



**FACULDADE DE PINDAMONHANGABA**

**ANA PAULA DOS SANTOS MACEDO GODOY  
HUMBERTO PEREIRA GONÇALVES**

**LEAN MANUFACTURING COMO FERRAMENTA DE  
GESTÃO DE PRODUTIVIDADE**

**Pindamonhangaba – SP  
2012**



**ANA PAULA DOS SANTOS MACEDO GOGOY  
HUMBERTO PEREIRA GONÇALVES**

**LEAN MANUFACTURING COMO FERRAMENTA DE  
GESTÃO DE PRODUTIVIDADE**

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso para atender parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Bacharel em Administração pelo curso de Administração da Faculdade de Pindamonhangaba.

Orientador: Prof. Lucrecio Fábio dos Santos

**Pindamonhangaba – SP  
2012**



**ANA PAULA DOS SANTOS MACEDO GOGOY  
HUMBERTO PEREIRA GONÇALVES**

**LEAN MANUFACTURING COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE  
PRODUTIVIDADE**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para  
obtenção do Diploma de Bacharel em Administração pelo  
Curso de Administração da Faculdade de Pindamonhangaba

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. \_\_\_\_\_ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho em especial ao meu Marido Ricardo Godoy pelo esforço despendido na minha trajetória até o presente momento, também aos amigos e professores que direta ou indiretamente me ajudaram na conclusão deste trabalho.

Dedico em memória este trabalho ao meu sobrinho Kleber William Pereira Romão que durante está minha jornada presenciou os primeiros anos e não está presente fisicamente a está conquista que com certeza está muito feliz por mais está etapa de minha jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Juntos agradecemos á Deus pela oportunidade e por estar sempre presente em nossas vidas.

Aos nossos pais, pelos princípios ensinados.

Ao nosso professor e orientador Dr. Lucrécio Fábio dos Santos, por acreditar em nossa capacidade, pela paciência em ensinar e por toda a atenção dada para que esse trabalho fosse concluído da melhor maneira possível.

Aos professores e colegas de sala, por esses quatro anos de convivência, pessoas com quem podemos compartilhar saberes profissionais, pessoais e momentos alegres e difíceis.

Ana Paula Macedo Godoy agradece ao seu Marido Ricardo Godoy pelos incentivos constantes e por todo apoio dado para a conclusão deste curso, pois sem ele, não seria possível, e também Faculdade de Pindamonhangaba e ao Programa Escola da Família pela concessão da bolsa de estudo que permitiu que ela atingisse seu objetivo.

*“Para mudar nossos hábitos, primeiro temos que assumir o compromisso profundo de pagar o preço que for necessário”.*

*Willian James*

GODOY, Ana Paula dos Santos Macedo; GONÇALVES, Humberto Pereira **Lean manufacturing como ferramenta de gestão de produtividade**. 2012. 54 f. Monografia. Curso de Graduação em Administração. Faculdade de Pindamonhangaba – FAPI, Pindamonhangaba-SP.

## RESUMO

Com a abertura do mercado, a partir da década de 90, tornou-se cada vez mais necessária a otimização do processo produtivo para fazer frente aos concorrentes externos, principalmente asiáticos, que estavam adquirindo grande fatia de mercado por conta de sua política de preços baixos e qualidade duvidosa. Devido a esses fatores, as empresas procuravam constantemente melhorar seus resultados e desempenho global, principalmente quando se tratava de dados quantitativos, qualitativos, custos e outros indicadores. Este trabalho mostra um estudo de caso que foi baseado na estrutura funcional de uma empresa do ramo eletroeletrônico, citada como empresa X, na qual foi analisada a necessidade da demanda de mercado de um produto denominado A290, em comparação com a mão de obra empregada na produção desse item e com *layout* do setor produtivo. Deu-se ênfase na célula de produção tipo “U”. A base desse estudo foi o Sistema Toyota de Produção, porém adaptado à realidade de uma empresa de telecomunicações com suas peculiaridades. Apresenta as metodologias que foram aplicadas para aumentar a taxa de produção. Com simples ações, foi possível tornar a empresa mais lucrativa, principalmente no campo da gestão de produção. A alteração de *layout* na célula de produção trouxe ganho de produtividade, diminuição do número de colaboradores e do espaço físico, bem como maior aproximação da equipe de trabalho, o que agilizou o processo como um todo. As melhorias obtidas foram transferidas à matriz através do ciclo reverso de transferência tecnológica. Para que essa empresa se mantenha competitiva no mercado, é necessário que ela esteja sempre se atualizando em termos de tecnologia e ferramentas de gestão e que saiba implementá-las de forma adequada.

