

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**MÉTODO PROPOSTO DE MELHORIA DO ARRANJO FISICO PARA ÁREA DE  
MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE  
GRUPO GERADOR.**

CURITIBA  
2012

SIMONE APARECIDA MORESCO HÄNGGI

**MÉTODO PROPOSTO DE MELHORIA DO ARRANJO FISICO PARA ÁREA DE  
MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE  
GRUPO GERADOR.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência do curso de  
especialização de Engenharia da  
Produção da Universidade Federal do  
Paraná, sob a orientação do Professor  
Marcelo Gechele Cleto.

CURITIBA  
2012

## TERMO DE APROVAÇÃO

SIMONE APARECIDA MORESCO HANGGI

### MÉTODO PROPOSTO DE MELHORIA DO ARRANJO FÍSICO PARA ÁREA DE MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE GRUPO GERADOR

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Departamento de Mecânica, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Orientador:

**Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto**  
Departamento de Mecânica - UFPR



Avaliador:

**Prof. Ms. Walter Nikkel**  
Departamento de Mecânica - UFPR

Curitiba, 23 de novembro de 2012.

*A DEUS, pela oportunidade e capacidade de concluir mais uma vitória em minha vida, concedendo a dádiva do conhecimento.*

*Ao meu marido Paulo Hänggi que tanto amo e que sempre me incentivou e esteve presente ao meu lado dedicando seu carinho e sua atenção.*

*A minha mãe Nair de Moura Moresco e meu pai José Francisco Moresco que mesmo estando longe sempre estiveram presentes em pensamentos e em meu coração.*

*A minha sogra Sieglinde Hänggi que sempre incentivou em meus estudos, e aos meus familiares e a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho fosse possível.*

*Obrigada!*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Marcelo Gechele Cleto, pela assistência prestada no desenvolvimento do trabalho nos momentos de dúvidas e dificuldades, além de sempre ter dado apoio e incentivo para a conclusão desta monografia.

Ao Profº Walter Nikkel, Coordenador do curso de Pós Graduação de Especialização em Engenharia de Produção, pela dedicação e incentivo aos estudos;

À instituição, pelas informações e conhecimentos passados que serão levados para a vida toda.

À empresa, que apoiou, cedeu informações e ferramentas para a realização deste trabalho, além de nos proporcionar um grande desenvolvimento profissional.

A todos os colaboradores que nos auxiliaram direta e indiretamente na realização deste trabalho, através de informações, conversas, conselhos, diálogos, ou simplesmente por nos ouvir.

*“Não se desespere diante das dificuldades,  
colhemos aquilo que plantamos  
somos escravos do ontem  
mas donos do amanhã”.*  
*(CREPALDI, 2006)*

## SUMÁRIO

## RESUMO

Tem-se como objeto de estudo a sugestão de melhoria de um arranjo físico enxuto para a área de montagem de painéis elétricos de uma indústria montadora de grupo gerador, embasando-se no fato de que há uma grande tendência no crescimento de equipamentos voltados a produção de energia auxiliar, as empresas precisam se reestruturar a fim de atenderem a essa demanda, neste caso estaremos falando especificamente sobre grupos geradores, que hoje são usados em inúmeras situações, em geral as bibliografias hoje tratam de produção em série e padronização de produtos. Explanados tais modelos de mudanças sugeridos a empresa pode-se perceber certa resistência, a qual constata-se o objetivo central era a proposição de um conjunto de ações para melhorar o fluxo no processo de fabricação de peças painéis elétricos para indústria de grupo gerador. Esperando assim auxiliar na melhoria de um fluxo mais adequado para problemas reais e com isso reduzir os níveis de retrabalho, custos com deslocamento e tempos operacionais, abaixo propomos a melhor forma de desenvolver um arranjo físico que possibilite ao profissional uma visão sobre a qualidade na empresa.

**Palavras Chave:** mudanças, qualidade, manufatura, melhoria.

## **ABSTRACT**

It has been the object of this study indicate improving physical arrangement of a lean area for assembly of electrical panels of a genset automaker industry, based on the fact that there is such a big trend in the growth of equipment designed to auxiliary power production, companies need to restructure in order to meet this demand, in this case we are talking specifically about generators, which are used, nowadays, in many situations, in general, current bibliographies deal with mass production and standardization of products. Explained such change models given the suggestion the company can see some resistance, which it appears the main objective was to propose a set of actions to improve the flow in the process of manufacturing parts for electric panels genset industry. Hoping to help improve a stream more suitable for real problems and thereby reduce levels of rework, cost and time-shift operating, later it will suggest the best way to develop a physical arrangement that enables the professional insight on the quality of the company.

Keywords: change, quality, manufacturing, improvement



## **LISTA DE FIGURAS**

## **LISTA DE TABELAS**

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

FIEE- Feira Internacional da Indústria Elétrica Energia e Automação

GM- General Motors

ITs- Instruções de trabalho

STP- Sistema Toyota de Produção

TMC-Toyota Motor Company

## 1 INTRODUÇÃO

O tema principal desta proposta é a sugestão de melhoria de um arranjo físico enxuto para a área de montagem de painéis elétricos de uma indústria montadora de grupo gerador.

O setor de energia auxiliar está em constante crescimento no mundo, em especial no Brasil, devido ao crescimento na indústria e construção civil há necessidade de investir em energia auxiliar para atender a demanda, nos horários de pico bem como na falta de energia elétrica. Uma forma de atender a crescente demanda deste produto é a organização e padronização dos processos, hoje o método mais usado pelas grandes indústrias é o sistema Toyota de Produção (*Lean Production*).

O objetivo dessa monografia é fazer a integração, num método proposto para elaboração de layout, dos 02 assuntos listados, arranjo físico e sistema Toyota de produção, (*Lean Production*).

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Como há uma grande tendência no crescimento de equipamentos voltados a produção de energia auxiliar, as empresas precisam se reestruturar a fim de atenderem a essa demanda, neste caso estaremos falando especificamente sobre grupos geradores, que hoje são usados em inúmeras situações, em geral as bibliografias hoje tratam de produção em série e padronização de produtos. Quando se trata de produtos customizados, sentimos dificuldades em elaborar um layout enxuto onde não há perda de tempo com transporte. Esta monografia tem o objetivo apresentar uma proposta para auxiliar na escolha de um fluxo mais adequado para problemas reais e com isso reduzir os níveis de trabalho, custos com deslocamento e tempos operacionais. Apresentar aos envolvidos no processo produtivo e aos colaboradores, meios para elaborar um layout simples e funcional sobre os assuntos relacionadas a arranjo físico de uma indústria montadora de

Grupo Gerador. O problema de arranjo físico ou *layout* corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, buscando a melhor adaptação das pessoas ao ambiente de trabalho sempre considerando as atividades desempenhadas pelas mesmas, bem como uma melhor localização de máquinas, equipamentos e matéria prima.

Portanto, este trabalho justifica-se pela importância da necessidade de se estudar o conhecimento do tema da inexistência de materiais específicos focados para arranjo físico da indústria de Grupo Geradores.

## 1.2. OBJETIVO

A Indústria de grupo gerador hoje está passando por uma fase de grande aquecimento, e para atender a demanda é preciso ser competitivo, em todas as áreas, um dos principais problemas são os prazos de entrega, principalmente quando se trata de produtos customizados.

Este projeto tem por objetivo principal propor um conjunto de ações para melhorar o fluxo no processo de fabricação de peças painéis elétricos para indústria de grupo gerador. Espera-se com esta proposta auxiliar na melhoria de um fluxo mais adequado para problemas reais e com isso reduzir os níveis de retrabalho, custos com deslocamento e tempos operacionais, abaixo propomos a melhor forma de desenvolver um arranjo físico que possibilite ao profissional uma visão sobre:

- ‡ Integração de todos envolvidos no setor
- ‡ Melhorar o fluxo do processo através da fábrica
- ‡ Um arranjo flexível que possa ser facilmente remanejado
- ‡ Usar todo o espaço disponível
- ‡ Estimar benefícios das situações sem perdas;

### 1.3 METODOLOGIA

Utiliza-se para a elaboração deste estudo uma revisão bibliográfica envolvendo os seguintes temas, elaboração de arranjo físico, produção enxuta, eliminar movimentação desnecessária de materiais. Com base nessa pesquisa será apresentado uma sugestão de arranjo físico, no setor de montagem de painel elétrico de uma indústria de grupo gerador, onde hoje apresenta um gargalo na produção de painéis elétricos desta montadora.

Estes ajustes serão baseados na revisão bibliográfica, com base nesta pesquisa será proposto, algumas sugestões de melhoria do arranjo físico enxuto, dinâmico, trazendo resultados satisfatórios sem repetição de esforços desnecessário e que seja adequado ao seguimento que a empresa atua.

### 1.4. ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

São apresentados neste capítulo, os elementos que motivaram a esse trabalho de pesquisa que levaram a definição do tema, justificativa do trabalho e quem poderá usufruir desta monografia além do objetivo final.

No capítulo será apresentado uma revisão bibliográfica dos conceitos sobre Sistema Toyota de Produção, introdução os tipos básico de arranjos físico, tipos básico de processo de manufatura enxuta,

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A Toyota Motor Company operou durante a década de 30, primeiramente produzindo caminhões simples. Nos primeiros anos, a empresa produziu veículos de baixa qualidade com tecnologia primitiva, não tendo muito sucesso. Nesta mesma época, os líderes da Toyota visitaram a Ford e a GM para estudar suas linhas de montagem. Mesmo antes da segunda guerra mundial, a Toyota percebera que o mercado japonês era muito reduzido e que a demanda era muito fragmentada para suportar os grandes volumes de produção dos Estados Unidos da América.

Então os administradores da Toyota identificaram a necessidade de adaptar a abordagem da produção em massa ao mercado japonês. O sistema de produção em massa da Ford fora criado para produzir grandes quantidades de um número limitado de modelos, por outro lado, a Toyota precisava fabricar pequenos volumes de modelos diferentes usando a mesma linha de montagem. Isto por que a Toyota não tinha dinheiro e operava em um país pequeno com poucos recursos e pouco capital, necessitando girar o dinheiro rapidamente. Então precisava adaptar-se ao processo da Ford para atingir simultaneamente alta qualidade, baixo custo, menor *lead time* e flexibilidade.

Segundo Liker (2005, p.46):

O Sistema Toyota de Produção não é o modelo Toyota. O STP é o exemplo mais sistemático e mais altamente desenvolvido daquilo que os princípios do modelo Toyota podem atingir. O Modelo Toyota consiste nos princípios fundamentais da cultura Toyota, que permite que o STP funcione tão eficazmente. Embora sejam diferentes, o desenvolvimento do STP e seu impressionante sucesso, estão intimamente conectados com a evolução e o desenvolvimento do modelo Toyota.

A primeira questão no STP é sempre, “o que o cliente quer comprar com esse processo?” (tanto o cliente interno, dos próximos passos da linha de produção, quanto o cliente externo final). Isso define valor. Pelos olhos do cliente, pode-se observar um processo e separar os passos que agregam valor dos que não agregam valor.

### **2.1.1 Perdas Segundo o Sistema Toyota de Produção.**

Os princípios de engenharia industrial defendido pela filosofia Toyota estão fortemente vinculados ao conceito de perdas. Para Ghinato (1996), o princípio da completa eliminação das perdas foi à tradução feita por Ohno de um desafio lançado por Kiichiro Toyoda ao final da segunda guerra mundial. Toyoda chegou à conclusão de que seria necessário alcançar a América em três anos. Caso contrário à indústria automobilística do Japão não sobreviveria. Ohno percebeu que a diferença de produtividade entre os americanos e japoneses não era resultado de nenhum tipo de esforço físico adicional da mão-de-obra americana, mas sim resultado de uma parte de trabalho inútil que os japoneses deveriam estar realizando. Sendo assim, este trabalho inútil era uma perda que os japoneses deveriam eliminar completamente se quisessem igualar-se à produtividade americana.

Esta visão desenvolvida pelos homens da Toyota foi à base para um profundo estudo que retomou as idéias de Taylor e dos Gilbreth's sobre tempos e movimentos e orientou a lógica das sete perdas defendidas por Ohno e Shingo, a partir da qual todo Sistema Toyota de Produção foi estruturado (GHINATO, 1996).

Ghinato (1996) defende que, do ponto de vista da engenharia industrial, existe uma diferença fundamental entre perda e desperdício:

1. Perda: utilização ineficaz de um determinado recurso, ocorrida ao longo da cadeia de valor de um determinado produto/serviço;
2. Desperdício: extravio/descarte não intencional de um determinado recurso por simples negligência. Por exemplo: desperdício de energia, desperdício de matéria-prima por má embalagem ou conservação, desperdício de óleos lubrificantes decorrentes de vazamento, ou resíduos sem embalagens.

