

Estudo de caso: proposta de melhoria para o arranjo físico da empresa de beneficiamento de vidros Tempered – Medianeira/Paraná

Letícia de Oliveira (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) letydeoliveira@hotmail.com
Caroline Bohn (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) b.carolinee@yahoo.com.br
Simone Geitenes (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) simonegeitenes@gmail.com
Kao Pei Yui (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) mariajo_kao@hotmail.com
Francieli Karina Giehl (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) francieligiehl@gmail.com

Resumo:

Este estudo teve por objetivo avaliar e propor uma melhoria no arranjo físico da empresa de beneficiamento de vidros Tempered. Após revisão bibliográfica dos principais conceitos relacionados ao tema, realizaram-se visitas *in loco* para a coleta de dados e informações sobre a empresa. Desenvolveu-se um estudo do processo produtivo e do arranjo físico atual da fábrica, suas características e limitações, elaborando-se então um fluxograma de processos e carta multiprocesso dos principais produtos da empresa. Posteriormente, com base na pesquisa realizada e análise das informações coletadas *in loco*, sugeriu-se uma nova proposta de melhoria para o arranjo físico, com a finalidade de aumentar a produtividade e eficiência do processo. Espera-se com este trabalho proporcionar à empresa uma nova visão sobre arranjo físico, enfatizando sua importância na eficiência dos processos produtivos; na melhora do fluxo de matéria-prima, produtos e colaboradores; e no sequenciamento da produção, além de diminuir as perdas no processo.

Palavras chave: Arranjo Físico por processo, Carta multiprocesso, Fluxograma de processos.

Case study: improvement proposed to the layout of the Tempered glass beneficiation company – Medianeira/Paraná

Abstract

This study aimed to evaluate and propose an improvement in layout of the Tempered glass beneficiation company. After a bibliographic review of key concepts, were held *in loco* visits to collect company data and information. A study of the production process and factory layout was developed, with its particulars and limitations, and then was elaborated a process flowchart and multiprocess letter of the company main products. Subsequently, based on the research developed and information analysis collected *in loco*, it was suggested to the layout, a new propose of improvement, to increase productivity and efficiency. This work hopes to provide a new vision of layout to the company, emphasizing its importance in the production process efficiency; in the flow of raw materials, products and employees; and to the production sequence, besides reduction of process losses.

Key-words: Layout by process, Multiprocess letter, Process flowchart.

1. Introdução

Em empresas industriais de diferentes segmentos é frequente a necessidade de se tomar decisões associadas à localização de máquinas e equipamentos no espaço físico da fábrica. Um arranjo físico adequado é um fator de fundamental importância na eficiência dos

processos produtivos e na otimização das condições de trabalho (JUNIOR *et al*, 2008). O arranjo físico é uma das técnicas desenvolvidas ao longo do tempo que pode introduzir maior flexibilidade, racionalização e qualidade ao processo de distribuição dos recursos produtivos, refletindo mudanças não só no fluxo produtivo, como no processo de gestão fabril como um todo (MARTINS *et al*, 2010).

O arranjo físico de uma operação produtiva é a disposição física dos vários recursos produtivos utilizados para a produção de um bem ou serviço, tais como máquinas, equipamentos, instalações e pessoal (PISKE, 2008).

As decisões de arranjo físico definem como a empresa vai produzir, a necessidade de estudá-lo existe sempre que se pretende implantar uma nova fábrica, unidade de serviços ou quando se está promovendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas (PEINADO; GRAEML, 2007), mas muitas vezes, mudar um arranjo físico costuma ser caro e demorado atrapalhando o processo produtivo (PISKE, 2008).

Ao se planejar previamente o arranjo físico de uma planta fabril de forma adequada possibilita-se que todas as atividades se integrem de forma coerente, permitindo uma sequência lógica, evitando a geração de desperdícios, bem como prevendo e facilitando possíveis mudanças futuras. A meta de um arranjo físico é minimizar os custos totais dos fluxos satisfazendo um conjunto de restrições especificadas pelo processo de manufatura (LEITE; DINIZ, 2006).

