verificar as ferramentas e material de trabalho;
6	8	○ → □ D ▽	Pegar materiais no estoque ;
7	40	○ → □ D ▽	Solicitar ao operador de empilhadeira o reabastecimento de placas de gesso acartonado novas;
8	6	○ → □ ■ ▽	Afastar bancadas de limpeza e montagem para entrada da empilhadeira;
9		○ → □ D ▽	Receber o estoque de placas de gesso acartonado da empilhadeira;
10		○ → □ ■ ▽	Retornar a posição original das bancadas de limpeza e montagem;
11		● → □ D ▽	Programar o pedido;
12	9	○ → □ D ▽	Abastecer a máquina com placa nova;
13		● → □ D ▽	Travar a máquina pisando no pedal
14		● → □ D ▽	Iniciar o corte, iniciando o ciclo;
15		● → □ D ▽	Destruir a máquina;
16	4	○ → □ D ▽	Retirar as partes que não foram cortadas de cima para baixo, segregando-as em local apropriado de acordo com a possibilidade de reutilização;
17	15	○ → □ D ▽	Retirar as peças cortadas uma a uma e coloca-las sobre a bancada de limpeza;

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

4.4. Mapofluxograma

O mapofluxograma (Figura 10) foi construído para gerar uma visão mais clara do comportamento do processo produtivo em operação, ou seja, alocando cada operação do fluxograma na região específica do layout.

Figura 10 – Mapofluxograma do processo produtivo

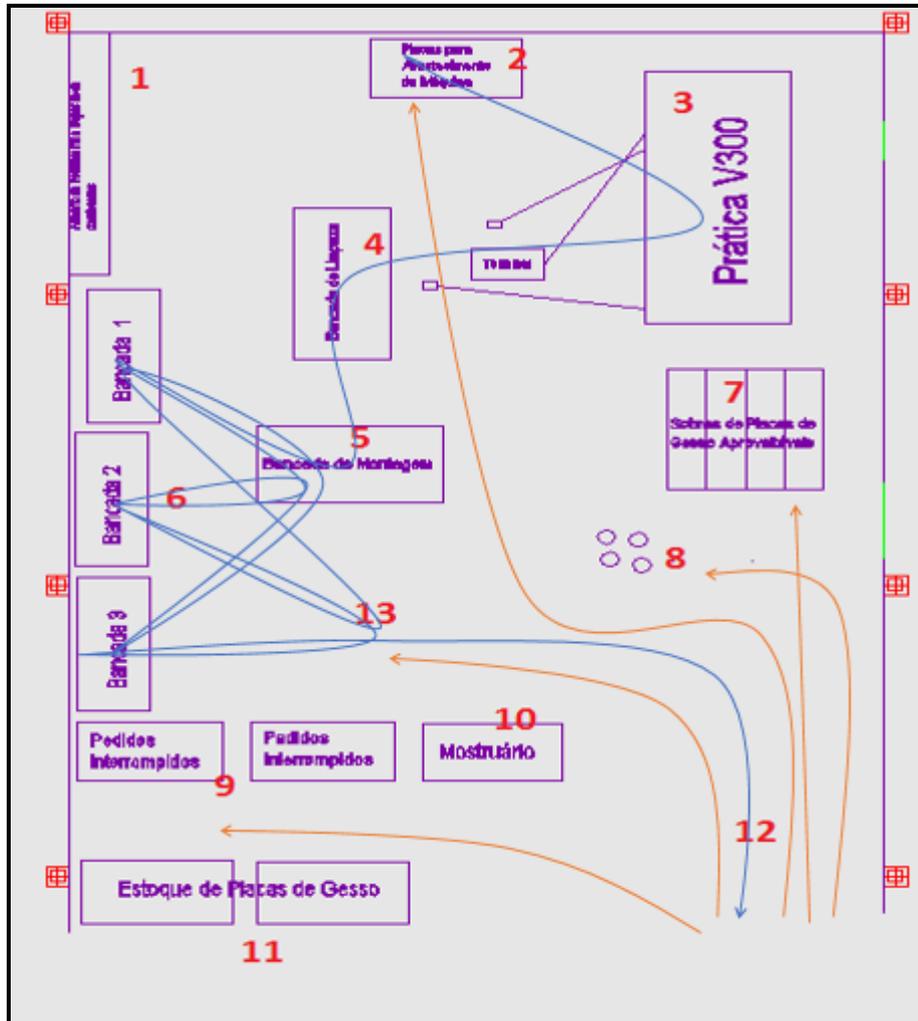


Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

4.5. Diagrama de Espaguete

A Figura 11 demonstra dois fluxos que ocorrem no processo produtivo, de azul o fluxo do processo de fabricação do produto e de laranja a movimentação de carga através da utilização da empilhadeira para apoiar as atividades necessárias.