Embora se reconheça a diferença fundamental entre perda e desperdício do ponto de vista da engenharia industrial, esses termos serão utilizados como sinônimos, sempre com referência à definição de perda, apresentada acima.

Ohno (1997) observa que é necessário dividir o movimento dos trabalhadores em duas diferentes dimensões: trabalho e perdas. O trabalho pode ser subdividido em dois grupos: trabalho efetivo – que agrega valor e, trabalho adicional – que não agrega valor.

O trabalho efetivo significa algum tipo de processamento que gera mudança de forma/ característica ou montagem. Trabalho adicional é aquele necessário para suportar o trabalho que agrega valor. Perda constitui-se, conceitualmente, de trabalho desnecessário, ou ações que geram custos, porém não agregam valor ao produto / serviço.

O objetivo perseguido por Ohno (1997) consiste em aumentar a taxa de trabalho que agrega valor, eliminando perdas, minimizando trabalho adicional e maximizando o trabalho efetivo.

Para sustentar o processo sistemático de identificação e eliminação de perdas, Ohno (1997) e Shingo (1996) propõem sete grandes classes de perdas:

- 1) Perdas por superprodução;
- 2) Perdas por transporte;
- 3) Perdas no processamento em si;
- 4) Perda por estoque;
- 5) Perdas por movimentação;
- 6) Perdas por fabricação de produtos defeituosos;
- 7) Perdas por espera.

### **2.1.2 Perda Por Super Produção**

Ohno (1997) afirma que as perdas por superprodução são as piores perdas, pois elas ajudam a esconder outras perdas.

Segundo Liker (2005) “é a produção de itens para os quais não há demanda o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo”.

Para Shingo (1996 a), existem dois tipos de perdas por superprodução:

- a) Quantitativa – fazer mais produto que o necessário;
- b) Antecipada – fazer o produto antes que ele seja necessário.

A superprodução quantitativa é a perda por produzir além do volume programado ou requerido, enquanto a superprodução antecipada é a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, ou seja, as peças e ou produtos fabricados ficarão aguardando a ocasião de serem consumidas ou processados por etapas posteriores.

### **2.1.3 Perda Por Transporte**

Para Shingo (1996) o transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarada como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é no limite, a sua completa eliminação.

Segundo Liker (2005) é o movimento de estoque em processo por longas distâncias, criando transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados desnecessário.

### **2.1.4 Perda no Processamento em si**

Para Liker (2005) são os movimentos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos.

### **2.1.5 Perda Por Estoque**

Para Shingo (1996) as perdas nos estoques são decorrentes da existência desnecessária de níveis elevados de estoque de materiais no almoxarifado, de produtos acabados e de componentes entre processos.

Segundo Liker (2005) as perdas relacionam-se ao excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando lead time mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem. Além disso, o estoque extra oculta problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longos tempos de Setup.

Para Ghinato (1996) uma grande barreira para o ataque às perdas por estoque é a vantagem que os estoques proporcionam de aliviar os problemas de sincronia entre os processos. Os estoques têm sido interpretados como um “mal necessário” nas companhias ocidentais, fazendo com que os gerentes mantenham certa quantidade de estoque de segurança, cuja ênfase é na sua função de amortecimento contra instabilidades na produção.

Shingo (1996) propõe que existem três tipos distintos de estoques intermediários nas empresas. São eles:

- a) Estoques devido ao desbalanceamento entre os processos. Dois fatores que justificam a existência destes estoques são o desbalanceamento das quantidades e a falta de sincronização da produção;
- b) Estoques que compensam problemas crônicos. Exemplos destes problemas crônicos são: quebra de máquinas, produtos defeituosos, tempos elevados na troca de ferramentas, mudança nos planos de produção, tempo de produção com alta variação;

Estoques devido à previsão gerencial de algum desequilíbrio na produção. Estes estoques às vezes são chamados de “estoque de segurança”. De forma geral, estes estoques são justificados por fatores tais como: eliminação de possíveis atrasos de entrega, erros na programação da produção, superestimativas da necessidade de estoques contra quebras de máquinas, defeitos dos produtos e uma programação da produção indefinida. De acordo com Shingo (1996) a diminuição dos estoques é o principal instrumento para se reduzir o tempo de atravessamento dos produtos ou lead time, sendo mais efetiva do que a diminuição do tempo de processamento em si.

#### **2.1.6 Perda Por Movimento**

Para Shingo (1996) as perdas no movimento ocorrem na realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades. São associadas diretamente aos movimentos desnecessários dos trabalhadores e das peças quando estes não estão executando as operações principais nas máquinas ou nas linhas de montagem e quando as peças e operadores fazem vários percursos “zizag” dentro da fábrica quando deveriam seguir um único sentido.

Geralmente estas perdas não são identificadas pela falta do conhecimento dos padrões de operação, sendo o estabelecimento destes padrões uma condição essencial para a racionalização dos movimentos dos trabalhadores. A mecanização pode ser utilizada a fim de eliminar alguns movimentos, por exemplo, a fixação e remoção de peças da máquina. Porém, ela somente deve ser considerada após todos os movimentos terem sido melhorados, como, por exemplo, a disposição

ordenada, o alinhamento uniforme e o fácil acesso em uma localização fixa dos itens a serem montados.

### **2.1.7 Perda Por Produtos Defeituosos**

O processo produtivo deve ser planejado e desenvolvido de forma que não permita produzir produtos defeituosos, e eliminar as atividades de inspeção.

Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de mercadorias defeituosas, inspeção de produtos entre outros.

O processo produtivo deve ser voltado para a prevenção de defeitos, eliminando-se assim as inspeções e retrabalhos.

### **2.1.8 Perda Por Fabricação de Produtos Defeituosos**

Para Shingo (1996) uma forma de reduzir estas perdas é a inspeção para prevenir defeitos, pois não tem sentido fazer uma inspeção só depois do os itens já terem sido produzidos. Neste contexto, a instalação de Poka Yoke como meio para efetuar 100% e proporcionar um retorno instantâneo para identificar e promover a solução do problema é outra forma de eliminar estas perdas, visto que a inspeção deve ser utilizada como um mecanismo para a não produção de defeitos.

Segundo Liker (2005) na Toyota as coisas devem ser simples, e ferramentas estatísticas complexas não devem ser utilizadas. Os especialistas em qualidade e os membros da equipe contam com quatro ferramentas chaves:

- a) Ir para ver;
- b) Analisar a situação;
- c) Usar o fluxo unitário de peças para trazer os problemas à tona;
- d) Perguntar “por que” cinco vezes.

Quando se trata de defeitos no produto detectado no cliente, os prejuízos acabam sendo piores, pois em alguns casos acaba sendo imensurável o custo do problema, pois a imagem da empresa acaba sendo prejudicada. Para Shingo (1996), a pior situação da perda é aquela na qual o defeito passa despercebido por todo o

processo de manufatura e é descoberto mais tarde pelo cliente. Não só os custos de distribuição e garantia aumentam, como também os futuros negócios e as fatias de mercado são afetados de maneira adversa.

## 2.2 PERDA POR ESPERA

Segundo Shingo (1996) existem dois tipos de espera:

- a) Espera do processo enquanto um lote inteiro de itens permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado.
- b) Espera do lote que ocorre durante as operações ou processamento de um lote, uma peça é processada e as outras se encontram esperando.

Segundo Shingo (1996) as perdas por espera estão diretamente relacionadas com a sincronização e o nivelamento do fluxo de produção. A falta de sincronização acarreta uma espera por parte dos trabalhadores e uma conseqüente queda na taxa de utilização das máquinas. A preocupação com a sincronização da produção e a troca rápida de ferramenta são pré-requisitos para a minimização desse tipo de perda (SHINGO, 1996).

## 2.3 ANÁLISE DO PROCESSO SEGUNDO A ÓTICA DO STP

Segundo Shingo (1996, p.2), melhorias efetivas, que geram aumento da eficiência fabril, são aquelas realizadas na função processo. As melhorias realizadas na função operação não contribuem com o resultado global do processo. Em função disso realizou-se uma análise a partir da identificação das perdas que impactam na geração excessiva de inventário.

- a) Perdas por superprodução: antecedendo o centro de trabalho 2368, o *buffer* existente representa uma perda por antecipação. Neste ponto poderia ser utilizado o sistema kanban, sendo considerado no cálculo do ponto de

ressuprimento as diferenças de produtividade entre os modelos. A determinação exata do tamanho do número de kanbans reduziria o estoque, juntamente com o tempo total de atravessamento.

b) Perdas no transporte: a movimentação do estoque, principalmente do *buffer* de peças que antecedem o centro 2368, é classificada como uma movimentação que não agrega valor ao produto. Porém ela é necessária devido a grande quantidade de peças e também ao limitado espaço físico da linha de usinagem. Destaca-se aqui também, a necessidade de uma adequação do *layout* da linha de usinagem.

c) Perdas no processamento em si: atividades como retrabalhos durante o fluxo do processo foram identificadas como processamento desnecessário.

d) Perdas por produtos defeituosos: essa perda é identificada geralmente no centro de trabalho 2392. A aplicação de inspeções sucessivas nos postos anteriores a este e com o nivelamento da linha se reduziria a agregação de valor ao produto defeituoso, pois este seria identificado mais rapidamente.

e) Perdas nos estoques (estoque de conjunto cárter acabado): sabendo que a produção diária média da linha é de 800 conjuntos de cárteres e o período de trabalho de 20,4h (considerada a eficiência de 85%), foi calculado o *takt-time* de 1,53 minutos. A partir do *lead-time* médio da linha de 33,7h pode-se afirmar que dentro da linha de usinagem, em XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005 ENEGEP 2005 ABEPRO 3564 média, existem 1320 cárteres. Se a demanda diária da Montagem é de 1000 cárteres, poderia existir ao redor de 2320 peças em estoque (1320 em processo e 1000 de pulmão para a demanda diária). Como o estoque médio que tem se utilizado é de 5000 peças, conclui-se que existe superprodução (53,6% a mais que o necessário). Existe este alto estoque de peças brutas devido à baixa eficiência do processo de fundição. O estoque em processo (1320 cárteres) aumenta o *lead-time* do processo.

f) Perdas por movimentos: não foi observado na linha este tipo de perda.

g) Perdas por esperas: os elevados tempos de *set-up* nos postos da linha indicam perdas de capacidade no gargalo e também a geração de esperas antes dele. As reduções dos tempos de *set-up* se fazem necessárias para que seja possível a flexibilização do processo. A partir daí podem ser desenvolvidos projetos para a redução dos estoques. A diferença entre a produtividade dos centros de usinagem 2367, 2368 e 2366 também são geradores de esperas. A melhoria dos dispositivos de usinagem e a transferência de operações para outro centro de trabalho tornariam o processo balanceado e estável.

## 2.4 PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Para Ohno (1997): A Produção Enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios: superprodução, superprocessamento, inventário/estoque, movimentação de materiais, movimentação do operador, tempo de espera, retrabalho.

A Produção Enxuta parte do princípio que existem tipos de desperdícios dentro da empresa os quais devem ser atacados e eliminados.

Desperdício de superprodução: provém, em geral, de problemas e restrições do processo produtivo, tais como altos tempos de preparação de equipamentos, induzindo à produção de grandes lotes; incerteza da ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos, levando a produzir mais do que o necessário; falta de coordenação entre as necessidades (demanda) e a produção, em termos de quantidades e momentos; grandes distâncias a percorrer com o material, em função de um arranjo físico inadequado, levando à formação de lotes para movimentação, entre outros. Desse modo, a filosofia Enxuta sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, que se reduzam os tempos de set up, que se sincronize a produção com a demanda, que se compacte o layout da fábrica, e assim por diante. (GHINATO, 1995)

Desperdício de material esperando no processo: resulta na formação de filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. A sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação deste tipo de desperdício. (MANTEGA, 1987)

Desperdício de transporte: encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso. (CHIAVENATO, 1983)

Desperdício de processamento: é comum que os gerentes se preocupem em como fazer algo mais rápido, sem antes questionar se aquilo deve realmente ser feito. Nesse sentido, torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessários para produzir determinado produto. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto é candidato a investigação e eliminação. (CHIAVENATO, 1983)

Desperdício de movimentação nas operações: aqui, justifica-se a importância das técnicas de estudo de tempos e métodos, pois a Produção Enxuta é um enfoque essencialmente de "baixa tecnologia", apoiando-se em soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos em automação. Ainda que se decida pela automação, devem-se aprimorar os movimentos para, somente então, mecanizar e automatizar. Caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício.

Desperdício de produzir produtos defeituosos: produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. (IGLÉSIAS, 1992)

Desperdícios de estoque: significam desperdícios de investimento e espaço. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduz-se, por conseqüência, os desperdícios de estoque. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e os lead times de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos. (GHINATO, 1995)

Para Liker (2007) além destes sete desperdícios existentes pode-se somar mais um que é não utilização da criatividade dos funcionários - perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou não escutar seus funcionários.