Na literatura, podem ser encontrados diversos tipos de arranjos físicos, cada qual com suas vantagens, aplicações e formas. No entanto, a grande maioria é derivada de quatro tipos básicos ou é uma combinação dos mesmos: arranjo físico posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular e arranjo físico por produto (SILVA, 2008).

1.1. A empresa em estudo

A empresa em estudo é a Tempermed Indústria e Comércio de Vidros Ltda, localizada na área industrial da cidade de Medianeira, na região oeste do Paraná, com origem no ano de 1995. As dependências da empresa possuem uma área de 10.000 m². Atualmente contando com cerca de 150 colaboradores, a empresa continua ampliando suas dimensões e buscando uma evolução constante baseada no aperfeiçoamento, avanço tecnológico, responsabilidade ambiental e social, oferecendo a vidraceiros produtos e serviços diferenciados.

A Tempermed atende clientes de toda região Sul do Brasil, e também dos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, em menores quantidades. As vendas são realizadas para pessoas jurídicas, e não para pessoas físicas, apresentando comércio atacadista, fornecendo vidros variados para a construção civil e indústrias de móveis como: portas, janelas, box para banheiro, tampos de mesa, etc.

Sua produção é puxada, pois os produtos são realizados por encomenda. A empresa trabalha com três linhas de produtos: Engenharia, Decoração e Vidros Especiais.

Este estudo teve por objetivo avaliar e propor uma melhoria no arranjo físico da empresa de vidros Tempermed.

2. Fundamentação teórica

Esta seção tem por finalidade abordar os principais tipos de arranjos físicos utilizados nas indústrias: arranjo físico posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular e arranjo físico por produto.

2.1. Arranjo físico posicional ou de posição fixa

Este tipo de arranjo físico é caracterizado quando o produto final fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário e pessoas movem-se ao redor dele. A razão pela qual o produto final permanecer fixado somente em um local pode ser justificada por ele ser muito grande para ser movido, ou até por ser ou estar em um estado muito delicado para ser movido. É o caso da fabricação de navios, turbinas, pontes rolantes, grandes transformadores elétricos e outros produtos de grandes dimensões físicas, cirurgias, tratamento dentário, trabalhos artesanais (RIBEIRO, 2011).

As vantagens do arranjo físico posicional é obter maiores níveis de flexibilidade de mix de produto, alta variedade de tarefas para a mão-de-obra, redução do inventário em processo e quando se tratar de um projeto de montagem ou construção, como por exemplo, a construção de uma ponte ou a fabricação de um navio, é possível utilizar técnicas de programação e controle, tais como: PERT e CPM, disponíveis em softwares bastante acessíveis. Logo as desvantagens são altos custos unitários, complexidade na programação de espaço ou atividades, baixa produtividade, estações de trabalho mais lentas, necessita de altos investimentos em equipamentos e é sensível a variações do projeto inicial (JUNIOR *et al*, 2008).

2.2. Arranjo físico por processo

É o arranjo físico que se propõe a fazer um projeto de melhoria, onde as máquinas ou equipamentos que desempenham o mesmo processo são colocados fisicamente próximos uns dos outros. Neste tipo de arranjo físico os processos similares são agrupados em um mesmo local físico da planta, ou seja, quando produtos, informações ou clientes fluírem através da operação, eles percorrerão um roteiro de processo a processo de acordo com suas necessidades (PISKE, 2008).

Devido a sua alta flexibilidade este arranjo físico trabalha na produção de uma grande variedade de produtos em pequenos lotes, normalmente atendendo a pedidos específicos de clientes (produção sob encomenda). Os equipamentos de fabricação são de uso genérico e os trabalhadores devem possuir nível técnico relativamente alto para realizar tarefas diferentes (JUNIOR, 2010).