Figura 11 – Diagrama de espaguete no layout encontrado



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

4.6. Diagnóstico da Situação Encontrada

Pela descrição das atividades, e com auxílio das figuras 8 e 10 pode-se afirmar que o tipo de processo utilizado pela empresa é em lotes, distribuído em um layout por processo, embora sua divisão de processos não seja a ideal.

Nenhum estudo de layout havia sido realizado antes, portanto, a própria distribuição das máquinas e postos de trabalho foram escolhidos sem nenhum estudo previamente realizado.

Na figura 10, captamos rapidamente que havia uma poluição visual e um fluxo desordenado de produção. É possível identificar e ter noção da distância espacial dos postos de trabalho e a distância percorrida pelo operador é exagerada, devido a quantidade de voltas que ele tem que dar para processar um único lote.

A figura 11, captura o processo de abastecimento e movimentação de materiais. Um congestionamento pode ser previsto, devido ao tamanho que a empilhadeira necessita para levar e recolher materiais, passando por meio de todo processo e interrompendo algumas funções como as etapas de limpeza (área 4) e montagem (área 5) que acabam tendo que dar passagem à empilhadeira, deslocando-se para possibilitar tal acesso.

Nota-se, que as operações de limpeza, não condizem muito bem com seus espaços ocupados, como por exemplo, o setor de limpeza, que por natureza, gera muita poeira e resíduos, que acaba se localizando no meio do galpão. Para os operários limparem a área por acúmulo de pedaços de peças do processo de limpeza, precisavam se deslocar, várias vezes, até os toneis para efetuarem o descarte.

Pode ser percebido que não existe áreas de estoques delimitadas e livres para operação sem interferências, o que pode gerar mais movimentação de carga para liberação de espaços para trânsito.

4.7. Otimização do Layout

O primeiro passo para o planejamento do *layout*, deve-se verificar o grau de relacionamento entre todos os postos de trabalho, como mencionado no referencial teórico, utilizaremos o diagrama de relacionamento para definir sua relação de proximidade entre si.

Figura 12 – Diagrama de relacionamento

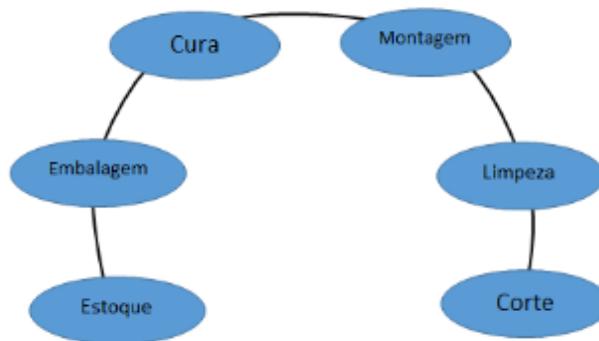
Corte - Linha de Produção						
A	Limpeza - Linha de Produção					
E	A	Montagem - Linha de Produção				
O	E	A	Cura - Linha de Produção			
U	O	E	A	Embalagem		
I	U	U	U	A	Estoque	
U	U		I	E	A	Expedição

Cód.	Proximidades
A	Absolutamente Importante
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Pouco Importante
U	Sem Importância
X	Não desejável

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Observando a Figura 13 a proximidade entre os setores segue a sequência de cima para baixo. Respeitando a dificuldade de locomoção da máquina de corte e para melhor disposição dos espaços, o melhor arranjo dos processos é a construção do *layout* em formato de “U”, segue figura abaixo:

Figura 13 – Disposição das áreas na fábrica quanto a proximidades



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Foi elaborado um layout visando solucionar os problemas:

- Melhor aproveitamento dos espaços;
- Redução das distâncias percorridas;
- Organização visual;
- Área de fluxo de máquinas identificada;
- Fluxo de pessoas, máquinas e produtos mais seguro;

- Respeitar as diretrizes da NR-12;
- Aproximação das áreas de processo.