Assim, no sistema de Produção Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema, que deve ser eliminada (OHNO, 1997).

O sistema de Manufatura Enxuta tem como foco principal a diminuição do *lead time* (tempo que leva para uma peça percorrer todo o caminho no chão de fábrica), sendo necessária a eliminação de todo o tipo de desperdício existente nos processos, através da maximização da produtividade e efetividade dos processos já existentes. Conforme Jones e Womack (1998), a manufatura enxuta tem como seu principal objetivo, alinhar a melhor seqüência possível de trabalho a fim de agregar

valor de forma eficaz aos produtos solicitados pelo cliente, oferecendo exatamente o que ele deseja e transformando, na melhor maneira possível, desperdício em valor.

A manufatura enxuta é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo retorno imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor, fazendo com que a motivação da força de trabalho seja maior.

Existem alguns princípios que devem ser seguidos pelas organizações para que a manufatura enxuta funcione por completo. Esses conceitos deverão ser seguidos na ordem em que aparecem. A interação entre os 5 princípios iniciais forma um círculo poderoso, sempre expondo o desperdício oculto existente na cadeia de valor. Dessa forma, o cliente deve puxar o seu pedido, revelando cada vez mais os obstáculos ao fluxo e permitindo que esses sejam eliminados o mais rápido possível. Uma boa prática para descobrir o que agrega valor ao cliente final é utilizar equipes dedicadas a identificar e especificar as reais necessidades dos consumidores.

Os principais princípios da manufatura enxuta são:

- a) Valor;
- b) Cadeia de Valor;
- c) Fluxo;
- d) Produção Puxada;
- e) Perfeição;

#### **2.4.1 Valor**

Segundo Jones e Womack (1998), o ponto de partida para o pensamento enxuto é o valor. O valor só pode ser definido pelo cliente em termos de produto específico (um bem ou um serviço ou ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico.

#### **2.4.2 Cadeia de valor**

Todo produto ou serviço possui uma cadeia de valor e sua análise deve mostrar três tipos de ações existentes.

Hines e Taylor (2000) estabelecem os três tipos de atividades para orientação de seus princípios do modelo de produção enxuta. São elas:

- 1) Atividades com adição de valor: atividades que, aos olhos do consumidor final, tornam um produto ou serviço mais valorizado;
- 2) Atividades sem adição de valor: atividades que, aos olhos do consumidor final, não tornam um produto ou serviço mais valorizado;
- 3) Atividades necessárias sem a adição de valor: atividades que, aos olhos do consumidor final, não tornam um produto ou serviço mais valorizado mas são necessárias, exceto se o processo existente for radicalmente alterado.

Hines e Taylor (2000) indicam que se deve, a curto prazo, buscar a eliminação das atividades sem adição de valor e a médio prazo buscar o mesmo para as atividades necessárias sem a adição de valor.

#### **2.4.3 Fluxo**

Segundo Shingo (1996), o uso da equalização da produção, da sincronização e fluxo de peças unitárias para acabar com as esperas entre os processos representa um avanço formidável. Assim, esse princípio relata a importância do fluxo contínuo, onde as etapas de produção estão organizadas em uma determinada seqüência, de maneira que o produto passe para as etapas seguintes sem estoques intermediários ou itens semi-acabados.

#### **2.4.4 Produção Puxada**

Conforme Jones e Womack (1998), uma produção puxada em termos simples, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite. Dessa forma, a empresa deve puxar o pedido através do cliente ao invés de produzir conforme a sua capacidade (empurrar o pedido).

#### **2.4.5 Perfeição**

O foco desse princípio é que a eliminação dos desperdícios deve ser uma rotina nas organizações. Dessa maneira, a empresa não deve nunca interromper esforços para realizar melhorias nos processos.

## 2.5 GARGALO DE PRODUÇÃO

Segundo Goldratt (1990), “o gargalo final de qualquer organização, reside em suas políticas internas, seus sistemas de gerenciamento. Políticas que se mostraram eficazes no passado da empresa e que depois se tornam fatores limitantes para o seu desenvolvimento”.

Do ponto de vista da manufatura, Gargalo é um ponto do sistema produtivo (máquina, transporte, espaço, homens, demanda etc.) que limita o fluxo de itens no sistema.

A partir da constatação de que os recursos produtivos podem ser divididos nestes dois grupos (gargalos e não-gargalos), e de que a forma como eles se relacionam definem o fluxo produtivo, os custos com estoques e as despesas operacionais, um conjunto de dez regras é usado para direcionar as questões relativas ao seqüenciamento de um programa de produção, conforme segue:

- 1) A taxa de utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por sua capacidade de produção, mas sim por alguma outra restrição do sistema;
- 2) Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos;
- 3) Uma hora perdida num recurso gargalo é uma hora perdida em todo o sistema produtivo;
- 4) Uma hora ganha num recurso não-gargalo não representa nada;
- 5) Os lotes de processamento devem ser variáveis e não fixos;
- 6) Os lotes de processamento e de transferência não necessitam ser iguais;
- 7) Os gargalos governam tanto o fluxo como os estoques do sistema;
- 8) A capacidade do sistema e a programação das ordens devem ser consideradas simultaneamente, e não seqüencialmente;
- 9) Balanceie o fluxo e não a capacidade;
- 10) A soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo global.

Na prática, é muito difícil implementar estes conceitos dentro de um sistema produtivo convencional, principalmente em função da mudança constante dos pontos gargalos. Soluções mais duradouras são obtidas pela implementação da filosofia JIT, que reformula todos os princípios convencionais de produção. Porém, quando normalmente os pontos limitantes forem constantes, e em casos onde não

existe a possibilidade de implantar sistemas mais estruturados, pode-se empregar um processo de tomada de decisão, seguindo 5 passos seguintes como forma de direcionar as ações do planejamento de produção:

1. Identificar os gargalos restritivos do sistema;
2. Programar estes gargalos de forma a obter o máximo de benefícios (lucro, atendimento de entrega, redução dos estoques dentro do processo, etc.);
3. Programar os demais recursos em função da programação anterior;
4. Investir prioritariamente no aumento da capacidade dos gargalos restritivos do sistema;
5. Alterando-se os pontos gargalos restritivos, voltar ao passo.

De acordo com O'Kelly da Production Basics, o desperdício de movimentos mais comum ocorre quando se tenta alcançar alguma coisa, "Isso se tem um enorme impacto na produtividade da estação de trabalho e pode ser facilmente evitado com o tamanho, altura e configuração corretas da estação de trabalho ergonomia", ele reivindica.

Neste tópico justifica-se a importância das técnicas de estudo de tempos, métodos e ergonomia, pois a produção enxuta é um enfoque essencialmente de "baixa tecnologia", apoiada em soluções simples e de baixo custo, sem a necessidade de grandes investimentos em automação e ainda com risco de não ser tão eficaz como o planejado.

## 2.6 INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO DE ARRANJO FÍSICO

A elaboração de um bom arranjo físico deve-se levar em condição a otimização das condições de trabalho aumentando tanto o bem estar, como o rendimentos das pessoas.

Segundo Cury (2000, p.386)

...layout corresponde ao arranjo de diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo além da produção de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas.

Para Krajewski e Ritzman (2004) afirmam ter o arranjo físico implicações práticas e estratégicas para as organizações, de modo que uma alteração pode afetar suas prioridades competitivas, como:

1. Facilitar o fluxo (materiais e informações);
2. Melhorar eficiência (mão de obra e equipamentos);
3. Melhorar segurança para trabalhadores;
4. Aumentar o moral dos funcionários;
5. Melhorar a comunicação.

Nakayama (2005) e Duarte (2003) citam em seus trabalhos, diversos autores que apresentam a mesmos quatros tipos básicos de arranjos físicos, porém com diferentes nomenclaturas. São eles:

1. Arranjo físico posicional;
2. Arranjo físico por processo (ou funcional);
3. Arranjo físico celular;
4. Arranjo físico por produto (ou em linha).

### **2.6.1 Arranjo físico posicional**

O arranjo físico posicional pode ser descrito como uma “manifestação física” do tipo de processo por projeto. Conforme Nakayama (2005), o produto permanece em uma posição fixa durante a fabricação devido ao seu peso/tamanho, e os recursos como pessoas, materiais e máquinas movem-se na medida do necessário para o local onde as operações estão sendo executadas. As características principais são:

- ‡ os produtos são fabricados em pequenas quantidades e em grandes dimensões.
- ‡ os equipamentos possuem alta flexibilidade.

O arranjo físico por processo é assim chamado porque as necessidade e conveniências dos recursos transformadores dominam a decisão sobre o arranjo físico (SLACK *et al.*, 2002).

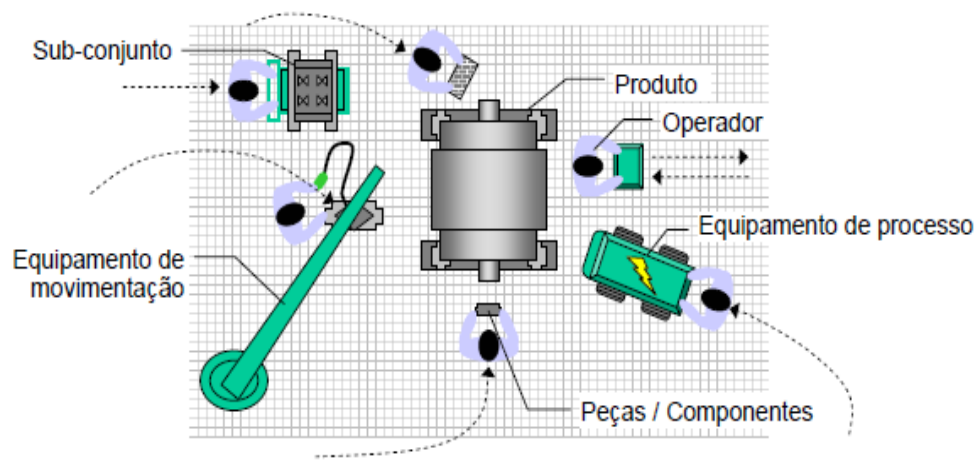


Figura 01: Modelo de Arranjo físico posicional

Fonte:

### 2.6.2 Arranjo Físico por Processo

Segundo Nakayama (2005), o arranjo físico por processo é o tipo mais comum encontrado nas indústrias e sua característica principal é a produção de uma grande variedade de produtos resultando em pequenos lotes de produção. Podendo ainda ser definido como aquele que representa as diversas seções (ou máquinas e equipamentos) e o fluxo que o processo segue desde a matéria-prima inicial até o produto acabado. Deste modo às seções (ou máquinas e equipamentos) figuram como elementos básicos do arranjo físico, enquanto os produtos seguem trajetórias diferentes. Para Duarte (2003), o arranjo físico por processo caracteriza-se pelo agrupamento das máquinas por tipo ou função, por exemplo: seção de tornos, seção de fresadoras, seção de fornos. Duarte (2003) também sugere que este tipo de arranjo melhor se aplica quando o volume de produção é baixo e existe uma grande diversificação de produtos.

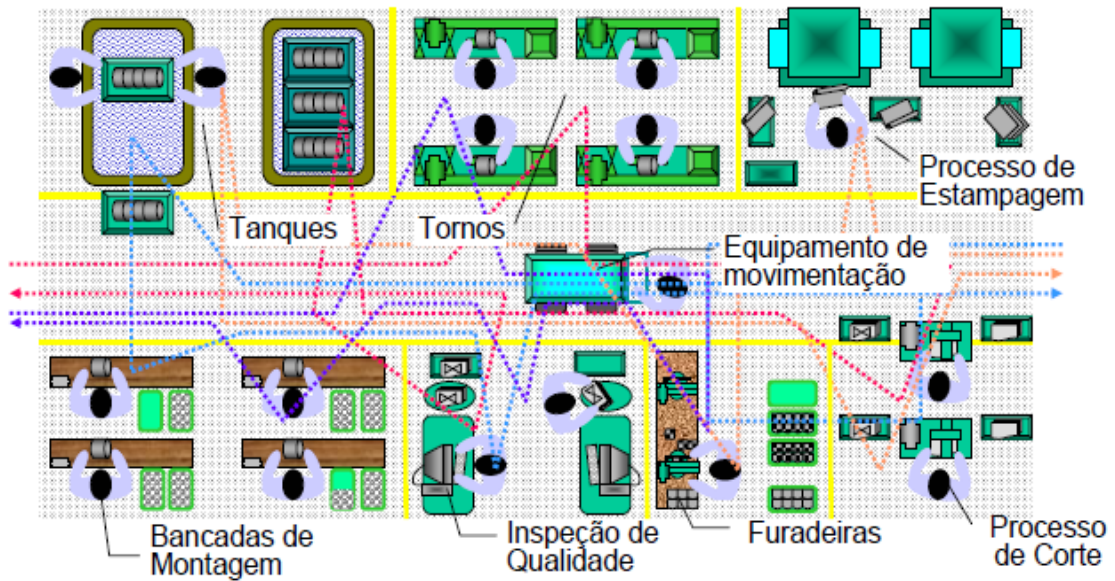


Figura 02: Modelo de arranjo físico por processo

Fonte:

### 2.6.3 Arranjo Físico Celular

O arranjo físico celular segundo Slack *et al.* (2002) representa um compromisso entre a flexibilidade do arranjo físico por processo onde o foco está na localização dos vários recursos dentro da operação, e a simplicidade do arranjo físico por produto onde o foco está nos requisitos do produto, e deve considerar as necessidades de ambos. Ainda segundo o autor, neste tipo de arranjo físico se concentra todos os recursos transformadores necessários para atender as necessidades de processamento do produto, que após serem processados em uma célula podem prosseguir para uma outra célula.