**Palavras-chaves:** *Layout* de produção. Produção enxuta. Células de produção.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Conceito das Sete Perdas	21
<b>Figura 2-</b> Estrutura do Sistema Toyota de Produção	23
<b>Figura 3-</b> One Piece Flow	26
<b>Figura 4-</b> Fluxo de redução enxuta de perdas	28
<b>Figura 5-</b> Exemplo de <i>Layout</i> de produto	30
<b>Figura 6-</b> Exemplo de <i>Layout</i> de agrupamento por processo	31
<b>Figura 7-</b> Exemplo <i>Layout</i> produto	32
<b>Figura 8-</b> Exemplo <i>Layout</i> celular	33
<b>Figura 9-</b> Exemplo de linha de produção em célula	34
<b>Figura 10-</b> Detalhamento de uma célula em U	35
<b>Figura 11-</b> Aplicação de célula no processo produtivo	41
<b>Figura 12-</b> Aplicação de célula no processo produtivo	42
<b>Figura 13-</b> Aplicação de célula no processo produtivo	45
<b>Figura 14-</b> Aplicação de célula no processo produtivo	46
<b>Figura 15-</b> Aplicação de célula no processo produtivo	47

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1-</b> Exemplo da situação atual do Line Balance	40
<b>Tabela 2-</b> Exemplo da situação proposta do Line Balance	44

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>OPT</b>	Optimized Production Technology
<b>TOC</b>	Theory of constraint
<b>KPI</b>	Key Performance Index
<b>UPH</b>	Unit per Hour
<b>LOB</b>	Line of Balance
<b>VTC</b>	Visual Timer Control
<b>JIT</b>	Just-in-Time
<b>TPM</b>	Manutenção Total Produção
<b>TPS</b>	Sistema Toyota Produção
<b>TQM</b>	Gestão de Qualidade Total
<b>UPPH</b>	Unidade Produzida Homem Hora
<b>VSM</b>	Mapeamento do Fluxo de Valor
<b>WIP</b>	Estoque Padrão de Processo
<b>ST</b>	Stander Time (Tempo Padrão)
<b>CH</b>	Canal
<b>T/T</b>	Tack Time
<b>LOB</b>	Balanceamento de Linha

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 OBJETIVOS</b> .....	13
1.1.2 Objetivo Geral .....	13
1.1.3 Objetivo Específicos.....	13
<b>1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO</b> .....	14
<b>1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO</b> .....	14
<b>1.4 MÉTODO</b> .....	14
<b>1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</b> .....	15
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
<b>2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO NA MANUFATURA</b> .....	16
<b>2.2 CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA NA GESTÃO DE PRODUTIVIDADE</b> .....	18
<b>2.3 PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA</b> .....	19
<b>2.4 OS PILARES DA PRODUÇÃO ENXUTA</b> .....	22
<b>2.5 TRABALHO PADRONIZADO</b> .....	25
<b>2.6 LAYOUTS EXISTENTES</b> .....	29
2.6.1 Apresentações das Operações de <i>Layouts</i> Existentes .....	29
2.6.2 <i>Layouts</i> por Produto .....	30
2.6.3 <i>Layout</i> Por Processo ou Funcional .....	31
2.6.4 <i>Layout</i> Posicional ou Fixo .....	31
2.6.5 <i>Layout</i> Celular.....	32
2.6.6 Vantagens e Desvantagens Proporcionais pelo <i>Layout</i> Celular.....	36
<b>3. ESTUDO DE CASO</b> .....	38
<b>4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	48
4.1 Medição .....	48
4.2 Implementação .....	49
4.3 Controle .....	49
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a gestão da produtividade nas empresas vem se tornando cada vez mais crucial em um ambiente de crescente abertura externa e globalização dos negócios. Atualmente, sem produtividade ou sem a eficiência do processo produtivo, dificilmente uma empresa vai ser bem-sucedida ou até mesmo sobreviver no mercado. Dado o acirramento da concorrência, a gestão da produtividade está se tornando um dos quesitos essenciais na formulação das estratégias de competitividade das empresas. (MACEDO MATOS MARIANO, 2002)