4.7.1. Novo Layout

Figura 14 – Layout proposto



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

As mudanças em evidência foram:

- Uma área delimitada para movimentação de máquinas e materiais, facilitando o acesso e segurança do setor;

- Lugar de abastecimento modificado, onde procurou não causar interferência nos outros processos ao alimentar a máquina;
- Bancada de Limpeza (área 4), com ganho de coifa para aspirar melhor as partículas suspensas e posicionada estrategicamente ao lado da etapa seguinte;
- Toneis de lixo (área 8) bem posicionados às áreas de utilização, reduzindo deslocamentos;
- A Bancada de montagem ganhou rodinhas visando facilitar o deslocamento para as áreas de cura;
- As bancadas (área 6), antes usadas como apoio, passaram a ser utilizada para cura ou secagem das peças;
- A área de embalagem, 13, foi demarcada e posicionada em local fixado a frente das bancadas de cura ou secagem junto com acesso a área de movimentação das máquinas;
- Área de estoque de produtos acabados (área 12), retirada anteriormente do centro da produção juntamente com a área de embalagem e deslocado para a parte mais externa da área da fábrica e também com acesso a área de movimentação de máquina.

4.8. Avaliação dos Resultados

As atividades e aplicações das ferramentas de fluxograma e mapofluxigrama foram responsáveis por dar instância e visibilidade no processo, ganhando estratégias de padronização, redução de deslocamentos desnecessários, organizar atividades afins e retirar outras que não agregam valor. Os resultados foram listados e comparados na Figura abaixo:

Figura 15 – Ganhos com a otimização do layout

VISÃO POR OPERAÇÃO		GANHO				DEPOIS				ANTES			
Símbolo	Operação	Distância percorrida		Operações		Distância percorrida		Operações		Distância percorrida		Operações	
		(m)	%	(qtde)	%	(m)	%	(qtde)	%	(m)	%	(qtde)	%
●	Operação	-80	98,77%	-2	7,14%	1	1%	26	58%	81	26%	28	49%
➔	Transporte	-81	58,70%	-5	31,25%	57	81%	11	24%	138	45%	16	26%
■	Inspecção	-19	30,65%	-3	33,33%	43	30%	6	13%	82	20%	5	18%
⬇	Exporta	-5	100,00%	-2	100,00%	0	0%	0	0%	5	2%	2	6%
▼	Armazenamento	-10	47,62%	0	0,00%	11	10%	2	4%	21	7%	2	6%
		-196	63,64%	-12	21,05%	112	100%	45	100%	308	100%	57	100%