Para Peinado e Graeml (2007), talvez um dos arranjos mais complexos para se planejar, geralmente existe a possibilidade de inúmeras combinações de colocação das áreas de cada processo, devido à complexidade, na rotina prática das empresas, dificilmente soluções ótimas serão possíveis, mesmo com auxílio de poderosos computadores, o estudo, via de regra, é feito por intuição, prática, tentativa e erros. Para o desenvolvimento do arranjo físico, as alternativas devem ser claramente visualizadas por meio de desenhos, gabaritos, modelos em cartolina, maquetes ou com o auxílio de um programa de computador como, por exemplo, o Auto Cad. A representação física em escala permite clara visualização do tráfego de materiais (PEINADO; GRAEML, 2007). Nesta fase, deverão ser levantadas todas as informações básicas necessárias à implantação do arranjo segundo Peinado e Graeml (2007):

- a) identificar o fluxo dos materiais e operações;
- b) levantar a área necessária para cada agrupamento de trabalho consiste no levantamento da quantidade de materiais que será movimentada em cada fluxo, da quantidade de fluxos, da direção e sentido destes fluxos. Também é necessário estimar o custo de cada movimentação. A carta multiprocesso e o fluxograma de processos são duas boas ferramentas para tal levantamento.

Carta multiprocesso: uma carta multiprocesso indica a sequência de operações pelas quais determinados produtos devem passar. Geralmente consiste em uma tabela em forma de matriz correlacionando o processo com os produtos a serem fabricados. A leitura da carta é fácil e

rápida. O número na célula, resultante do cruzamento da linha do processo com a coluna da peça, indica a ordem em que aquela peça deve ser submetida àquele processo.

Processo	Peça a ser produzida - Sequência de operações								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1 - Soldar		1			2	2	1		
2 - Cortar	1			1		3	2	1	1
3 - Prensar	2			2				2	
4 - Furar		2	1		1	1			
5 - Rebarbar									2
6 - Pintar								3	3
7 - Embrulhar	3	3	2	3	3	4	3	4	4
8 - Colocar na caixa	4	4		4	4	5	4	5	5
9 - Expedir	5	5	3	5	5	6	5	6	6

Figura 1. Carta multiprocesso. Fonte: Peinado; Graeml, (2007).

Na figura 1, por exemplo, para a produção da peça A são necessários quatro processos ou operações, sendo o primeiro processo de cortar, o segundo de prensar o terceiro de embrulhar e o quarto e último processo de colocar na caixa. O primeiro processo para a peça E é o de furar, o segundo de soldar, o terceiro de embrulhar e o quatro de colocar na caixa.

Fluxograma de processos: é uma forma gráfica de descrever a sequência de operações de um processo.

c) identificar o relacionamento entre estes agrupamentos, ou seja, o quanto é conveniente ou inconveniente aproximar certos tipos de operação;

d) elaborar o arranjo físico;

O Quadro 1 apresenta a representação gráfica de cinco tipos de eventos utilizados nos fluxogramas de processos.

Quadro 1 – Símbolos do Fluxograma de Processos

SÍMBOLO	NOME	AÇÃO	EXEMPLOS
○	Operação	Agrega valor	Corte, pintura, solda...
→	Espera/Atraso	Atraso/Retenção	Fila
□	Estocagem	Armazenamento formal	Depósito, “pulmão”...
▽	Transporte	Movimenta itens	Esteira, guindaste...
D	Inspeção	Verifica defeitos	Insp. Visual, dimens...

Fonte: RIBEIRO FILHO, 2009.

As principais vantagens são grande flexibilidade para atender a mudanças de mercado, bom nível de motivação geralmente este arranjo exige mão-de-obra especializada e qualificada, atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao mesmo tempo, menor investimento para instalação do parque industrial. Em contrapartida as desvantagens são que apresentam um fluxo longo dentro da fábrica, menor custo fixo em função da menor expectativa de produção, dificuldade de balanceamento, exige mão-de-obra qualificada, maior necessidade de preparo e setup de máquinas (ROCHA, 2011).