A indústria brasileira enfrenta atualmente uma acirrada concorrência no mercado mundial frente aos produtos do sudeste asiático, que tem conquistado economias importantes com mercadorias e preços bastante competitivos. A medida que o problema cambial foi se acentuando a indústria tentou achar soluções para continuar competitiva. Com certeza a mais importante delas foi à aplicação do *Lean Manufacturing* na gestão da produção.

Em um mercado cada vez mais competitivo, fazer sempre a mesma coisa, ou cada vez mais do mesmo procedimento, atitude comum para indivíduos e organizações quando sob pressão ou em alto nível de stress, não é mais suficiente para obter sucesso.

A perspectiva de melhoria contínua reconhece que o ambiente de negócios muda constantemente, e que somente pela constante melhoria uma empresa pode acompanhar esse ambiente mutável (CALDWELL et al, 2011).

Desde os primórdios da Revolução Industrial, a melhoria contínua de produtos e processos tem sido fonte de vantagens competitivas para muitas empresas ao redor do mundo. Atualmente, modernos paradigmas e filosofias de gestão de manufatura têm procurado atingir vantagens competitivas de longo prazo por meio de melhorias contínuas e incrementais. Isso tem levado ao aparecimento de inúmeras idéias, ferramentas e técnicas direcionadas à melhoria no chão de fábrica (GODINHO FILHO; UZSOY, 2009).

Existem outros inúmeros problemas que afetam a competitividade da indústria brasileira. Um ponto crítico no gerenciamento estratégico das empresas é a gestão dos recursos internos para a obtenção de vantagem competitiva (LEWIS, 2000). Uma empresa é configurada de um conjunto de processos que podem ser alterados e melhorados, gerando melhorias na produtividade, lucratividade, e na satisfação de seus colaboradores.

As gestões de recursos produtivos objetivam minimizar as perdas e melhorar continuamente os processos produtivos. Os conceitos de eliminação de perdas e melhorias contínuas estão interligados e significam que nada desnecessário deve ser feito e que melhorias nos processos produtivos são um objetivo constante.

Portanto o pensamento enxuto reúne conceitos e práticas provenientes de três modelos de gestão em manufatura: JIT (Just-in-time); TPM (Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total) e TQM (Total Quality Management ou Gestão de Qualidade Total) WOMACK; JONES; 1998).

A linha de produção com *Layout* em “U” é um tipo diferenciado de manufatura celular usada nos sistemas de produção Just-in-Time (JIT). Este tipo de *Layout* é utilizado para: promover melhor comunicação entre trabalhadores; desenvolver a multifuncionalidade dos operadores; facilitar balanceamento de produção usando auxílio visual; e auxiliar aproximação do time de trabalho (MILTENBURG, 1998).

Este trabalho tem como finalidade apresentar os conjuntos de aprimoramentos contínuos implementados em uma célula de montagem para integrá-la no processo de fabricação de uma empresa. Diferentes cenários de produção da célula foram comparados (tipo de *Layout*, números de operadores, produtividade, tempo e processo de montagem), no intuito de ser identificar aquele que apresentaria melhores resultados para o processo analisado.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.2 Objetivo Geral**

Este trabalho visa demonstrar que pequenas mudanças na gestão da produção, como controle de estoques, mapeamento no processo, implementação das ferramentas da qualidade e otimização do processo com uma mudança de *Layout* faz toda diferença num mercado cada vez mais competitivo, inclusive definir o deslocamento de investimentos de um país para outro, alavancando a economia e colocando a indústria nacional em vantagem competitiva frente aos concorrentes.