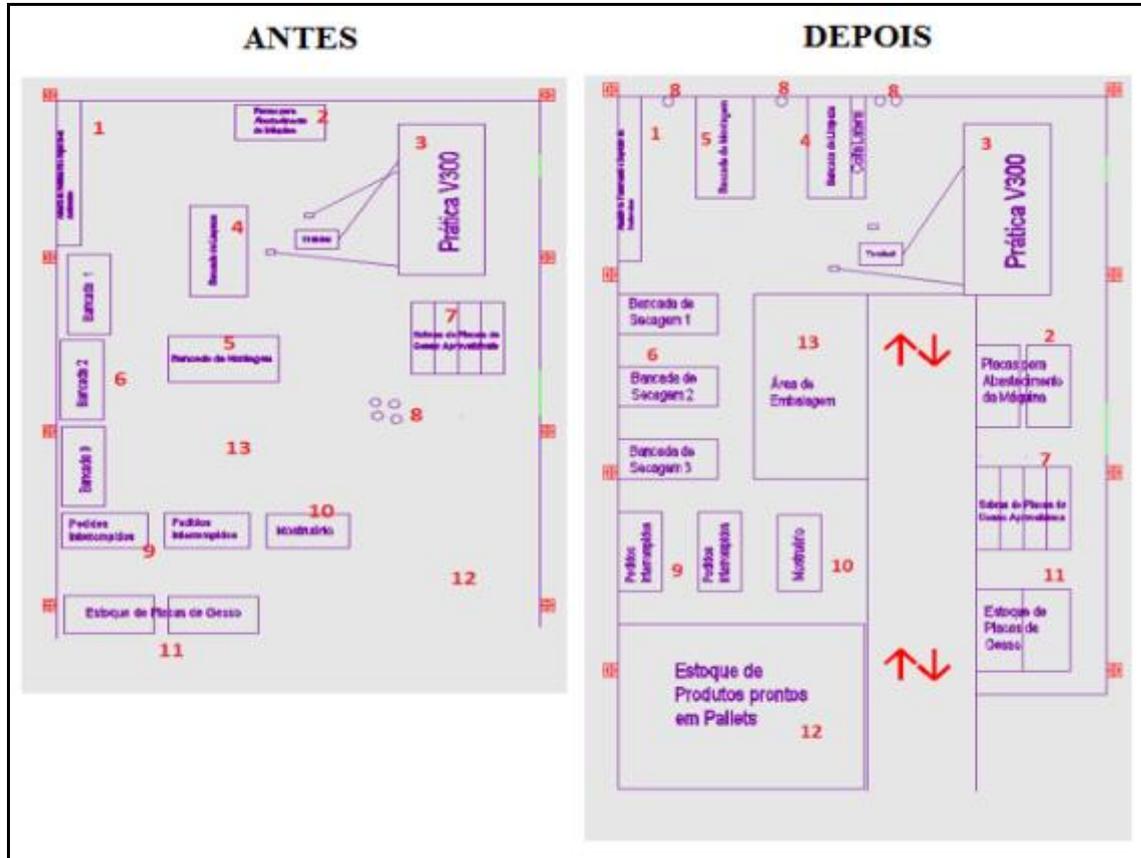
VISÃO POR ÁREA		GANHO				DEPOIS				ANTES			
Área de Operação		Distância percorrida		Operações		Distância percorrida		Operações		Distância percorrida		Operações	
		(m)	%	(qtde)	%	(m)	%	(qtde)	%	(m)	%	(qtde)	%
Linhas de Produção		74	45,12%	6	16,67%	90	80%	30	67%	104	58%	36	65%
Estoque		71	89,87%	5	83,33%	8	7%	1	2%	79	26%	6	11%
Embalagem		51	78,46%	1	7,14%	14	15%	13	29%	65	21%	14	25%
Expedição		0	0,00%	0	0,00%	0	0%	1	2%	0	0%	1	2%
		196	63,64%	12	21,05%	112	100%	45	100%	308	100%	57	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Conforme pode ser visto na Figura 15, a padronização de atividades juntamente com o estudo do novo layout, proporcionou uma redução de distâncias de 196m ou 63,64%, dados significativos de esforço reduzido.

Na Figura 16, foi possível comparar os layouts e verificar que a proposta de modificação serviu implementando o processo em cadeia, respeitando seu fluxo, dando espaço e segurança necessários à produção, ganhando uma visão organizada da fábrica.

Figura 16 – Comparação entre layouts



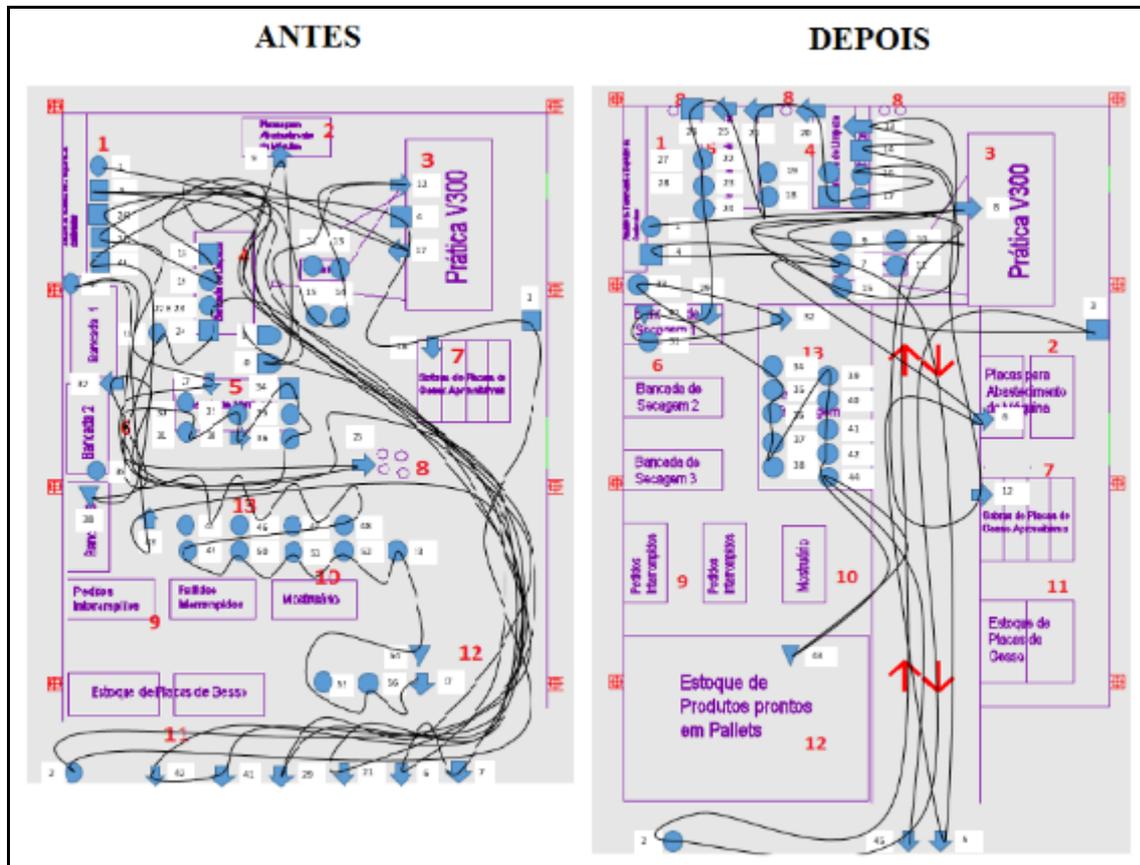
Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Pode ser percebido que as modificações promoveram:

- Espaços existentes anteriormente foram melhor distribuídos e aproveitados;
- O arranjo de processos foi modificado com a aplicação do diagrama de relacionamento, produzindo uma redução das distancias entre processos;
- A criação de uma rua para tráfego da empilhadeira e a alocação das áreas que necessitam desse apoio juntas, possibilitou a circulação isolada da máquina, gerando maior segurança, eliminando interferências e aumentando a velocidade no escoamento da produção.

Após a construção da otimização do layout, foi realizado um novo mapofluxograma para analisar e verificar como os processos iam se comportar no novo ambiente:

Figura 17 – Comparação do Mapofluxograma



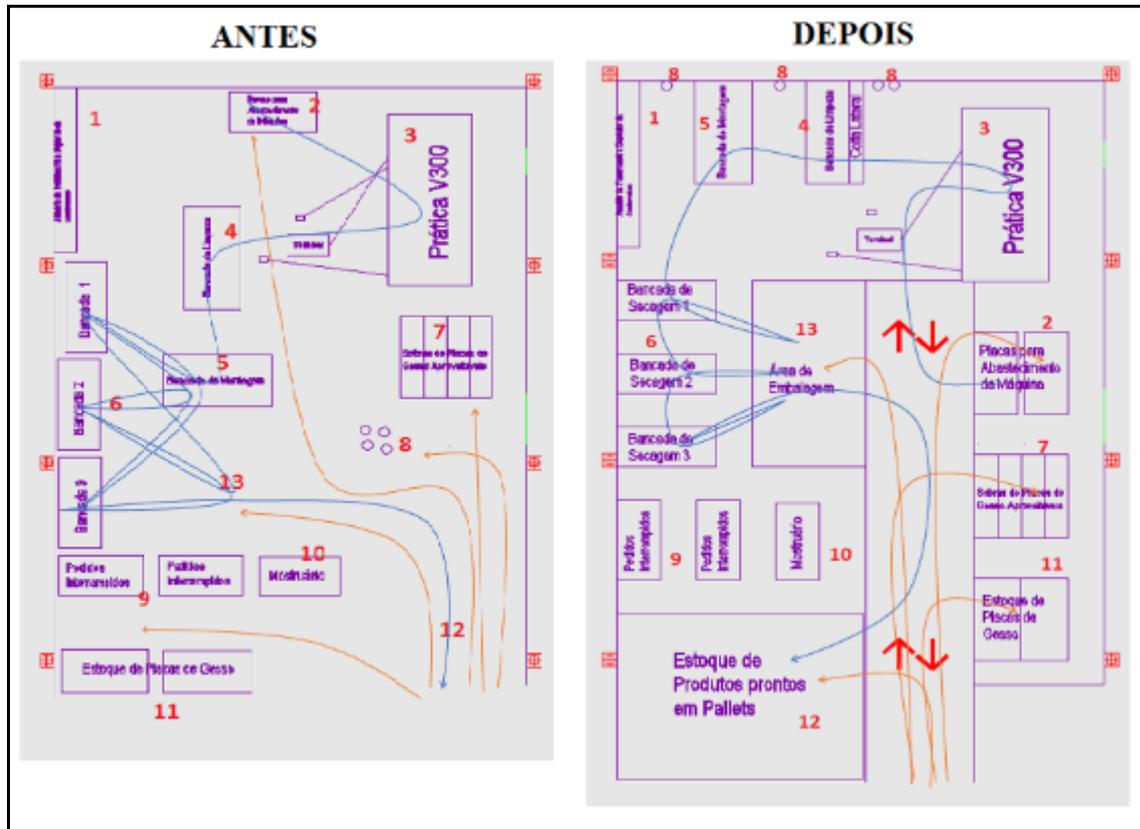
Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Fica claramente visível a limpeza de atividades no novo layout, devido também a remoção de atividades desnecessárias, que contribuiu para descongestionar as áreas de maior fluxo.