2.3. Arranjo físico celular

Neste tipo de arranjo o material em processo é direcionado para operação onde ocorrerão várias etapas de seu processamento. A célula concentra todos os recursos necessários para isso e pode ter os seus equipamentos organizados por produto ou por processo. Com a célula procura-se confinar os fluxos (movimentação de materiais) a uma área específica, reduzindo assim os efeitos negativos de fluxos intensos através de longas distâncias (LEITE; DINIZ, 2006).

Nesse arranjo as células são projetadas para desempenhar um conjunto específico de processos e a sua similaridade com o layout de produto no sentido de que as células são dedicadas a determinadas famílias tecnológicas, desta maneira, as células de manufatura podem ser consideradas como um modelo híbrido, capaz de absorver as melhores características de cada um dos demais tipos de arranjo físico existentes (LIMA *et al*, 2011).

No arranjo físico celular as peças com similaridades são identificadas e agrupadas com o objetivo de buscar vantagens no projeto e na manufatura, levando a formação de um grupo de máquinas responsáveis pela sua fabricação. Utilizado em lanchonete de supermercado, shopping de lojas de fábricas, eiras e exposições em geral, hospitais (ROCHA, 2011). Existem algumas vantagens como a redução de matéria-prima, de estoque em processo e inventário de produtos acabados, tempo de setup reduzido, os produtos são movidos de forma mais eficiente, maior produtividade e aproveitamento da mão-de-obra e satisfação dos operadores, porém existem desvantagens, geralmente as máquinas possuem baixa utilização, as células podem requerer investimentos adicionais pela duplicação de equipamentos, há um alto custo inicial pela realocação das máquinas, possibilidade de problemas ergonômicos (JUNIOR *et al*, 2012).

2.4. Arranjo físico por produto ou linha

No arranjo físico por produto, as máquinas, os equipamentos ou as estações de trabalho são colocados de acordo com a sequência de montagem, sem caminhos alternativos para o fluxo produtivo. O material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo. Este arranjo permite obter um fluxo rápido na fabricação de produtos padronizados, que exige operações de montagem ou produção sempre iguais. Neste tipo de arranjo, o custo fixo da organização costuma ser alto, mas o custo variável por produto produzido é geralmente baixo. Isto faz do arranjo físico por produto, um arranjo de elevado grau de alavancagem operacional (AGUIAR; PEINADO; GRAEML, 2007).

Neste arranjo físico, a sequência de atividades a serem realizadas para transformar os produtos, informações ou clientes é muito claro tornando-o relativamente fácil de controlar, é utilizado em produtos de produção em massa, nos quais é mais barato deslocar o produto do que as máquinas e, ainda, o fluxo é muito claro e previsível, como por exemplo, na fabricação de cotonetes, montagem de automóveis, programa de vacinação em massa (PISKE, 2008).

Quando se fala de um arranjo em linha, não se trata necessariamente de uma disposição em linha reta. Uma linha de produção retilínea tende a ficar muito longa, exigindo áreas de longo comprimento, o que nem sempre é possível, na prática, além de gerar longas distâncias a

serem percorridas pelas pessoas envolvidas no processo, o que, por si, pode ser um fator gerador de ineficiências. Para evitar que a linha se estenda muito, é comum que os engenheiros as projetem em forma de “U”, “S”, ou outro circuito que possa ser exequível em função de características específicas das instalações prediais disponíveis (AGUIAR; PEINADO; GRAEML, 2007).

Dentre as vantagens deste tipo de arranjo físico destacam-se a possibilidade de produção em massa com grande produtividade, carga de máquina e consumo de material constantes ao longo da linha de produção, controle de produtividade mais fácil (algumas vezes a velocidade precisa ser reduzida por problemas de qualidade ou de falta de material) e as desvantagens seria o alto investimento em máquinas, costuma gerar tédio nos operadores, falta de flexibilidade da própria linha, fragilidade a paralisações e subordinação aos gargalos (PEINADO; GRAEML, 2007).

3. Metodologia

Inicialmente, realizou-se pesquisa bibliográfica a respeito do tema, com o intuito de conhecer o objetivo do estudo do arranjo físico, os tipos existentes, suas características e benefícios.