### **1.1.3 Objetivos Específicos**

- a-) Descrever o *Layout* em célula e suas vantagens;
- b-) Identificar as melhorias qualitativas no processo em célula;
- c-) Identificar processo de eliminação de desperdícios;

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo foca a otimização do processo produtivo em uma indústria multinacional no ramo de telecomunicações instalado na cidade de Taubaté. Tal adaptabilidade pode se construir em tema e ser explorado em futuros trabalhos. No entanto uma das importantes conseqüências da aplicabilidade do Lean Manufacturer é a diminuição de perdas, isto é, a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto final, seja ele um bem ou serviço (ARAUJO,2007).

## 1.3 RELEVÂNCIAS DO ESTUDO

Esta pesquisa mostra que com a aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* pode-se obter vantagem competitiva frente aos concorrentes. No decorrer da aplicação dos conceitos básico, percebeu-se que a produtividade aumentou consideravelmente e os índices de defeito caíram significativamente. Com essas mudanças foi possível redução de custos e aumento da qualidade para o cliente final. O mais importante nisto tudo foi que estas mudanças não significaram redução de empregos na região, e sim aumento da capacidade produtiva, da competitividade da planta mencionada, fazendo com que a unidade brasileira atenda a crescente demanda do mercado latino-americano.

## 1.4 MÉTODO

Do ponto de vista metodológico, no presente trabalho, optou-se por um estudo de caso aplicado em uma indústria de Telecomunicações, visando melhoria na produtividade, onde também houve um complemento com livros relacionados à otimização de processos e metodologia *Lean Manufacturing*, que vem tendo alta adesão pelas indústrias de diversos setores. Também foi explorado artigos relacionados a métodos de trabalhos e processos que visam estabelecer padrões na manufatura das indústrias. Durante a elaboração deste trabalho os dados obtidos da implantação do estudo de caso foram extraídos de um projeto de estudo de *Layout*, realizado na manufatura de uma indústria no ramo de telecomunicações. Os indicadores de resultado do projeto foram de aumento da eficiência da produção, melhoria na qualidade, complementando o trabalho foram realizados pesquisas acadêmicas.

## **1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

O trabalho foi produzido de maneira a mostrar a quebra de paradigmas na gestão de produção de aparelhos celulares. Nenhuma empresa do ramo, no âmbito mundial, utiliza o conceito de produção celular, o que tornou o desafio ainda maior.

Ao decorrer da pesquisa pode-se observar que o maior entrave foi a mudança de mentalidade dos funcionários, o medo de desemprego e a retirada da zona de conforto que se encontravam.

O primeiro capítulo é composto pela introdução, objetivos, delimitação do estudo, relevâncias do estudo e método.

O segundo capítulo é composto pela revisão da literatura, que apresenta o contexto histórico da otimização do processo na manufatura, as principais características e importâncias na gestão de produtividade, princípios da produção enxuta, os pilares da produção conhecidos com o Sistema Toyota de Produção, trabalho padronizado, layouts existentes e suas vantagens e desvantagens.

O terceiro capítulo é composto pelos procedimentos metodológicos, na qual aponta o tipo de pesquisa e coleta de dados.

A quarta seção apresenta os resultados obtidos nas coletas de dados e demonstra a discussão dos resultados, com intuito de apurá-los, analisá-los e entendê-los.

A quinta e última seção apresenta as conclusões finais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta fundamentos teóricos que abordamos nesta pesquisa. Mencionamos conceitos relacionados à teoria das restrições, estudo de tempos padrões, identificação da capacidade produtiva, sistema de manufatura, benchmarking.