O diagrama de espaguete providenciou uma visualização ainda melhor do resultado obtido, notando apenas o fluxo de movimentação, afirmando o comentário acima e cumprindo com a facilidade no escoamento da produção. (Figura 18)

Na nova situação proposta, não existe mais interrupção das atividades para reabastecimento de matéria prima na máquina de corte, uma vez a área de movimentação de carga foi posicionada de forma a atender as demandas sem interferir nos processos em andamento. (Figura 17)

Figura 18 – Comparação do diagrama de espaguete



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5. Conclusões

A abertura deste trabalho segue em analisar uma situação com deficiências e estudar formas de amparar e dar assistência a essas falhas, que muitas vezes, podem ser solucionadas no arranjo físico, proporcionando uma alternativa acessível, em comparação ao aumento da produtividade pela aquisição de máquinas e grandes investimentos, que não necessariamente sanariam as deficiências.

O estudo foi segmentado em três partes: a primeira se constitui em registrar com ferramentas da engenharia de métodos o layout existente, analisar e encontrar falhas. A segunda, em prover as mudanças, com base no diagrama de relacionamento, caracterizando os postos que deveriam ser posicionados de maneira estratégica, retirando processos desnecessários e

alavancando o fluxo do processo. Já a terceira, e não menos importante, a comparação entre os dois layouts existentes a partir das mesmas ferramentas e métodos utilizados na feitura do primeiro layout.

Todos os processos de uma fábrica são impactados sob o meio que os limitam (arranjo físico). Elaborando um sistema inteligente, é possível ter os postos de trabalho bem posicionados de maneira que um processo não interfira no outro de forma negativa.

Aproximando o bom fluxo de processos com o ganho de qualidade, é possível se detectar essa qualidade, logo, naturalmente a produtividade e o ganho menor de tempo para se produzir um alçapão é trazido em questão.

Não tão só com o ganho da produtividade, o fechamento do trabalho prova a relevância de estudar, conhecer os processos internos, analisar e comparar com novos cenários as possíveis melhorias que foram implantados e organizando processos para possibilitar fluxos de produção mais harmônico e sequenciais. Ficando provado que um bom arranjo físico atribuiu grandes ganhos à empresa.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BASTOS, Alexandre Paranhos. **Fatores que interferem na Produtividade: Uma análise comparada de quatro unidades de diferentes países de uma mesma transacional**. UFRJ, 2008.

CORREIA, K. S. A.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. **Mapeamento de Processos: Uma Abordagem para Análise de Processos de Negócio**. XXII Encontro Nacional de engenharia de Produção – ENEGEP. Curitiba – PR, 2002.

FAVERI F. **Identificação dos Desperdícios em um Serviço de Emergência com a Utilização da Metodologia Lean Thinking**, 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/00000c/00000c03.pdf>>. Acesso em 22/04/2017.

FBF Sistemas. **O que é ergonomia?** – **Portal Economia do Trabalho**, 2000. Disponível em:
<<http://www.ergonomianotrabalho.com.br/ergonomia.html>> Acesso 04 maio 2017.

GERLACH, Gustavo **Proposta de melhoria de layout visando a otimização do processo produtivo em uma empresa de pequeno porte**. FAHOR-RS, 2013.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações** – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

MUTHER. R. **Systematic Layout Plannin**. Boston, 1961.

SILVA, Alessandro L. da **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para produção enxuta**. USP-SP, 2009.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 Ed. São Paulo:Atlas, 2009.

SOUTO, M. S. M .L. **Engenharia de Métodos**. Curso de especialização em Engenharia de Produção. PPGEP/UFPB, 2004.