Após a revisão bibliográfica, realizaram-se visitas *in loco* para a coleta de dados e informações sobre a empresa. Foi feito um estudo do processo produtivo, e em seguida, do arranjo físico da fábrica, elaborando-se um fluxograma de processos e identificando o tipo de arranjo físico utilizado.

Posteriormente, com base na pesquisa bibliográfica e análise das informações coletadas *in loco*, foi elaborada uma sugestão de melhoria para o arranjo físico, com o objetivo de aumentar a eficiência do processo.

4. Estudo de caso

4.1. Processo Produtivo

O mix de produtos da Tempermed é composto por: vidros comuns, impressos, temperados, laminados, espelhos comuns e bisotados, vidros especiais como Ebony DiamondGuard (vidro naturalmente negro e 10 vezes mais resistente a riscos que vidros comuns) e SatinDeco (vidro acidado com uma textura suave e uniforme de fácil limpeza). Este mix se divide em três linhas de produtos: Engenharia, Decoração e Especiais. No presente trabalho analisaremos apenas as linhas Engenharia e Decoração, que correspondem ao maior número de pedidos da Tempermed.

Com relação ao beneficiamento do vidro temperado, ele é semelhante para todos os tipos de vidro, iniciando com o pedido do cliente, escolha da chapa de vidro de acordo com as especificações do projeto, passando pelos processos de beneficiamento, que podem variar em número conforme o projeto, porém, seguindo uma mesma seqüência na linha de produção. A seguir será feita uma breve descrição das principais etapas do processo:

- a) Pedidos: o cliente solicita o pedido do vidro temperado, especificando as medidas do corte, bem como as características do vidro (cor, espessura, quantidade de peças e local de furação);
- b) Corte: as características do projeto do cliente são programadas na máquina de corte, que executa o projeto de forma que as perdas na chapa de vidro sejam inferiores ou iguais a 4%. Este setor conta com operadores de mesa de corte e auxiliares;
- c) Lapidagem: conta com lapidadores, máquinas de lapidação de bordas e um equipamento elétrico lapidador de furos. A máquina de lapidação das bordas realiza a lapidação de cada borda do vidro, que passa 4 vezes pela máquina para uma lapidação perfeita;

- d) Usinagem: equipamento capaz de cortar, bisotar, furar, lapidar e escrever em vidros. A máquina é operada por um colaborador, e usada para alguns produtos da empresa, os que apresentam mais detalhes e acabamento mais refinado, da linha Decoração;
- e) Marcação: onde é especificado (marcado) o posicionamento dos furos a serem feitos nas chapas de vidro, é realizada na máquina de furação (processo subsequente);
- f) Furação: máquina de furação, que é ajustada pelo colaborador de acordo com a espessura do vidro, e o perfura conforme o projeto do cliente;
- g) Bisoteamento: máquina que trata a bordas dos vidros para que não causem ferimentos e ganhem resistência prevenindo contra rachaduras e trincas, e também executa bordas chanfradas, próprias para decoração (utilizado em mesas, espelhos, tampos, molduras, etc);
- h) Lavagem: nesta fase do processo o operador ajusta a máquina que faz a lavagem e secagem do vidro;
- i) Temperamento: a última fase do processo é o temperamento do vidro. Os vidros previamente marcados com o código do cliente são colocados com o auxílio de colaboradores sobre a esteira do forno, com a temperatura ajustada de acordo com a espessura da chapa. Após o processo de têmpera o vidro é resfriado com ar ambiente, retirado, conferido e transportado para a expedição;
- j) Expedição: o setor de expedição conta com colaboradores que são responsáveis pela localização dos vidros e seu carregamento nos veículos transportadores.

A Figura 2 apresenta algumas imagens do processo produtivo da Tempermed. A imagem 1 retrata a mesa de corte, a imagem 2 traz a etapa de lapidação, a imagem 3 apresenta a máquina de furação, a imagem 4 ilustra a saída do forno de têmpera, e a imagem 5 mostra a expedição dos produtos.



Figura 2 – Imagens do processo produtivo da Tempermed.