### 2.1 Contexto Histórico da otimização de processo na manufatura

Segundo Bateman e Snell (1998) a ciência da administração surgiu há muito tempo, por volta de 1100 a.C. Os chineses praticavam as quatro funções da administração: planejar, organizar, liderar e controlar, embora ainda não a entendesse como uma ciência. Ao longo da história, os chamados administradores operavam num sistema de tentativa e erro. A situação apenas se modificou com a Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, na Inglaterra, devido à acumulação de capital, à expansão marítima e ao aumento da demanda. Era necessário produzir com eficiência, reduzindo os custos. Desta forma, a ciência administrativa floresceu como uma alternativa para gerenciar da melhor forma a nova massa de trabalhadores que estava surgindo. Assim, o pontapé inicial foi dado por Frederick Taylor (BATEMAN; SNELL, 1998).

A escola clássica de Taylor, conhecida por administração científica, defendia a análise do trabalho por métodos científicos que determinassem a única e melhor forma de realizar as tarefas da produção, além de encontrar o trabalhador apropriado e a padronização de ferramentas. Em sua fábrica, Henry Ford ajudou a aperfeiçoar o taylorismo, ao introduzir as esteiras e a fixação dos trabalhadores nos postos de trabalho. Fayol, por meio da gestão administrativa, padronizou as funções da administração e definiu os princípios que norteiam muitos administradores, enfatizando a administração como uma profissão, com foco na estrutura formal da organização (CLETO, 2002).

Embora os princípios de Taylor e Fayol sejam até hoje de grande influência e, apesar de suas contribuições representarem um enorme avanço para a produção em massa, seus modelos têm algumas limitações. Por exemplo, não consideram fatores psicológicos e sociais e, por isso, novas escolas clássicas surgiram. Como em todo processo evolutivo, surgem novas realidades e novas alternativas devem ser buscadas para minimizar os impactos da evolução (CLETO, 2002).

Em meio à crise do modelo de produção em massa, a *Toyota Motor Company*, uma empresa automobilística japonesa, estava lutando para recuperar-se da Segunda Guerra

Mundial e precisava de uma economia forte que oferecesse produtos de qualidade e com preços competitivos. Foi então que Taiichi Ohno, engenheiro-chefe da Toyota, percebeu em suas visitas às fábricas da Ford, no Ocidente, que o modelo de produção em massa precisava de ajustes e poderia ser melhorado com adaptações de técnicas a serem aplicadas em sua fábrica. O intuito era atender á demanda por pequenas quantidades e diferentes modelos, já que as economias de escala não eram suficientes para agradar o cliente. Para isso, ele experimentou uma nova abordagem de produção, cujas práticas operacionais eram muito diferentes das vigentes naquela época, principalmente no que se referia à gestão de materiais, envolvimento e aproveitamento dos recursos humanos, além dos avanços tecnológicos (OHNO, 1997).

A década de 1970 possibilitou o amadurecimento dessa técnica e, daí por diante, a Toyota e o Japão alcançaram índices de crescimento (CLETO, 2002). Depois de décadas de esforços, adaptações e melhorias, num processo contínuo de aperfeiçoamento, o mundo passou a conhecer e a acreditar na nova forma de conduzir os processos de produção: a Toyota Production System (TPS) ou Sistema Toyota de Produção.

Em 1990, James Womack e Daniel Jones apresentaram uma proposta para que empresas de produção em massa se transformarem em empresas enxutas. Introduziram alguns elementos que ampliaram a concepção inicial de Ohno e desenvolveu um novo, denominado pensamento enxuto (CORRÊA; CORRÊA, 2005).