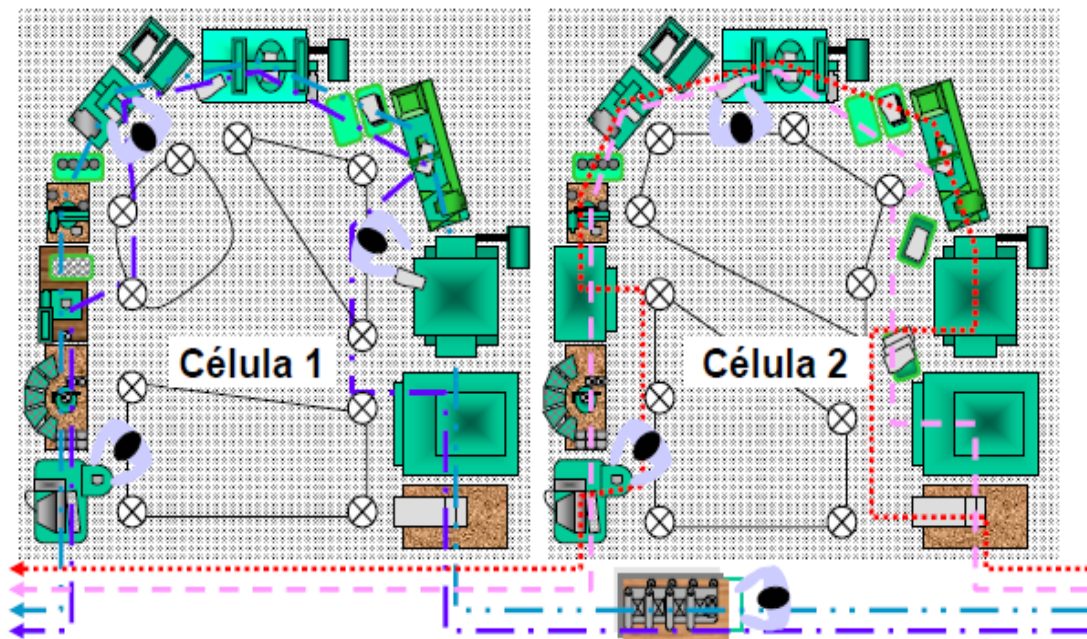


Figura 03: Modelo de arranjo físico celular

Fonte:

#### 2.6.4 Arranjo Físico por Produto

O arranjo físico por produto segundo Nakayama (2005) e Duarte (2003), é o tipo de arranjo caracterizado por altos volumes de produção (grandes lotes)

Slack *et al.* 2002) máquinas para fins específicos normalmente dispostas em linha seguindo um roteiro predefinido. Também para Slack *et al.* (2002), este tipo de arranjo físico envolve localizar os recursos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado, cada produto segue um roteiro predefinido na qual a seqüência de atividades coincide com a seqüência na qual os processos foram arranjados fisicamente, e por esse motivo, este tipo de arranjo físico muitas vezes é chamado de arranjo físico em “fluxo” ou em “linha”. Nos exemplos deste tipo de arranjo incluem as linhas de montagem de automóveis e a seqüência de processo numa operação de manufatura de papel. A Figura 04 ilustra um arranjo físico por produto.

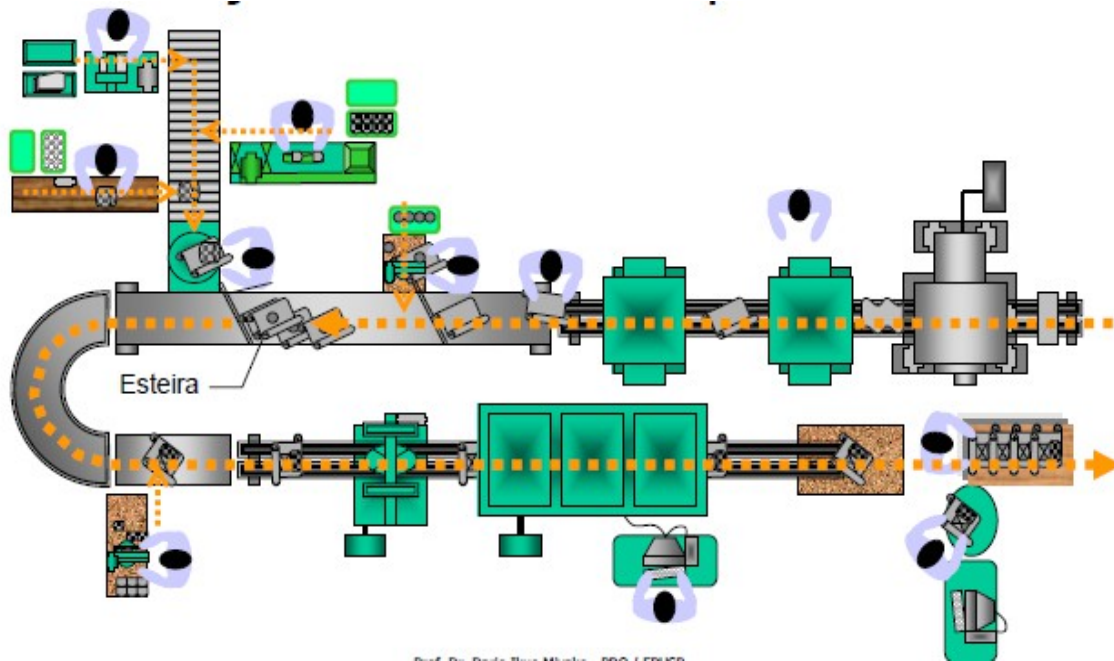


Figura 04: Modelo de arranjo por produto

Fonte:

A Tabela 01 mostra algumas das mais significativas vantagens e desvantagens associadas a cada tipo de arranjo físico apresentada por Slack *et al.* (2002). Ainda segundo o autor, a decisão de qual tipo de arranjo físico adotar raramente irá envolver uma decisão entre os quatro tipos aqui estudados, pois as características de volume e variedade das operações irão reduzir esta escolha, em geral, em dois dos tipos.

A Figura 4 mostra a influência sobre o arranjo físico das características volume e variedade e conseqüentemente sobre o fluxo dos recursos transformados.

Tipo de arranjo físico	Vantagens	Desvantagens
Posicional	Flexibilidade muito alta de <i>mix</i> e produto Produto não movido ou perturbado Alta variedade de tarefas para mão de obra	Custos unitários muito altos Programação de espaço ou atividades pode ser complexa Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão de obra
por Processo	Flexibilidade alta de <i>mix</i> e produto Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas Supervisão de equipamentos relativamente fácil	Baixa utilização de recursos Pode ter alto estoque em processo Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Celular	Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta Atravessamento rápido Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual Pode requerer capacidade adicional Pode reduzir níveis de utilização de recursos
por Produto	Baixos custos unitários para altos volumes Dá oportunidade para especialização de equipamento Movimentação conveniente de materiais.	Pode ter Baixa flexibilidade de <i>mix</i> Não muito robusto contra interrupções Trabalho pode ser repetitivo

Tabela 01 : Vantagens e desvantagens dos tipos de arranjo físico. Slack et al. (2002)

Fonte:

Moore (1962) acredita que existem três modelos de Layout, que envolve o re-layout existente dos equipamentos, para minimizar os custos dos fluxos de materiais, enquanto atende-se o volume de produção desejado. A necessidade de um re-layout em uma fábrica pode ser causada por uma variedade de fatores, tais como: conversão de processo para uma manufatura celular ou sistemas flexíveis; adicionando ou reposicionamento de equipamentos para melhoria da qualidade ou razão de segurança e mudança no produto, ou novos produtos incluídos na linha de produção.

Para atender a essas necessidades “o layout deverá estar sempre atualizado para manter a eficiência do uso do espaço dos equipamentos” . (LACKSONEN; HUNG, 1998). A relação entre tipos de processo de arranjo físico não é totalmente direta ou seja um tipo de processo não necessariamente implica em um arranjo físico, particular. O processo de obtenção do produto é determinado por meio de gerenciamento do volume e variedade de produção que pode ser dividido segundo SLACK em:

- 1. Processo por projeto;
- 2. Processo tipo Jobbing;
- 3. Processo tipo Batch;
- 4. Processo em massa;
- 5. Processo contínuo.

Para definir o melhor arranjo físico a ser utilizado é necessário utilizar ferramentas que auxiliem na escolha certa, deve ser analisado os tipos de processo de manufatura, para Slack et, al (1997), ela não é uma técnica totalmente determinística, apenas sugere um forma de seleção, a tabela abaixo mostra uma sugestão de relacionamento entre os diversos tipos de processos existentes e os quatro tipos básicos de arranjo físico.

Tipos de processo de manufatura	Tipos básicos de manufatura	Tipos de processo de serviço
Processo por projeto	Arranjo físico posicional	Serviços profissionais
Processo tipo Jobbing		
Processo Tipo Batch	Arranjo físico por processo	Loja de serviços
Processo em massa	Arranjo físico celular	Serviços de massa
Processo contínuo	Arranjo físico por produto	

Tabela 02 – Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico

Fonte: (SLACK, 2002)

Para Slack *et al.* (2002), cada tipo de processo em manufatura implica uma forma diferente de organizar as atividades das operações com diferentes características de volume e variedade. A posição volume-variedade de uma produção tem implicações para quase todos os aspectos de organizar atividades das operações e possuem implicações nos custos. De forma simples a Figura 5 resume as implicações deste posicionamento, e a Figura 6 mostra os tipos de processos de manufatura em forma gráfica relacionando a posição volume variedade de uma produção, considerando a variedade no eixo vertical e o volume no eixo horizontal.



Figura 5: Volume – Variedade nas opções de Manufatura

Fonte: Slack et al (2002)

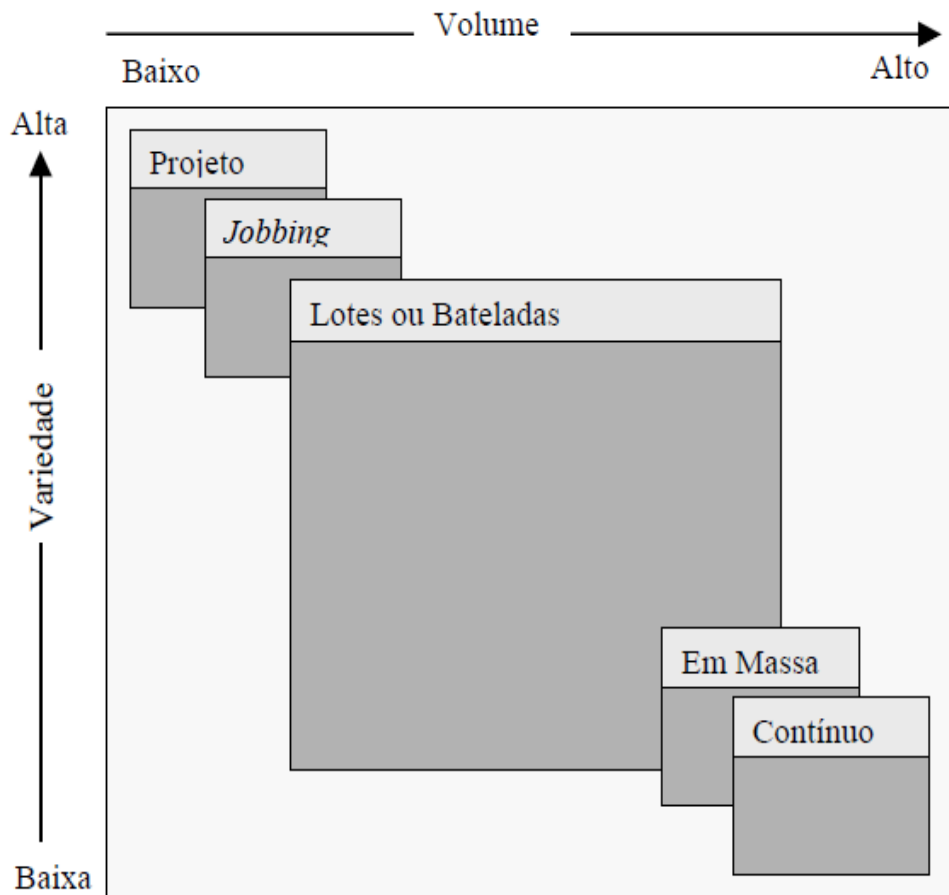


Figura 6: Tipos de Processo em Operação de Manufatura

Fonte: Slack et al. (2002)

## 2.7 TIPOS BÁSICOS DE PROCESSO DE MANUFATURA

### 2.7.1 Processo por projeto

O processo por projeto trata-se de produtos discretos, seu tempo de produção é longo por isso baixo volume de produção e alta variedade.