Como visto acima no detalhamento do processo produtivo, a empresa fabrica seus produtos por encomenda, após assinatura do contrato e aprovação do orçamento pelo cliente. Porém, mesmo com diferentes espessuras, cortes e modelos, os vidros passam pelos mesmos recursos transformadores, o que caracteriza uma pequena produção em série, com volume médio e variedade relativamente alta. A partir destes fatos, define-se o processo de produção como processo em lotes.

4.2. Fluxograma de Processos

Com base no estudo do processo produtivo, elaborou-se um fluxograma de processos geral, para os produtos da empresa, conforme Figura 3.

Descrição das atividades	Tipo de atividade
Projeto	○
Chapas de vidro no depósito	▽
Transporte para o setor de cortes	⇨
Corte das chapas	○
Transporte para setor de lapidação	⇨
Lapidação	○
Transporte para setor de usinagem	⇨
Usinagem	○
Transporte para setor de marcação	⇨
Marcação	○
Furação	○
Transporte para setor de lapidação	⇨
Lapidação de moldes e furos	○
Transporte para setor de bisoteamento	⇨
Bisoteamento	○
Transporte para setor de lavagem	⇨
Lavagem e secagem	○
Transporte para a esteira do forno	⇨
Têmpera	○
Conferência	◐
Armazenagem de produto acabado	◻
Expedição	▽

Figura 3 - Fluxograma de processos.

4.3. Arranjo Físico Atual

Realizou-se visita *in loco* para o reconhecimento do ambiente e identificação do tipo de arranjo físico utilizado pela empresa. Obteve-se também, com funcionários, uma planta baixa simples que ilustra a disposição de máquinas, equipamentos e setores, conforme Figura 4.



Figura 4 – Disposição de máquinas, equipamentos e setores. Fonte: arquivo Tempermed.

Identificou-se, a partir do estudo do processo produtivo e através de informações coletadas na visita *in loco*, que a atual disposição física de equipamentos, recursos e materiais tem perceptíveis limitações. Existem transportes desnecessários entre as estações de trabalho; excesso de estoque em processo; falta de uma sequência de produção das encomendas (lotes) em execução; extravio (perda) de peças acabadas na expedição, resultando em retrabalho (é necessário fazê-la novamente), gerando custos desnecessários; além de erros na etiquetagem das peças, causando problemas no controle e entrega dos produtos.

4.4. Arranjo Físico Proposto

A proposta de melhoria do arranjo físico consiste em realizar correções na atual disposição de recursos da empresa, identificando o melhor tipo de arranjo físico de modo a aumentar a eficiência da empresa.

Na análise de dados e identificação do fluxo de materiais e operações, utilizaram-se as informações do Fluxograma de Processos já mencionado anteriormente, e criou-se a Carta Multiprocesso, que detalha os processos de transformação pelos quais cada diferente tipo de produto é submetido.

Primeiramente, elaborou-se uma descrição dos vidros:

- Vidro 8 ou 10 mm sem furos;
- Vidro 8 ou 10 mm com furos;
- Vidro 8 ou 10 mm sem furos, cantos arredondados;
- Vidro 8 ou 10 mm com furos, cantos arredondados;
- Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm sem furos;
- Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm com furos;
- Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm sem furos e bisoteado;

- h) Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm com furos e bisotestado;
- i) Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm sem furos e perfil curvo;
- j) Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm com furos e perfil curvo;
- k) Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm sem furos, perfil curvo e bisotear;
- l) Vidro 4, 5, 6, 15 e 19 mm com furos, perfil curvo e bisotear.

A partir dessas informações, elaborou-se a Carta Multiprocesso da Tempermed, conforme Figura 5.