Os conceitos inerentes á produção enxuta são parecidos com os conceitos do JIT. De acordo com Corrêa e Corrêa (2005), a produção enxuta é apenas uma nova embalagem para os conceitos contidos no JIT. Assim como o JIT, o pensamento enxuto propõe que a empresa elimine todos os desperdícios em seu processo onde quer que eles estejam, objetivando fazer com que “o cliente receba somente aquilo que deseja, no momento e quantidade desejada” (CORRÊA; CORRÊA, 2005, p.73)

O novo paradigma produtivo traz como características intrínsecas: a substituição da lógica da produção em massa pela lógica da produção variável, voltada às exigências do mercado, o que impõe a uma necessidade de flexibilidade e de busca pela constante melhoria do processo produtivo, isto implica em uma nova lógica baseada na incorporação do conhecimento do indivíduo sobre a produção; a substituição da grande empresa por empresas mais enxutas que focalizam a produção em partes determinadas do processo produtivo. (PEDROSO, 2004).

No Brasil, a produção enxuta teve grande repercussão a partir da década de 1980. Porém, um erro cometido foi a implantação parcial do sistema, na utilização puramente das

ferramentas que compõem o sistema, sem uma visão global e generalizada de tal filosofia. (CLETO, 2002). Pode se observar a seguir as principais características de um sistema de produção enxuta no próximo capítulo.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA NA GESTÃO DE PRODUTIVIDADE**

Os últimos anos caracterizam-se por muitas mudanças na gestão e no sistema produtivo das empresas em geral, o que leva as organizações a buscarem novas técnicas gerenciais.

A estratégia da competitividade reside em antecipar, produzir, ir ao encontro do desejo do consumidor. Assim as empresas promoveram profundas transformações na forma de produzir buscando assegurar sua concorrência e sobrevivência no mercado (PEDROSO, 2004).

Na busca pela satisfação do cliente, a produção enxuta une diversas características que fazem dela uma ferramenta útil no dia a dia das empresas, desde que adotada e entendida como um sistema global que deve permear toda a organização, fazendo parte da cultura dos colaboradores e envolvidos. Estas características são: redução de estoques e desperdícios; foco na prevenção de falhas, evitando, assim, reparos finais; ênfase em equipes multifuncionais que trabalham em conjunto; utilização de máquinas especializadas para produzir mais com menos recursos; entre outros aspectos que, de forma geral, buscam agregar valor, eliminando todas as operações que não contribuem para isso, de modo a oferecer aos clientes os produtos que eles querem na hora que desejam (TADASHI, 2006).

Para manter o sucesso, é necessário cuidar da força de trabalho, criando uma cultura onde as pessoas absorvam o conhecimento do TPS (TADASHI, 2006).

O sistema de produção enxuta surgiu efetivamente na indústria automobilística, mas hoje em dia não se restringe a ela. Pode ser implantado em qualquer empresa, de pequena a grande porte, de serviços a manufatureiras. O objetivo é satisfazer o cliente sem que ele tenha que pagar pelas consequências causadas pelos erros e desperdícios. A produção enxuta é uma maneira superior de o ser humano produzir bens. Ela propicia melhores produtos, numa maior variedade, e a um custo inferior. Igualmente importante, ela propicia um trabalho mais desafiador e gratificante para os empregados em todos os níveis, da fábrica à alta

administração (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). No próximo capítulo apresenta-se uma síntese dos princípios da produção enxuta no Sistema Toyota de Produção.

## 2.3 PRÍNCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

O ponto de partida do Sistema Toyota de Produção é o modelo 4Ps. Os 4Ps são: *Philosophy* (Filosofia), *Process* (Processo), *People/Partners* (Pessoas, parceiros) e *Problems Solution* (Solução de Problemas). Tudo bem que parece que são 5Ps, mas ao longo do trabalho verão que essa filosofia foi a base para um sistema de melhoria contínua.

***Philosophy (Filosofia):*** No nível mais fundamental, os líderes da Toyota vêm a empresa como um veículo para agregar valor aos clientes, à sociedade, à comunidade e aos seus funcionários. Não se trata de um ritual político ingênuo. É real. Remete ao fundador da empresa, Sakichi Toyoda, e sua vontade de inventar teares movidos à eletricidade para facilitar a vida das mulheres na comunidade rural onde ele cresceu. Continuou quando Sakichi pediu que seu filho, Kiichiro Toyoda desse sua contribuição ao mundo inaugurando uma empresa de automóveis. Atualmente, está impressa em todos os líderes da Toyota e serve de alicerce para os outros princípios.