Lidam com produtos bastante customizados. O baixo volume e a alta variedade caracterizam o processo por projeto.

Quem sofre o processamento (materiais, clientes) fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, pessoas movem-se para a cena do processamento na medida no necessário. A razão para isso pode ser que o produto ou sujeito sejam

muito grandes para serem movidos de forma conveniente, podem estar muito dedicado, ou mesmo objetaram-se a serem movidos, ex, construção de avião.

### **2.7.2 Processo Tipo Jobbing**

O processo jobbing trata de projetos com alta variedade e baixo volume, embora seus produtos necessitem de uma atenção especial, pois utiliza recursos específicos para cada produto, resultando em baixa repetitividade.

O seu fluxo é indefinido, onde os equipamentos raramente utilizam 100% de sua capacidade e os trabalhadores exigem uma amplitude grande de habilidade e capacitações. Exemplo: Mestres ferramenteiros de ferramentas especializadas.

### **2.7.3 Processo Tipo Batch**

Produz mais que um produto por processo, desde poucos até muitos, porem com baixos volumes, o que caracteriza uma customização de produtos.

Exemplo: manufatura de peças de conjuntos para automóveis, estamparias.

### **2.7.4 Processo em Massa**

O processo de produção em massa produz em grandes volumes e pouca variedade. As variedades (cor, equipamentos extras, etc.) não afetam o processo básico de produção. Exemplo: fabricante de bens duráveis (televisão, etc.) montadora de automóveis.

### **2.7.5 Processo Contínuo**

Processo de produção em grande escala, com menos modelos e opção utilizando processo de produção mecanizado e interligado. Esse modelo é chamado linha de montagem e seu lucro vem da padronização e automação dos processos.

Exemplo: refinarias petroquímicas, instalação de eletricidade, siderúrgicas.

## **2.8 TÉCNICAS DE MAPEAMENTO DO PROCESSO**

O Mapeamento de processo é uma ferramenta recomendada para viabilizar a gestão de desempenho na organização. É utilizada para definir e mostrar visualmente o processo global, sendo que, ao elaborar um mapa de um processo já existente geralmente descobre-se oportunidades não identificadas previamente ou trabalhos redundantes, durante a elaboração a equipe encarregada do mapeamento de processos vislumbrará não apenas os pontos de excelência na realização do produto, mas poderá deparar com oportunidades reais para viabilizar ações corretivas e preventivas de não-conformidades que vierem a ser identificadas de forma a contribuir para a melhoria contínua (QSP, 2004).

Oliveira (2003) analisa o mapeamento de processo como uma ferramenta gerencial para documentar, analisar e desenvolver um plano de melhoria nos processos existentes ou possibilita implantar uma nova estrutura voltada para os processos. Analisa ainda o mapeamento do processo como uma representação gráfica, o qual mostra como os recursos de entrada são processados e transformados em saídas, destacando-se a relação e a conexão entre cada atividade.

Leal (2003) ressalta a importância do mapeamento do processo como ponto de partida para o processo de melhorias e conclui que a visualização clara do processo permite uma análise das atividades sob o ponto de vista de agregação de valor ao cliente seja ele interno ou externo, sendo que, a representação gráfica de processos através de uma seqüência realista das atividades, possibilita esta visualização. O autor afirma ainda, que através da análise do processo é possível propor um gerenciamento no sentido de oferecer melhorias, mediante um prévio mapeamento, e que a preocupação em atuar em processos de melhoria torna-se visível em boa parte da literatura.

Kumar e Phrommathed (2005), também sugerem o uso de mapeamento de processo para entender as características importantes de uma operação e gerar dados analíticos que serão úteis para análise de um projeto de melhoria. As funções básicas do mapeamento de processos como: definição, análise, visualização gráfica das atividades, documentação e registro, apresentadas com a preocupação de atuar em melhoria de processos já existentes, ganham ainda mais importância quando juntadas aos avanços tecnológicos disponíveis, pois possibilitam modelar um

processo visando reproduzir o seu comportamento, ainda na fase de desenvolvimento, através do uso da simulação computacional. Leal (2003) afirma que a simulação computacional atua como uma poderosa ferramenta, facilitando a visualização do processo e o acompanhamento dos seus resultados.

Pinho *et al.* (2006) concluem em seus trabalhos, que o mapeamento de processo é um procedimento essencial para a construção do modelo computacional, uma vez que as informações pertinentes do processo de produção são efetivamente evidenciadas por esta ferramenta.

Krajewski e Ritzman (2004) apresentam três técnicas eficazes para documentar um processo: fluxograma, mapas de processo e simulação. Slack *et al.* (2002) afirmam haver muitas técnicas que podem ser usadas para documentar processos e que todas elas, entretanto, têm duas características: mostram o fluxo de materiais ou pessoas ou informações por meio de operações produtivas e identificam diferentes atividades que ocorrem durante o processo.

Os autores apresentam quatro tipos comuns de técnicas de documentação de processo: diagramas de fluxo simples, folhas de roteiros, diagramas de fluxo de processo e estrutura de processamento do cliente.

Leal (2003) apresenta em seu trabalho algumas técnicas de mapeamento do processo, analisando-as e exemplificando suas aplicações. Conforme o autor, a definição de qual técnica deve ser utilizada depende da qual se encaixa melhor aos objetivos do mapeamento para uma determinada situação. As literaturas citadas apresentam orientações sobre as utilizações em diversas situações, porém, serão descritas a seguir somente as técnicas que se pretende utilizar neste trabalho.

Será descrito primeiramente o fluxograma do processo, que é a técnica mais comumente usada para documentar e registrar processos. Este tipo de técnica documenta o fluxo e as diversas atividades usando símbolos diferentes para identificar os diferentes tipos de atividades, permitindo detalhar mais o projeto e sua avaliação (SLACK *et al.*, 2002).

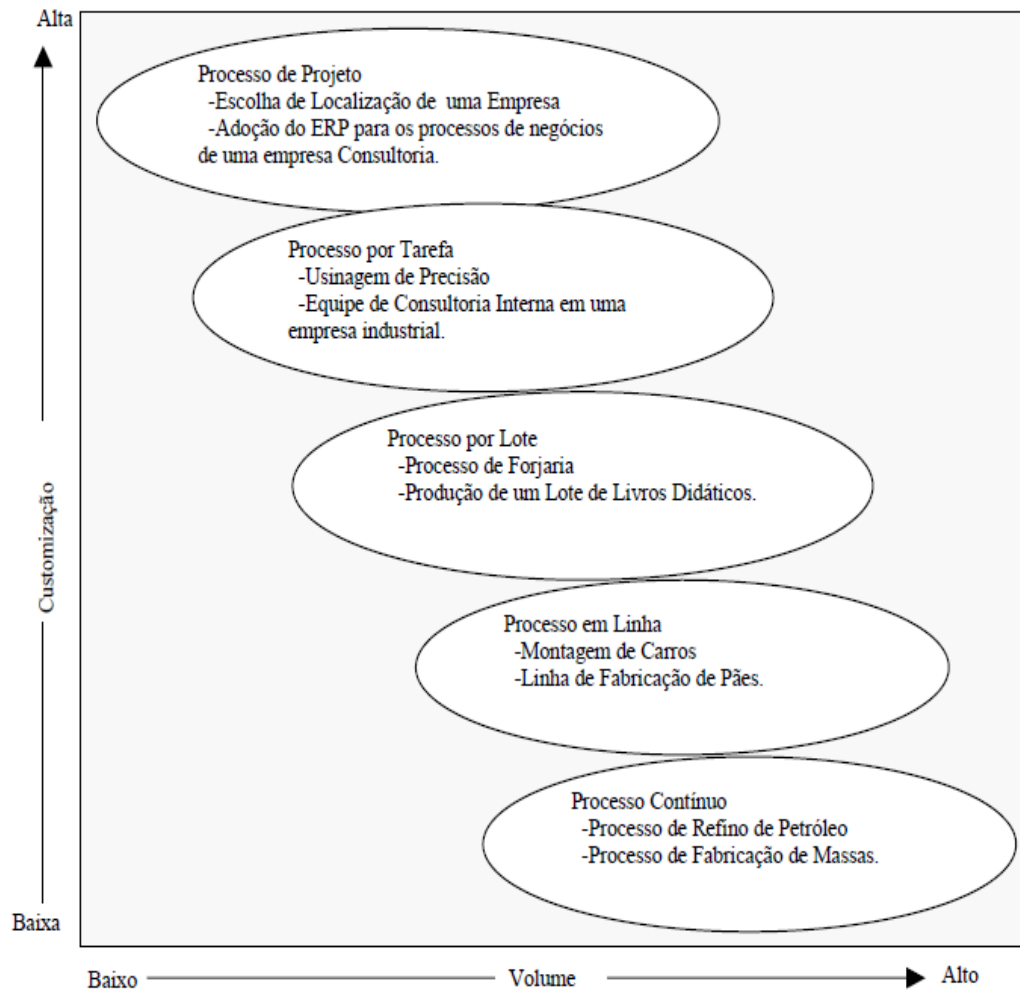


Figura 07: Processos em Organizações Industriais

Fonte: Krajewski e Ritzman (2004)

### 2.8.1 Tempos e Métodos

Desde que a doutrina básica da “Administração Científica” foi estabelecida por Taylor em 1911, dois campos de estudos emergiram separados, porém relacionados. O primeiro é o estudo do Método que se concentra na determinação dos métodos e atividades que devem ser incluídos em trabalhos. O segundo é a Medição do Trabalho (Tempo), que se preocupa com a medição do tempo que deve despendar a execução de trabalhos. Juntos esses dois campos são referidos como estudo do Trabalho.

A figura ilustra esta abordagem de Slack *et al.*(2002).

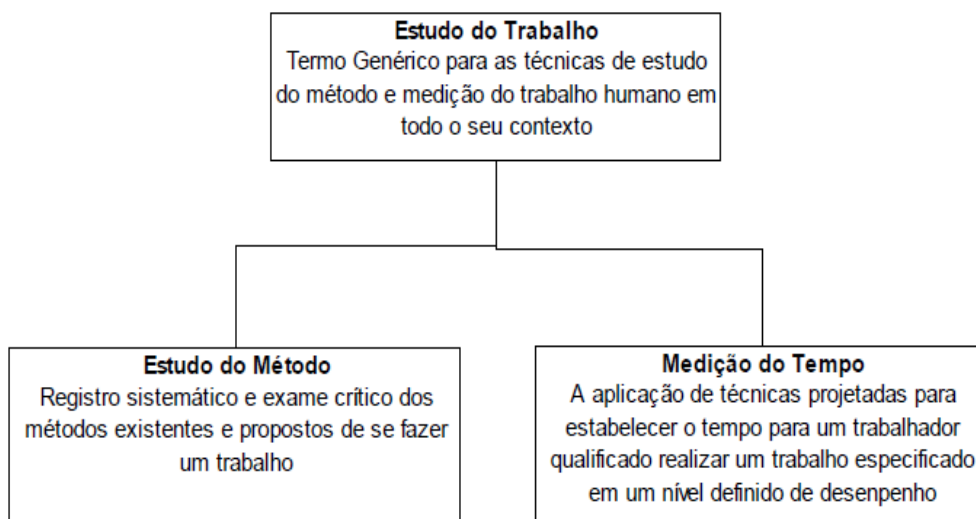


Figura 8: Estudo do trabalho = Estudo do Método + Medição do Trabalho (Tempo)

Fonte: Slack et al.(2002)

A execução de qualquer trabalho exige o emprego de diferentes e variados tipos de recursos, sendo estes dependentes da natureza do trabalho a ser executado, assim, um recurso utilizado na produção de um tipo de produto pode não ser necessário na produção de um outro, porém, qualquer tipo de trabalho consome um determinado tempo para sua execução, portanto deve ser medido. Cada trabalho está associado a diversas maneiras de executá-lo e os diferentes modos de execução demandam tempos diferentes.