Processo	Chapa de vidro e sequência de operações de transformação											
	Engenharia (E)				Decoração (D)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Corte Mesa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lapidação	2	2	2	2	2	2	2	2				
*Lapidação Bilat.	*2				*2							
Usinagem									2	2	2	2
Marcação		3	3	3		3		3		3		3
Furação		4		4		4		4		4		4
Lapidação furos		5		5		5		5		5		5
Lapidação moldes			4	6								
Bisoteamento							3	6				
Bisoteam. manual											3	6
Lavação e Secag.	3	6	5	7	3	6	4	7	3	6	4	7
Temperamento	4	7	6	8	4	7	5	8	4	7	5	8

Figura 5 – Carta Multiprocesso elaborada.

* Para lotes de produção em série de vidros com tamanho máximo de 1,00 x 1,80 não é necessário passar pelas lapidadoras verticais.

Devido às características de produção da empresa (grande variabilidade de produtos e volume de baixo a médio), com base nos dados do Fluxograma e Carta Multiprocessos, que apresentam as sequências de operações de transformação de cada tipo de produto, considerou-se o arranjo físico por processo como a melhor opção para a indústria em estudo.

Elaborou-se uma nova proposta de layout levando-se em conta as limitações da estrutura física, e dos equipamentos e setores que não podem ser rearranjados (forno de têmpera, administrativo, almoxarifado e carregamento).

Entre as principais mudanças, está a concentração do depósito em apenas um local, o que diminuirá a necessidade do uso de pontes rolantes e transporte/movimentação desnecessária.

Outra sugestão é a aproximação da mesa de corte do depósito de matéria-prima, já que o corte é o primeiro processo do beneficiamento do vidro. Outro fator de grande importância é a aproximação dos processos de lapidação, usinagem, marcação, furação e lavação, pois estes

são processos subsequentes. Esta modificação simplificaria o fluxo das peças dentro da fábrica, assim como reduziria o tempo de ciclo de produção.

Com a finalidade de melhorar o fluxo de materiais e funcionários, os processos de 7 a 11 concentraram-se na região central da área produtiva, fazendo com que o seu entorno fique com livre circulação.

A Figura 6 apresenta a nova proposta de arranjo físico.

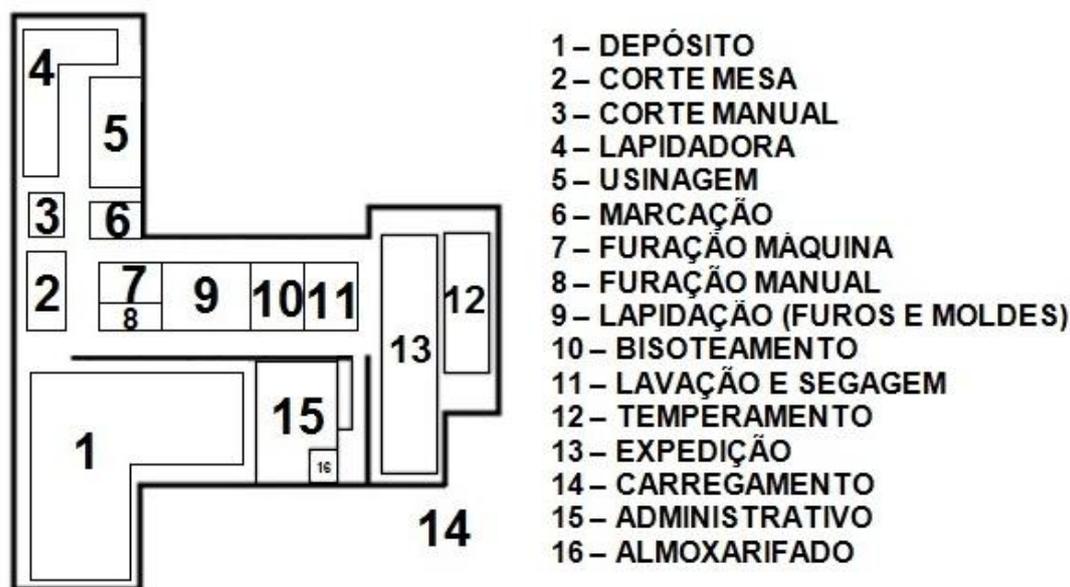


Figura 6 – Arranjo físico proposto.