***Process (Processo):*** Os líderes da Toyota aprendem, por meio da instrução e da experiência, que, quando seguem o processo certo, obtêm os resultados certos. Enquanto alguns dos procedimentos que devem ser feitos em nome do Modelo Toyota atraem dólares imediatamente para suas bases, como redução de estoque e eliminação de movimentação humana desnecessária nas tarefas, outros são investimentos que, a longo prazo, possibilitam a redução de custo e aumento da qualidade. Os investimentos de longo prazo são os mais difíceis. Alguns são claramente quantificáveis em termos de causa e efeito, ao passo que, em outros casos, é preciso acreditar que haverá alguma compensação. Por exemplo, levar peças para uma linha de montagem a cada hora pode parecer um desperdício; no entanto, isso sustenta o princípio da criação de fluxo. Despende tempo no desenvolvimento de consenso e na obtenção de informações junto aos que são afetados pode parecer desnecessário, mas, se você passar por cima desse processo algumas vezes, sempre o ignorará.

***People and Partners (Pessoas e parceiros):*** Agregue valor a sua organização desafiando seus funcionários e parceiros a crescer. O Sistema Toyota de Produção (STP) foi, numa época, denominado sistema de “respeito à Humanidade”. Quase sempre se pensa que

respeitar as pessoas significa criar um ambiente sem estresse que ofereça muitas facilidades e que seja agradável aos funcionários. Mas muitas das ferramentas do STP objetivam trazer problemas à tona, criando ambientes desafiadores que estimulem as pessoas a pensar e a crescer. Pensar, aprender, crescer e ser desafiado nem sempre é divertido. Nem o ambiente da Toyota sempre o é. Mas as pessoas e os parceiros da Toyota, incluindo os fornecedores, crescem e tornam-se melhores e mais confiantes.

***Problems Solution (Solução de Problemas):*** Continuamente, deve-se resolver a raiz dos problemas para que se conduza a aprendizagem organizacional. As pessoas resolvem problemas todos os dias, gostem ou não. Geralmente os problemas são verdadeiras crises- um combate. Os mesmos problemas surgem porque não se vai até sua causa e não se aciona contramedidas. Na Toyota, mesmo quando parece que o lançamento de um produto ou o projeto de uma equipe foi realizado sem erros e alcançaram todos seus objetivos, muitos problemas tiveram que ser resolvidos. Sempre há oportunidades para aprender para que, pelo menos, haja menor probabilidade de os mesmos problemas ocorrerem novamente. Mais ainda, quando alguém na Toyota aprende uma lição importante, espera-se que a compartilhe com outras pessoas que confrontam problemas semelhantes, se forma que a empresa possa aprender.

O objetivo do modelo dos 4Ps, até certo ponto, era ser hierárquico, com os níveis superiores construídos sobre os níveis inferiores. Sem uma filosofia a longo prazo, uma empresa simplesmente não fará tudo o que os outros 4Ps implicam. O processo técnico oferece o ambiente onde desafiar e desenvolver as pessoas, o que é necessário se você espera alcançar uma verdadeira organização de aprendizagem concentrada na melhoria contínua através da resolução de problemas.

Para as empresas que adotam o Sistema Toyota de Produção, todas as atividades que não agregam valor ao processo, desde a chegada da matéria-primas até a entrega do produto ao cliente devem ser consideradas perdas. As perdas são conhecidas e tratadas no Japão como “mudas” e “princípio do não custo” e, por isso, devem ser atacadas e eliminadas. Para que isso ocorra deve ser realizada uma análise detalhada da cadeia de valor, ou seja, a elaboração do *Value Stream Mapping (VSM)* (GHINATO, 2000).