O estudo dos métodos tem por objetivo a procura, análise e implantação de rotinas mais eficientes e eficazes para a realização de tarefas. A idéia de que não existe um método perfeito permite uma postura crítica e coerente com uma contínua busca de aperfeiçoamento (ROSA, 2002). A necessidade do estudo de um método

de trabalho poderá ter origem de duas formas: implantação de um novo produto ou serviço e análise do sistema produtivo (SLACK *et al.*, 2002).

A medida do trabalho é o processo de definição de tempo que um trabalhador qualificado precisa para realizar um trabalho especificado, com um nível de desempenho definido. Entende-se por trabalho especificado, aquele para o qual foram feitas especificações que definem a maior parte dos aspectos do trabalho. Entende-se por operador qualificado Figura 8 Estudo do Trabalho = Estudo do Método + Medição do Trabalho (Tempo) - Slack *et al.* (2002).

### **Estudo do Método**

Registro sistemático e exame crítico dos métodos existentes e propostos de se fazer um trabalho.

### **Estudo do Trabalho**

Termo genérico para as técnicas de estudo do método e medição do trabalho humano em todo o seu contexto.

### **Medição do Tempo**

A aplicação de técnicas projetadas para estabelecer o tempo para um trabalhador qualificado realizar um trabalho especificado em um nível definido de desempenho.

## **2.9 CONCEITO DE MELHORIA CONTINUA**

O significado de melhoria contínua pode ser considerado como modificar o que já existe em busca da redução de tempo, de mudança, simplificação de seqüência reprogramação de datas no sentido de padronizar e uniformizar a carga de trabalho. A melhoria contínua também é conhecida como Kaizen, uma palavra de origem Japonesa cuja a definição é dada Massaki Imai ( 1990 ) ele é considerado como um dos componentes da base sobre o qual estão assentados os pilares do TPS.

Kaizen significa melhoramento. Mais: significa melhoramento na vida pessoal, na vida doméstica, vida social, e na vida de trabalho. Quando aplicada para o local de trabalho, kaizen significa melhoramentos contínuos que envolvem todo mundo – administradores e trabalhadores igualmente” (Imai, Masaaki – 1986).

Kaizen é uma palavra Japonesa que tem como origem Kai (mudar) e Zen (melhorar) ou seja, Melhoria Contínua.

Moura (1994 ) narra que o contínuo melhoramento envolve todos em qualquer ambiente. Esse melhoramento é um conjunto de idéias, ligadas para manter e melhorar o padrão, em um sentido mais amplo, melhoramento pode ser definido como Kaizen, e inovação onde a estratégia Kaizen mantém a melhora do padrão de trabalho através de melhoramentos pequenos e graduais onde a inovação realiza melhorias radicais como resultado de grandes investimentos em tecnologias e equipamentos.

O autor comenta que o conceito baseia-se no fato de que nada está bom, apenas ficou melhor. No Sistema Toyota de Produção, qualquer proposta de melhoramento em qualquer hora é bem vinda e estudada, buscando implementá-la da maneira mais rápida possível.

Segundo Slack (2002), melhoramento contínuo, como o nome indica, adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental.

### **2.9.1 Território Visual**

O território visual deve ser uma área capaz de proporcionar uma interação intensiva entre os trabalhadores, isto porque as mensagens visuais devem ser sempre direcionadas para a comunicação interna e externa ao território. O local onde estarão dispostas as mensagens visuais é importante para o sucesso do emprego da gestão visual, isto porque as mensagens (gráficos, painéis, murais, faixas, etc) dispostas em um dado local, tem que ser importantes para os funcionários daquela área de trabalho e para o restante da empresa.

Segundo escreveu Greif (1991), a presença física da informação é insubstituível para o processo de cobrir responsabilidades na área de trabalho. Uma responsabilidade participativa para a informação que é observada aparece quando diversos membros de uma empresa se encontram em frente a um mural. O território visual é acima de tudo, um local de encontro.

Esse local de encontro assume a condição de ser uma área de comunicação. A criação desta área de comunicação busca atender a dois principais objetivos:

- Facilitar o trabalho dos grupos, uma vez que todas as mensagens pertencentes ao grupo encontram-se localizadas em um mesmo lugar.
- Reforçar as novas responsabilidades das equipes para o controle.

### **2.9.2 Controle da Qualidade Visual**

De acordo com Greif (1991), um sistema de gestão visual deve envolver as seguintes etapas:

- a) Visibilidade das anomalias: para que a interpretação do campo visual permite o reconhecimento rápido das anomalias que podem demandar respostas, permitindo que todos possam adotar o papel de observador. Através da disposição sistemática das deficiências, a gestão visual ajuda a desenvolver um sistema de observação coletivo. O objetivo é dar a todos os envolvidos um meio adequado de interpretar o seu ambiente.
- b) Desenvolvimento do sistema de respostas: esse sistema deve transmitir um pronto “feedback”, dispondo mensagens próximas à mão e assegurar o compartilhamento das informações dentro do grupo de trabalho. Dessa forma, pode-se prevenir que um problema persista em ocorrer, pelo fato de que, com as mensagens à mão, diminui-se o tempo entre a ocorrência do problema e a análise do mesmo.
- c) Registro das anomalias: deve-se criar uma forma de registrar as anomalias, para que as mesmas sejam analisadas posteriormente e as suas causas principais possam ser identificadas para a tomada de ações corretivas. Para facilitar o registro das anomalias e economizar tempo deve-se criar documentos padronizados para entrada de dados, expostos em um grande mural para permitir ampla visualização.

### **2.9.3 Abordagens de Projeto de Arranjo Físico**

Em geral os arranjos físicos são conhecidos pelas suas complexidades, e que envolvem muitas pessoas, na maioria especialistas da área, que através de um conjunto de ações elaboram etapas passo a passo onde o objetivo final é a produção de um arranjo físico enxuto e dinâmico, por essa razão vários autores apresentaram nas últimas décadas vários modelos para orientar os envolvidos nesses projetos.

Neste capítulo será apresentado duas abordagens relativas ao arranjo físico. A primeira será sobre Trabalho Padronizado e a segunda sobre Gestão Visual as quais poderão ser aplicadas na melhoria do arranjo físico já existente, os modelos são de Dennis e Hall.

#### **2.9.4 Trabalho Padronizado**

Segundo Dennis (2007), trabalho padronizado é o meio mais seguro, fácil e eficaz de fazer o trabalho, seu objetivo é oferecer uma base para a melhoria. Não existe uma única maneira de fazer o trabalho, sendo que na filosofia Lean o trabalho padronizado muda constantemente. Através dele podemos melhorar nossos processos e atingirmos as expectativas dos clientes. A ausência de paradas e atrasos na linha, consequência de desvios e instabilidades no processo produtivo, são pré-requisitos necessários.

Conforme relata Dennis (2007), o trabalho padronizado apresenta muitos benefícios:

- ‡ Estabilidade de processo – permite a repetição;
- ‡ Pontos de início e parada claros para cada processo – possibilita visualizar com facilidade a condição da produção;
- ‡ Aprendizagem Organizacional – ajuda a manter o conhecimento e experiências no sistema da empresa;
- ‡ Solução de problemas – permite avaliar a situação atual e identificar problemas;
- ‡ Envolvimento do funcionário – os próprios operadores identificam os erros;
- ‡ Kaizen – a padronização é a base para medir melhorias;
- ‡ Treinamento – o trabalho padronizado é a base para treinamento dos funcionários.

São três elementos que estão presentes no trabalho padronizado. O tempo de Takt é a frequência que temos que produzir cada produto, a sequência de trabalho que é a melhor forma e sequência definida para se fazer determinada ação, e o estoque em processo o qual determina a quantidade mínima de peças necessárias para concluir o processo.

Na padronização do trabalho são utilizados formulários, diagramas e instruções de trabalho (ITs) que servem como o meio de interação da informação com o operador.

### **2.9.5 Gestão Visual**

Hall (1987) define a comunicação visual como uma comunicação “sem palavras, sem voz”, não apenas das condições do chão de fábrica para os trabalhadores, sendo um verdadeiro mapa das condições da empresa para todos aqueles que podem ler sinais físicos.

De acordo com Pinto (2003), a Gestão Visual é uma ferramenta capaz de transformar o local de trabalho em uma imagem representativa da realidade, uma vez que o local onde existe a Gestão Visual comunica-se por si mesmo.

De acordo com Leahey (1993), a qualidade dos produtos e serviços está basicamente ligada à comunicação existente entre os funcionários.

Se a comunicação for simples e clara como é a proposta do Gerenciamento Visual, percebe-se uma melhor integração dos operários com a fábrica e, conseqüentemente os produtos e serviços prestados terão um direcionamento para uma maior qualidade.

As principais vantagens apresentadas pelo Gerenciamento Visual, segundo Mestre et al (1999) são:

- ‡ Assimilação: maior facilidade por parte dos operadores em assimilar as informações, por estas agora estarem representadas por gráficos, símbolos e desenhos;
- ‡ Exposição: todas as informações necessárias para se obter uma boa comunicação estão expostas a todos, facilitando assim a integração.

Oakland (1999) demonstra em seu trabalho a porcentagem de aprendizagem dos processos através dos cinco sentidos, destacando o sentido da visão:

- ‡ visão: 75%
- ‡ audição: 13%
- ‡ tato: 06%
- ‡ olfato: 03%
- ‡ paladar: 03%

Para Hall, a proposta da viabilidade que a Gestão Visual oferece é efetiva e imediata “feedback”, as etapas são:

- ‡ Oferecer informações acessíveis e simples, capaz de facilitar o trabalho diário, aumentando o desejo de se trabalhar com maior qualidade.
- ‡ Aumentar o nível de conhecimento de informações para o maior número de pessoas possíveis.
- ‡ Reforçar a autonomia dos funcionários, no sentido de enriquecer os relacionamentos.
- ‡ Fazer com que o compartilhamento das informações passe a ser uma questão de cultura da empresa.

Hall (1987) sugere algumas formas de se aplicar a gestão visual, como por exemplo, murais com programações de montagens, sinalizadores luminosos para indicar o mal funcionamento de máquinas, painéis mostrando metas a serem atingidas, demarcação de linhas ou células de fabricação através de linhas pintadas no chão.

A gestão visual é uma ferramenta capaz de transformar o local de trabalho em uma imagem representativa da realidade, uma vez que o local onde existe a Gestão Visual comunica-se por si mesmo. A qualidade dos produtos e serviços está basicamente ligado a comunicação existente entre os funcionários, se a comunicação for simples e clara como a proposta do Gerenciamento Visual, percebe-se uma melhor integração dos colaboradores com a fábrica e conseqüentemente os produtos e serviços prestados terão um direcionamento para uma maior qualidade.

A aplicação da gestão visual tende a crescer nas empresas, uma vez que ela permite um acesso mais rápido à informação, tornando a gestão da qualidade, seja do trabalho, do processo, do produto ou da vida, mais fácil de administrar.

As principais vantagens apresentadas pelo Gerenciamento Visual são:

- ‡ Assimilação: Maior facilidade por parte dos operadores em assimilar as informações, por estas agora estarem representadas por gráficos símbolos e desenhos.

‡ Exposição: Todas as informações necessárias para obter uma boa comunicação estão expostas a todos, facilitando o sistema de integração.

### **3 ABORDAGEM UTILIZADA PARA A MELHORIA DO ARRANJO FÍSICO ENXUTO DA LINHA DE PRODUÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICO DE UMA MONTADORA DE GRUPO GERADOR**

Neste terceiro capítulo serão apresentadas as 4 etapas abordadas por Hall sobre Gestão Visual, em conjunto também estaremos analisando a viabilidade de implantar um chek-list dos 7 benefícios de Dennis, para a melhoria do arranjo físico da linha de montagem de painéis elétrico com base na revisão bibliográfica vista no capítulo II

O modelo se baseará nas bibliografias de Hall,

Neste capítulo estaremos avaliando se os 7 benefícios esperado por Dennis (2007) serão alcançados. Para implantar essas melhorias em algumas etapas serão necessário fazer adaptações de acordo com a necessidade deste trabalho, onde será detalhado em suas atividades abaixo.

Utilizaremos como base a metodologia Hall, que é sobre a gestão visual, essa metodologia é a que mais se adéqua nesse momento de transição em que a empresa em estudo acabou de ser adquirida por um multinacional Francesa, a empresa está buscando aumentar a produção sem grandes mudanças no chão de fábrica, pois está em busca de uma nova planta na região para atender a demanda desejada, a instalação atual não tem espaço físico para expandir a linha de produção e as instalações são bastante antigas e precárias, impossibilitando grandes mudanças.