5. Conclusões

O planejamento do arranjo físico é necessário a qualquer empresa, seja ela pequena ou grande, familiar ou de capital aberto. Um bom arranjo físico obtém resultados surpreendentes na redução de custos de operação e no aumento da produtividade e eficiência.

O arranjo físico por processo atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao mesmo tempo, permitindo que mais de um tipo de produto seja fabricado simultaneamente, o que se encaixa perfeitamente com as características da empresa em estudo.

O novo layout proposto tem por objetivo proporcionar à empresa uma nova visão sobre arranjo físico, enfatizando sua importância na eficiência dos processos produtivos; melhorando o fluxo de matéria-prima, produtos e colaboradores; e o sequenciamento da produção, além de diminuir as perdas no processo.

Referências

AGUIAR, G.F.; PEINADO, J.; GRAEML, A.R. *Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção: o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia*. Disponível em: <<http://www.dainf.ct.utfpr.edu.br/~graeml/publica/artigos/download/Cobenge2007SimulacoesArranjosFisicos.pdf>>. Acesso em: 25/09/2012.

JÚNIOR, F.L.B.; TOLEDO, R.H.C.; ARAÚJO, A.D.; VIEIRA, J.G.V. *Estudo do arranjo físico de uma panificadora*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_069_493_12318.pdf>. Acesso em: 28/09/2012.

JÚNIOR, J.H.C.G. *Arranjos físicos*. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)- Instituto de Engenharia de produção e Gestão (IEPG). Itajubá, março, 2010.

JÚNIOR, J.A.S.; ANDRADE, M.S.A.; CARMO, B.B.T.; SANTIAGO, K.G.; ALBERTIN, M.R. *Identificação do layout adequado em uma empresa de tecnologia eletrônica*. Revista Eletrônica sistemas & Gestão, vol. 7, nº1, 2012, p. 1-22.

LEITE, R.L.; DINIZ, A.M.F. *Estudo do arranjo físico: o caso do gargalo de produção na manufatura de máquinas de costura*. Bauru, SP, Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/890.pdf>. Acesso em: 28/09/2012.

LIMA, O.F.; LEITE, J.P.; BARBOSA, R.F.; PEREIRA, D.A.M.; SOUSA, F.K.A. *Implantação de layout celular na montagem de cadernos em uma indústria do setor gráfico*. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_855_18018.pdf>. Acesso em: 28/09/2012.

MARTINS, D.R.; PORTO, E.S.; SILVA, R.L.M.; MORAIS, S.F.A. *Democratização da inovação tecnológica à luz da responsabilidade social: inserção de conceitos em prevenção de incêndios no arranjo físico do centro de madeira de Campina Grande*. São Carlos, SP, Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_123_794_16658.pdf>. Acesso em: 28/09/2012.

PEINADO, J. GRAEML, A.R. *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)*. Curitiba: UnicenP, 2007, p.199-205.

PISKE, F.B. *A influência do arranjo físico nos desperdícios de uma fábrica de máquinas para implementos agrícolas*. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, 2008.

RIBEIRO FILHO, A. L. *Projeto de Arranjo Físico para uma Loja Especializada em Video-Game em Joinville - Sc*. 2009. 84 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – UDESC, Universidade do Estado de Santa Catarina. Brasil, 2009.

RIBEIRO, J.S. *Análise do arranjo físico de canteiro de obra: um estudo de caso em obra de ampliação em um shopping center na cidade de Feira de Santana*. 2011. Trabalho de conclusão de curso (bacharel em Engenharia Civil). Feira de Santana, Bahia, 2011

ROCHA, H.M. *Arranjo físico industrial*. Disponível em:<http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Arranjo%20Físico%20Industrial/Apostila_AFI_UERJ_Henrique.pdf>. Acesso em: 28/09/2012.

SILVA, I.V. *Estudo do arranjo físico da produção e ampliação das instalações da Tempermed em Medianeira*. 2008. Estágio Supervisionado do Curso de Graduação em Administração com habilitação em Gestão da Qualidade da Faculdade Dinâmica das Cataratas (UDC), 2008.