TARDIN, Matheus G.; ELIAS, B. R.; RIBEIRO, P. F.; FERREGUETTE, C. R. **Aplicação de conceitos de Engenharia de Métodos em uma panificadora. Um estudo de caso na panificadora Monza**. ENEGEP, Salvador, n. XXXIII, out. 2013.

APÊNDICE A – Fluxogramas de Processo



Fluxograma de Processo da Situação Encontrada

Tarefa	Distância percorrida [m]	Simbóios	Operação
1			Colocar EPI's;
2	40		Pegar a Ordem de Produção;
3	20		Preparar o Posto de trabalho, ligar máquina de Corte, Compressor e Filtro;
4	15		Effectuar rotinas de manutenção dos equipamentos conforme periodicidade;
5	8		Verificar as ferramentas e material de trabalho;
6	8		Pegar material no estoque;
7	40		Solicitar ao operador de empilhadeira o reaparelhamento de peças de gesto acondicionado novas;
8	6		Afastar bancadas da Imprensa e montagem para entrada de empilhadeira;
9			Recolher o estoque de placas de gesso utilizado da empilhadeira;
10			Retornar a posição original das bancadas de limpeza e montagem;
11			Programar o pedido;
12	9		Abaixurar a máquina com placa nova;
13			Trazer a máquina próximo ao pedido;
14			Iniciar o corte, iniciando o ciclo;
15			Doarivar a máquina;
16	4		Retirar as peças que não foram cortadas de cima para baixo, organizando-as em local apropriado de acordo com a pastilha de identificação;
17	15		Retirar as peças cortadas uma a uma e colocá-las sobre a bancada da Imprensa;
18			Inspecionar as peças cortadas para verificar se existe necessidade de ajustar o produto e reprogramar, item 11;
19			Ir para o item 12 e continuar nesse ciclo até cortar todas as peças necessárias;
20	3		Verificar ferramentas e material de trabalho para Imprensa;
21	3		Pegar material no estoque para a Imprensa dos produtos;
22			Remover todo o material do acondicionado e acertar cortes de peças desnecessárias, mas existe peças a peça;
23			Effectuar com auxílio do compressor de ar toda a Imprensa de peça a fim de remover todo o pó nela contida;
24			Verificar se as peças após a Imprensa estão em conformidade com os requisitos de qualidade;
25			Ir para o item 22 até que todas as peças estejam limpas;
26	14		Despejar todo o resíduos nos tonéis próximos;
27	8		Deslocar as peças limpas para a bancada de montagem;
28	6		Verificar ferramentas e material para a etapa de montagem;
29	6		Pegar material no estoque para montar os produtos;
30			Passar cola nas dobradiças de tela e fechá-las;

Tarefa	Distância percorrida (m)	Símbolos	Operação
31			Passar cola de expansão nas cobras da tampa e fechar-las;
32			Colocar a tampa dentro de tala;
33	1		Posicionar o conjunto no local a ser empilhado;
34			Verificar se os pesos montados estão de acordo com os requisitos de qualidade;
35			Colocar sobre o bloco de gesso sobre o conjunto para pressionar e a cola agir corretamente. Sempre sobre a pilha, manter um peso para pressionar a peça de cima;
36			Ir para o item 30 até que todas as peças estejam montadas;
37	4		Deslocar bancada de montagem até as bancadas 1/2/3, de acordo com a disponibilidade de espaço;
38	1		Deslocar a pilha até a mesma para que fure a bancada de montagem e a pilha possa curar a cola por no mínimo 12hs;
39			Ir para o item 37 até que todas as peças estejam posicionadas em locais para o processo de cura;
40	10		Verificar fornecimento e materiais do trabalho para embalagem;
41	10		Pegar no estoque material para embalar os produtos;
42	12		Pegar pallet, cantoneiras de madeira e fita;
43	4		Posicionar o pallet no local próximo a bancada que a pilha efetuou a cura;
44			Cortar o plástico para embalar o produto e por sobre o pallet de forma centralizada colocando as sobras para baixo do mesmo;
45	1		Remover o peso e as segregar as sobras de blocos de gesso;
46			Montar fita com um sentido o número de peça e outro com orientação de prisma;
47			Colocar a peça sobre o pallet de modo a empilhar os produtos;
48			Ir para o item 43 até que todo o pallet esteja completo;
49			Colocar no topo da pilha sobre o bloco de gesso para proteger a última peça;
50			Embalar com saco plástico e durex;
51			Isolar os cantoneiros de madeira;
52			Prender a fita no conjunto para firmar a embalagem;
53			Identificar o pedido no pallet;
54	20		Deslocar pallet para o local a ser armazenado até que todo o pedido seja completado;
55			Ir para o item 50 até que todos os pallet estejam embalados;
56	40		Informar conclusão do pedido ao supervisor;
57			Realizar o empilhão do pedido;
Total	308		