A indústria em estudo trabalha atualmente com produto customizado o que dificulta a padronização de alguns processos como, tempo de montagem, fiação, testes etc. porem alguns processos são possíveis de serem padronizados. Como a empresa ainda é de porte pequeno, não há profissionais voltado para a área de layout, a linha de produção atual segue uma certa lógica, porem limitada ao espaço físico, a qual foi moldada pelos lideres e coordenadores da área. Com a metodologia de Hall já foi possível adaptar alguns Kaizens através da gestão visual e outros ainda estão em estudo pela gerencia da empresa.

## 4 ESTUDO DE CASO

Para conhecer a situação inicial do processo, foram levantados dados e informações com o setor e líderes de produção buscando soluções para resolver os principais problemas e anomalias que impossibilitam o fluxo e o bom andamento da produção, com base nessas informações, foi necessário registrar as operações e manipulações essenciais para ocorrer a transformação do produto, e ainda conhecer o tempo e a metodologia utilizada para realizá-la.

Após identificar o gargalo no setor de montagem de painéis a empresa optou por terceirizar os painéis e quadros que eram considerados padrões, um exemplo são os pedidos para entrega em lotes, essa estratégia foi adotada, para conseguir cumprir as datas contratuais e fugir de multas por atraso, para os demais painéis a montagem continua sendo realizada na fábrica devido a complexidade do produto e mudanças de projeto durante a montagem, principalmente na parte elétrica, por se tratar de projetos novos e especiais o tempo de entrega de um grupo gerador é relativamente pequeno em média de 30 dias, não há tempo hábil para fazermos protótipo antes da fabricação.

As principais mudanças na parte elétrica são os componentes que precisam ser especificados, orçados e comprados, e muitos dependem de importação, o painel muda constantemente muda de tamanho, furação e cor, que também dependem de novo desenho para ser enviado ao fornecedor. Todo esse processo de liberação da estrutura pela engenharia, aquisição, recebimento e inspeção, em alguns casos levam basicamente o tempo de entrega do pedido, ou seja, a data contratual. Quando o material chega á linha de produção há pouco tempo para montagem, pré-teste e teste final, para o embarque da máquina completa. Não vamos citar o processo de montagem mecânica nesse trabalho, embora há muito o que ser melhorado, mais no momento o gargalo está na elétrica.

#### 4.1 CASO 1

Muito se fala em melhoria de processos para obter redução de custos.

As técnicas de melhoria contínuas são muito utilizadas para essa finalidade, principalmente para redução de custo em longo prazo em função da melhoria dos processos.

Em busca dessas melhorias, visitamos uma feira em São Paulo a FIEE, durante a feira visitamos uma empresa alemã fabricante de máquinas e componentes, na volta para a fábrica, apresentamos as novidades para a gerencia da fábrica e para os líderes da produção. As máquinas conforme relacionadas abaixo, figuras 9, 10, 11, 12 e 13 deram velocidade a produção de chicotes, identificação de cabos, painéis e componentes diversos, padronização, rapidez e melhor acabamento em cortes precisos de trilhos e calhas para montagem interna de painéis. Após reunião interna explanando os benefícios possíveis de serem alcançados através dessas aquisições, solicitamos uma demonstração das máquinas, ferramentas, acessórios e insumos para todos os envolvidos no processo, solicitamos a demonstração das máquinas para a linha de produção, em seguida recebemos a proposta para o fornecimento das máquinas, onde assinamos um contrato de comodato, ou seja, a cada x valor adquirido através de insumos abatiam-se o valor das máquinas. Com isso a empresa não precisa investir na aquisição das ferramentas, o valor dos insumos adquiridos ficaram em média 5% mais baixos dos que usávamos, outros itens adquiridos de outras marcas começaram a ser substituídos pela marca do fabricante das máquinas, esses itens representaram um redução de preço de 30% esses itens mais os insumos somam o valor para quitar o comodato.

Os insumos como etiquetas de identificação de cabos, e adesivos para identificação de quadros substituíram as anilhas e etiquetas gravadas á tinta, onde o processo é lento, e a ploter apresenta muitos problemas de calibração e atualização de software.

#### 4.1.1 Máquina 1 - CF 3000-2,5

Máquina automática de decapar e crimpar terminais tubulares isolados com rapidez e segurança, permite a crimpagem de até 1000 terminais por hora facilitando a substituição de ferramentas, pode ser usada na decapagem e crimpagem de terminais de 0,5 até 2,5mm, essa ferramenta substitui o alicate manual onde cada operador decapa e crimpa até 200 terminais por hora.

Alem do significativo aumento na produção, e redução de esforços repetitivos com o uso dos alicates, a máquina CF 3000-2,5 tem precisão na decapagem e na prensa dos terminais a máquina tem um dispositivo que só libera o cabo após o terminal ter o mínimo de aperto necessário, através dessa máquina conseguimos padronizar e dar velocidade na linha de fiação, que faz parte do gargalo da montagem de painéis elétricos.



Figura 9: Máquina de Decapar e Crimpar Terminais Tubulares

Fonte:

#### 4.1.2 Máquina 2 - PPS STANDARD M

Máquina manual para corte e furacão de trilhos padronizados NS35, NS32 e NS15, através da régua lateral pode-se definir as medidas de corte para os trilhos ou para os furos, os furos podem ser redondos ou oblongos, de acordo com a

necessidade do projeto, a máquina é leve, pode ser facilmente transportada. Essa máquina substitui a serra manual de cortar metal, que sempre deixa rebarba e precisa do acabamento com uma lima, nesse caso o processo é mais demorado, se o operador não tiver habilidade com a ferramenta pode refugar a peça.



Figura 10: Máquina de Furação e Corte de Trilho

**Fonte:**

#### **4.1.3 Máquina 3 - CUTFOX 10**

Máquina automática de corte de cabo até 10 mm<sup>2</sup>, a operação é extremamente fácil, basta indicar no painel digital da máquina a bitola do cabo a ser cortada, o comprimento desejado e a quantidade de cabo, exemplo 200 peças de cabo de 4mm com comprimento de 1,32m é só abastecer a máquina com o rolo ou bobina de cabo que ela faz todo o trabalho, a máquina não necessita de nenhum ajuste ou troca de ferramenta para cada tipo de cabo, abre-se o compartimento de colocação dos cabos, ajusta-se o comprimento e a quantidade e pronto, leve, pode ser facilmente transportada, essa máquina substitui a régua de bancada onde o operador mede o cabo em uma régua fixa na bancada e faz o corte com alicate.

Principais vantagens da CUTFOX 10, padronização sem perda de material, corta exatamente na medida solicitada, da velocidade a produção de chicotes e na linha de montagens de painéis elétricos, nesse caso a função do operador é de programar a máquina e abastecer de cabos, a velocidade que a máquina trabalha faz o serviço de 3 funcionários.



Figura 11: Máquina de Corte de Cabos

Fonte:

#### 4.1.4 Máquina 4 - PPS CD M

Máquina manual para corte de canaletas plásticas perfuradas, ideal para o corte de canaletas e tampas para largura de até 125 mm, Através da régua lateral pode-se definir as medidas de corte para as canaletas até o limite de 1 m, corte apenas reto ( 90 graus) , dispositivo para corte em 45 está em desenvolvimento com previsão para o segundo semestre. Como é leve e pode ser facilmente transportada, a PPS CD M, substitui a cerra de corte, evitando rebarbas, na peça, melhorando o acabamento, e dando rapidez a montagem.



Figura 12: Máquina de Corte de Canaleta

Fonte:

#### **4.1.5 Máquina 5 - THERMOMARK ROLL**

Maquina automática para impressão térmica de identificação de etiquetas para cabo, painéis e máquinas, as etiquetas também são fornecidas pelo fabricante da maquina, ela imprime até 1000 etiquetas por minuto, a impressora é térmica e não precisa aguardar a tinta secar, fácil de manusear e os operadores recebem treinamento pelo fabricante.

A Thermomark Roll imprime as tabelas “de para” na seqüência a ser utilizada facilitando o trabalho e dando rapidez, essa tabela é fornecida pela engenharia, ela indica o endereço em que deve ser conectado o cabo, exemplo disjuntor 1D na contatora K1 contato L-1 a lista é fornecida em arquivo Excel e transportada para o programa da máquina, cada endereço é colocado em uma espécie de capinha conhecida como luva ou paba, depois essa luva é colocada no cabo dentro do painel ou utilizada em chicotes nos motores do grupo gerador,

devido ao grande uso, a empresa já está adquirindo a terceira máquina, devido a sua eficiência, ela será instalada na expedição para produção de etiquetas de *check-list* dos itens a serem embarcados junto com as máquinas, e identificação de pedidos, clientes etc. a primeira e pioneira foi usada na elétrica para identificação de cabos e painéis, a segunda está sendo usada na mecânica, para fabricação de chicotes e identificação de componentes.



Figura 13: Máquina de identificação de cabos e painéis e componentes.

Fonte:

As pabas e as identificações, substituíram as anilhas conforme figura abaixo:

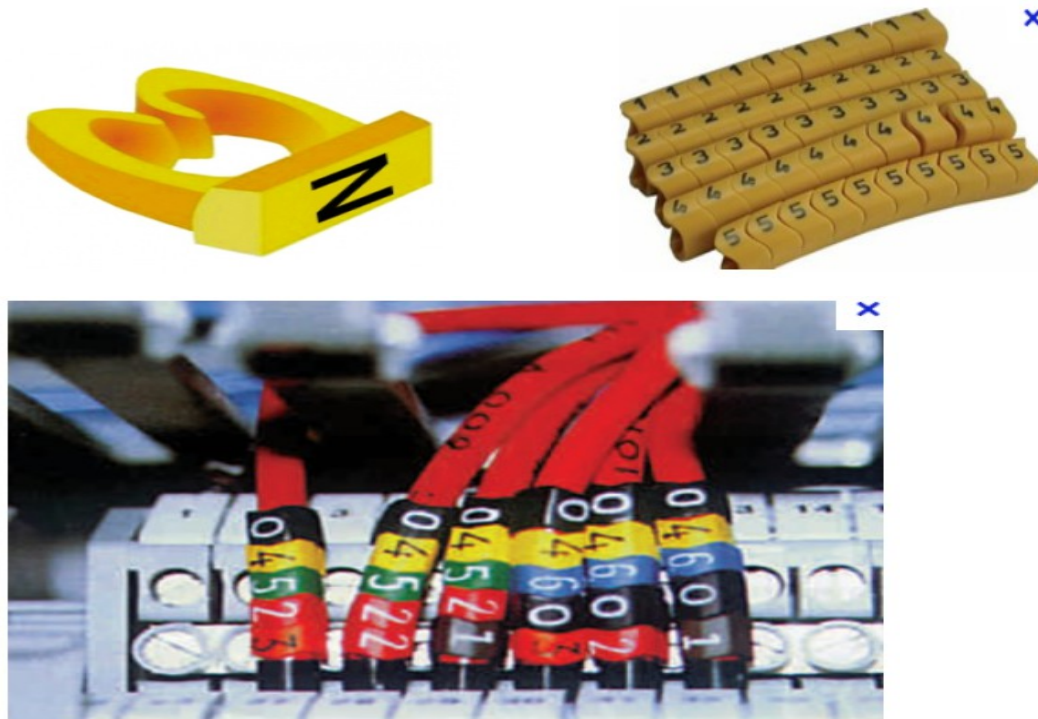


Figura 14: Modelo de montagem com anilha.

Fonte:

A montagem com a anilhas torna-se lento pois precisa ser encaixado uma a uma no cabo, o endereço é composto de letras e números e para cada bitola de cabo muda a bitola da anilha, nesse caso o estoque deve ser bem variado, com todas as letras, número de 0 a 9 abos para a bitola de 0,5 a 4mm e na falta de uma das identificações torna-se impossível terminar o chicote ou fiação do painel, em caso de alteração de projeto, é preciso cortar o terminal e sacar as anilhas e substituir por novas, decapar o cabo e crimpar novo terminal.

As pabas são fleiveis e fáceis de encaixar no cabo, usa sé o mesmo modelo para a bitola do 0,5 a 4mm, as identificações são gravadas de acordo com a necessidade do projeto, em uma única etiqueta são gravados número e letras do endereço, sendo assim encaixa a luva no cabo em seguida a etiqueta, caso haja alteração do projeto, basta substituir a etiqueta.

## 4.2 CASO 2

A linha de produção da empresa em questão, não possui nenhum sistema de sinalização ou identificação que a linha está parada por alguma anomalia, seja por falta de material, dúvidas na execução do projeto, problema de qualidade etc.

Uma das ferramentas mais usados por grandes empresas é o sistema andon, um painel luminoso instalado em lugar alto no meio da linha de produção de fácil visibilidade e com informações sobre quantidades de peças produzidas, itens em atraso, anomalias, etc.



Figura 15: Modelo de Andon

Fonte:

Como não há previsão de grandes investimentos na planta atual, foi sugerido a gerencia da fábrica o uso de uma sinaleira intermitente similar a figura 17.