Fluxograma de Processo da Situação Proposta

Tarefa	Distância percorrida (m)	Símbolos	Operação
1			Colocar EPI's.
2	20		Preparar o Posto do trabalho: ligar máquina de Corte, Compressor e Filtro;
3	15		Estudar rotina de manutenção dos equipamentos conforme periodicidade;
4	8		Verificar as ferramentas e material de trabalho (manutenção, Impaca, montagem, embalagem e matéria-prima);
5	8		pegar material no estoque e pallet's necessários bem com cantoneiras de madeira / fita. Pegar a Ordem de Produção. Solicitar ao operador de empilhadeira o reabastecimento de placas de gesso acartonado novas;
6			Recubar o sistema de pressão de gás armazenado da empilhadeira;
7			Programar o pedido;
8	17		Abastecer a máquina com placa nova;
9			Travar a máquina prendendo no pedal;
10			Iniciar o corte, iniciando o ciclo;
11			Destruir a máquina;
12	10		Recortar as partes que não foram cortadas do uma para baixo, segurando-as em local apropriado do usuário com a possibilidade de recortar as peças;
13	10		Retirar as peças cortadas uma a uma e colocá-las sobre a bancada de Impaca;
14			Inspecionar as peças cortadas para verificar se existe necessidade de ajustar o produto e reprogramar, item 11;
15			Ir para o item 12 e continuar recortando até cortar todas as peças necessárias;
16			Remover toda a reborda do acartonado e acertar cortes de pedaços desnecessários, mas ainda presos a peça;
17			Estudar com auxílio do compressor de ar todo a Impaca de peça e fim de remover todo o por nela cortada;
18			Verificar se as peças após a Impaca estão em conformidade com os requisitos de qualidade;
19			Ir para o Item 22 até que todas as peças estejam limpas;
20	1		Depositar todo o resíduo nas tonéis próximos;
21	2		Destruir as peças limpas para a bancada de montagem;
22			Passar cola nas dobras da tampa e fechar-las;
23			Passar cola de expansão nas dobras da tampa e fechar-las;
24			Colocar a tampa dentro da tala;
25	1		Posicionar o conjunto no local a ser empilhado;
26			Verificar se as peças montadas estão de acordo com os requisitos de qualidade;
27			Colocar sobre de placa de gesso sobre o conjunto para pressionar e a cola agir constantemente. Sempre sobre a pilha, manter um peso para pressionar a peça de cima;
28			Ir para o Item 30 até que todas as peças estejam montadas;
29	10		Destruir bancada de montagem até as bancadas 1/2/3, de acordo com a disponibilidade de espaço;
30	1		Destruir a pilha até a mesma para que fira a bancada de montagem e a pilha possa curar a cola por no mínimo 12hs e retornar a posição anterior;

Item	Distância percorrida (m)	Símbolos	Operação
31			Ir para o item 37 até que todos os pallets estejam posicionados em locais para o processo de cura;
32	3		Posicionar o pallet no local próximo a bancada que a pilha efetuar a cura;
33			Cortar o pallets para embalar o produto e por sobre o pallet de forma centralizada colocando os cabos para baixo do mesmo;
34	1		Remover o peso e as separar as caixas de placas de gesso;
35			Identificar com um cartão o número de peça e outro com orientações de pintura;
36			Colocar a peça sobre o pallet de modo a enfiar os produtos;
37			Ir para o item 43 até que todo o pallet esteja completo;
38			Colocar no topo da pilha sobre as placas de gesso para proteger a última peça;
39			Embalar com sacos pallets e dunes;
40			Instalar as cantoneiras de madeira;
41			Prender a fita no conjunto para firmar e embalar;
42			Identificar o pedido no pallet;
43	10		Deslocar pallet para o local a ser armazenado até que todo o pedido seja completado;
44			Ir para o item 50 até que todos os pallets estejam embalados;
45			Realizar a expedição do pedido;
Total			112

Obs: Itens em laranja sinalizam modificação.