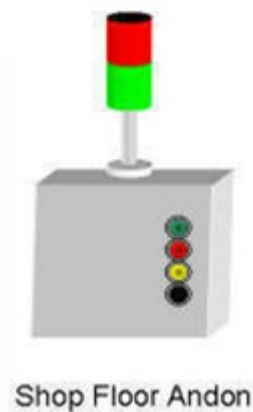


Figura 16: Modelo sinaleira similar ao que foi proposto

Fonte:

A idéia básica é anunciar, sinalizar, qualquer tipo de anomalia, que cause parada na linha de montagem. O custo para aquisição é baixo, o projeto é simples e pode ser feito pela engenharia da fábrica, o painel para instalar sinaleira, a sinaleira e os componentes necessários, é possível conseguir como doação dos fornecedores e a montagem pode ser feita na própria linha de produção, a instalação fica responsável a manutenção, uma ferramenta com custo baixo e com perspectiva de melhoria na gestão visual da fábrica, evitando o deslocamento dos operadores até o líder e abandono do posto de trabalho, com isso o líder consegue identificar onde está o problema e se deslocar de imediato na célula sinalizada com o problema. O projeto de implantação da sinaleira ainda está sob a análise da gerencia da fábrica, há grande possibilidade de ser instalada no inicio do próximo semestre deste ano.

#### 4.3 CASO 3

Este terceiro caso, identificado como necessidade de mudança e que já comprovado por inúmeras vezes não será possível ser concluído na planta atual, como já mencionado anteriormente, o layout de produção, recebimento e expedição da fábrica não tem um sincronismos adequado para dar fluxo a movimentação de material, há um único portão com acesso limitado, no mesmo pátio onde ficam alguns matérias grandes aguardando o embarque, ou aguardando o seu beneficiamento como carenagens, atenuadores, tanques de armazenagem de combustível, disputam lugar com carretas que chegam todos os dias para descarregar, motores, geradores e carregar maquinas prontas, há dias que se formam filas de entrega de material, alguns caminhões retornam com as encomendas, deixando a entrega para o dia seguinte.

Por se tratar de materiais grandes e pesados há duas empilhadeiras, circulando pela indústria, carregando e descarregando material e abastecendo a linha de produção em meio aos montadores.

Ou seja, o espaço é pequeno para tantas movimentações e manobras diárias, porem, vamos focar no layout interno da produção, conforme vimos do capítulo 2, vários autores falam sobre um seqüência lógica de layout, para evitar perdas, de deslocamento, conforme relata Shingo (1996),“as perdas no movimento ocorrem na

realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades".

Porem não só os trabalhadores como os materiais se deslocam de forma desordenada, desde a chegada da matéria prima, o recebimento fica ao lado da expedição, os materiais são armazenados em uma extremidade da fábrica e depois são levados a outra extremidade na linha de produção. “O transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarada como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é no limite, a sua completa eliminação. Shingo (1996).

Analisando todo o fluxo de material da fábrica observa-se que materiais e pessoas trabalhando em “zig-zag. Mas para fazer as correções necessárias será preciso fazer alguns investimentos que resolveriam em parte o problema em especial o layout, mais ainda teria grande restrição a espaço para expandir a produção, e dar fluxo a entradas e saídas de material. No momento o investimento seria em vão, o barracão é alugado e a fábrica será transferida para uma planta maior até o fim de 2013.

Sendo assim o terceiro caso foi identificado, analisado o seu problema e possível de ser resolvido, porem sua implantação no momento não é viável.

Dentro dos 3 casos citados um deles já foi implantado e com grande sucesso as 5 maquinas hoje são ferramentas essenciais a produção, com isso foi possível a padronização de alguns processos, aumentando a produtividade, qualidade, e reduzido lesões por esforços repetitivos, as informações e idéias coletadas foram compiladas, analisadas e desse modo se traçou um plano inicial para a proposta de implantação de um sistema de sinalização visual para facilitar a identificação de produção parada por alguma anomalia durante a montagem, identificado também a grande necessidade de alteração de layout, porem devido as restrições internas e previsão de mudar para um nova planta em 2013, não haverá continuidade no terceiro caso.

Segue abaixo tópicos da abordagem adotada.

Caso	Levantamento da Situação Atual	Proposta de melhoria.	Implantação da Proposta	Resultado
01	O principal gargalo da produção hoje está na área de montagem de painéis elétricos, a proposta seria automatizar esse setor para dar mais velocidade a produção e evitar afastamento de pessoas por esforços repetitivos, onde parte das operações seriam realizadas por máquinas.	Automatizar alguns processos da produção de painéis, a fim de minimizar os gargalos e aumentar a produtividade com qualidade e manter um processo padrão das atividades diárias sem lesões aos colaboradores.	Adquirido 5 modelos de máquinas: De corte de cabos, decapar e crimpar terminais, corte de canaleta, corte de trilho, identificação de componentes, fiação, painéis e máquinas.	Ok, máquinas implantadas E estão em pleno funcionamento.
02	Hoje a empresa não dispõe de nenhuma ferramenta que indique a parada da produção por anomalia. A principal função dessa ferramenta é alertar a parada das atividades do colaborador por qualquer que seja o tipo de problema.	Implantar uma sinaleira intermitente, para indicar parada da linha de produção por anomalia, seja por falta de material, qualidade, dúvida na execução de projeto etc.	Há grande possibilidade de ser implantada, proposta está em análise pela gerencia da fábrica.	
03	Perda de tempo com transporte de material e deslocamento de pessoas devido a má distribuição do layout, não há um fluxo lógico os materiais andam em "zig-zag dentro da fábrica.	Alterar o layout da área elétrica, tornando mais enxuto e dinâmico. Devido a previsão de mudança da fábrica para uma planta maior no fim de 2013, não houve evolução desta proposta.		

#### 4.4. IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Por meio das informações obtidas com reuniões de kaizens onde participaram líderes do setor e coordenador de produção da área elétrica foram identificados partes do processo que necessitariam ser melhoradas, e que havia possibilidade de implantar essas melhorias sem grandes investimentos.

- Primeira oportunidade de melhoria:

Automatizar alguns processos da montagem de painéis, com máquinas e ferramentas que substituíssem as atividades repetitivas e que elevam um certo tempo para ser concluída devido a seu processo artesanal. Através dessas idéias saímos em busca de pesquisas e visitas em feiras, onde encontramos as 5 máquinas que deram velocidade ao processo, otimizaram o tempo de produção com qualidade e redução de afastamento de funcionários com problemas de LER.

➤ Segunda oportunidade de melhoria:

Quando há alguma parada durante a montagem do painel, o que é muito comum por se tratar de produto customizado, encontrar erro em tabela de fiação, falta de componente, componente danificado, ou até mesmo dúvida técnica no processo de montagem. Durante essas paradas não há sinalização visual identificando o problema, esse alerta facilitaria a identificação da anomalia e alerta os envolvidos para buscarem a solução rápida do problema.

➤ Terceira oportunidade de melhoria:

Mudar o arranjo físico, no modelo atual os materiais não seguem uma seqüência lógica, perdendo muito tempo com deslocamento interno, de materiais e pessoas. Para dar fluxo á produção, será necessário mudar todo o layout da área elétrica, que por sua vez ficaria próxima ao recebimento onde seria o início da produção, e passar a expedição e para o endereço atual da elétrica, a partir dessa mudança iniciaria o novo projeto de layout enxuto sem perdas por movimentação desnecessárias, paradas por falta de informação ou por montadores que tem que sair de seus postos para buscar solução para problemas encontrados durante a montagem elétrica.

#### 4.5. ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS DAS MELHORIAS

De posse das sugestões de melhoria e de acordo com a experiência dos envolvidos, foram apresentados os possíveis benefícios a serem alcançados através das implantações das propostas.

1. Reduzir tempo de transporte de material

- 1,3 Melhorar o fluxo da linha de produção.
- 1,3 Sinalização visual da área parada por algum problema.
- 1,3 Evitar que o operador saia do seu posto de trabalho.
- 1,3 Dar fluxo a produção
- 1,3 Reduzir número de funcionários afastados por doença ocupacional

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No caso 1 que conseguimos não só a aprovação da gerencia como da produção, as 5 máquinas adquiridas fizeram tanto sucesso que está sendo solicitada a terceira Thermomark Roll, todas as máquinas deram velocidade a linha de produção de painéis elétricos, uma das impressoras está sendo usada na identificação de componentes mecânicos e fazendo identificação da fiação dos chicotes, a empresa fornecedora das máquinas mantém estoque em sua sede de todos os insumos que usamos, recebemos assistência técnica e treinamento sempre que necessário.

Quanto a sinaleira intermitente, há grandes expectativas de melhoria na produção, será possível acompanhar com mais clareza as anomalias, a princípio não haverá objeções para essa implantação.

Após reuniões de Kaizens com líderes do setor de mecânica e elétrica, identificamos a viabilidade de fazer um teste com sinaleira intermitente, não só na elétrica na área de preparação, barramento, fiação e teste como também na área da mecânica, de início fizemos a proposta para uma sinaleira na área de fiação onde está concentrado o maior número de problemas de erro de tabela de fiação, dúvidas sobre execução da montagem dos painéis, sempre quando há alguma anomalia o operador aciona a sinaleira até que o líder do setor venha até ele e resolva o problema ou encaminhe ao responsável.

## 6 CONCLUSÃO

Esta monografia teve como objetivo analisar e implementar o uso das ferramentas de melhoria continua, padronização dos processos e gestão visual.

Entende-se assim que as empresas de uma forma geral devem possuir mecanismos de respostas rápidas para as mudanças, e adequar-se as mudanças necessárias. Porém, apenas responder de forma rápida a um estímulo não atende as necessidades dos mercados, é preciso ser proativo, onde levam vantagens àquelas Empresas que conseguem se antecipar às mudanças do mercado.

Ao mesmo tempo em que a globalização torna os mercados mais competitivos, com as inovações tecnológicas, abertura econômica, comportamento sócio-cultural e cenários políticos, o cliente moderno passa a ter mais opções e a ser mais exigente.

Hoje, é preciso que as Empresas se adaptem ao novo cenário, de forma a cada vez mais continuarem oferecendo produtos com maior qualidade e preços competitivos.

Várias medidas podem ser tomadas na tentativa de alcançar este objetivo, uma delas está na prática de gerenciar projetos de uma forma profissional e planejada, como foi sugerido neste estudo.

O grande diferencial está em como fazer para minimizar os fatores problemáticos, desde a escolha do projeto que mais se adapte a Empresa até a sua manutenção e garantia que a implantação acontecerá de forma adequada ao processo de mudança organizacional.

O planejamento dos processos pode ter um impacto dramático na performance de uma oficina. Para se conduzir bem uma oficina a comunicação e um planejamento preciso são críticos. Em uma oficina raramente, as coisas são exatamente como o planejado. Talvez um funcionário fique doente ou você receba uma ponteira de para choque direito ao invés de uma esquerda. Este tipo de situação é inevitável e aqueles gerentes que não se disciplinarem para conduzir reuniões de liberação regulares, vão com frequência se ver patinando na reatividade do gerenciamento.

Sendo que tais reuniões, geralmente consistem de um ou mais membros de um mesmo departamento, falando de um problema e de outro, trabalhando freneticamente para resolver o problema que está em suas mãos, como se fosse um bombeiro. Com prática e disciplina, uma organização poderá desenvolver um estilo de gerenciamento pró-ativo que produza resultados positivos e eficientes.

## REFERENCIAS

- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção** – mais do que simplesmente Just in Time. Revista Produção, v. 5, n. 2, p. 169-190, 1995.
- \_\_\_\_\_. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul, RS: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996.
- GOLDRATT, Eli M. **A Meta**. São Paulo, SP: IMAN, 1990.
- HALL, R. W. **Attaining Manufacturing Excellence** – Just in Time, Total Quality, Total People Involvement, 2009.
- HINES, P.; TAYLOR, D. **Enxugando a empresa**. São Paulo, SP: IMAM, 2000.
- IGLÉSIAS, Francisco. **A Revolução Industrial**. Coleção Tudo é História. São Paulo: Brasiliense, 1992.
- JONES, D., WOMAK, J. 1998, **A Máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 1998.
- \_\_\_\_\_. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. São Paulo: Campus, 1998.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hill, 2004.
- LIBBY, Douglas Cole. **Transformação e trabalho em uma economia escravista**. Minas Gerais no século XIX. São Paulo: Brasiliense, 1989.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MANTEGA, Guido. **A Economia Política Brasileira**. Rio de Janeiro: Polis/ Vozes, 1987.
- OAKLAND, J.S. **Total Organizational Excellence Achieving World-Class Performance**. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala**. Tradução de Christina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- SHINGO, Shigeo, **O Sistema Toyota de Produção (do ponto de vista da Engenharia de Produção)**, 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas S.A. 2002.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14.ed. Rio de janeiro: Campus, 1992.