A elaboração do VSM ou Mapeamento do Fluxo de Valor trata-se de uma ferramenta essencial, que permite a visualização de todos os processos ajudando na identificação de fontes de desperdício. Conforme Ghinato, 2000, as perdas ou “mudas” podem ser agrupadas em Oito grandes grupos, conforme a Figura 1

# Conceito de Perdas

“Perdas são atividades desnecessárias, que geram custo e não agregam valor, portanto, devem ser eliminadas.” Ohno, 1997.



Figura 1- Conceito das Oito Perdas

Fonte: Própria autoria

1) Perda por superprodução: elas podem ser por quantidade, isto é, produzir além do volume programado ou requerido, ou perda por antecipação, que é aquela realizada antes mesmo do pedido do cliente. É a chamada formação de estoques.

2) Perda por transporte: está intimamente relacionada ao *Layout* (arranjo físico) das linhas de produção, onde são necessárias movimentações e transporte de material. Deve ser levado em consideração que o transporte não agrega valor e por isso deve ser otimizado, eliminando as distâncias a serem percorridas.

3) Perda no próprio processamento: são etapas do processo que devem ser otimizadas ou eliminadas através de simplificação de dispositivos, acoplamento, modificações e, até mesmo, manutenção preventiva e ou preditiva para melhor eficiência das máquinas.

4) Perda por movimentação: movimentação desnecessária dos operadores para executar uma operação. Isso pode ser minimizado através da racionalização dos movimentos e da mecanização de operações.

5) Perda por estoque: excesso de matéria-prima ou em processamento (estoques intermediários), ou ainda excesso de produto acabado, os quais representam desperdício de investimento e espaço.

6) Perda por fabricação de produtos defeituosos: produtos fabricados fora do padrão de qualidade, apresentando alguma não-conformidade. Para evitar este tipo de problema devem ser usados sistemas de controle na fonte, como controle estatístico do processo e instrumentos de medição.

7) Perda por espera: existem três tipos, por espera no processo, espera do lote e espera do operador. A perda por espera no processo trata-se de quando o lote fica aguardando o término da operação anterior, para ser processado. A perda por espera do lote é o tempo que cada peça fica aguardando até que todo o lote seja processado. E, por fim, a perda por espera do operador, quando há um desbalanceamento da linha. Isso significa que algumas tarefas demandam muito tempo enquanto outras, menos, gerando ociosidade do operador. Pode ser corrigido com um estudo de tempos e métodos.

8) Não uso da criatividade: É gerada pela incapacidade da empresa de captar as idéias de seus colaboradores e assim melhorar a forma de produzir, reduzindo custo, melhorando a qualidade dos produtos, tornando o ambiente mais saudável e o trabalho mais satisfatório e rentável.

## 2.4 OS PILARES DA PRODUÇÃO ENXUTA

Segundo Ghinato (2000), o TPS ou *Toyota Production System* para ser implantado em uma organização precisa ser entendido como uma filosofia que engloba uma série de ferramentas que são à base de sua sustentação, como pode ser visto na Figura 2. Dentre os pilares encontram-se o *Just-In-Time*, *Kanban*, *Takt Time*, *Jidoka*, *Poka-yoke*, *Heijunka*, *Kaizen* e *Total Productive Maintenance (TPM)*.



Figura 2-Estrutura do Sistema Toyota de Produção.

Fonte: GHINATO (2000, p.40)

O sistema *Kanban* tem como objetivo controlar e balancear a produção, eliminar perdas, permitir a reposição de estoques baseado na demanda e constituir-se num método simples de controlar visualmente os processos (GHINATO, 2000).

Para possibilitar um fluxo contínuo de trabalho é imprescindível que a linha de produção esteja balanceada. Necessário se faz padronizar os tempos entre as operações, de forma que cada posto de trabalho execute tarefas que atendem ao *Takt Time* da linha. Com referência ao *Takt Time* pode-se dizer que é o tempo gasto para produzir um produto completo. Para que a produção flua normalmente é importante que haja um nivelamento dos pedidos, ferramenta chamada de Heijunka. A aplicação dessa ferramenta nada mais é que unir todos os pedidos de produtos diferenciados, de forma a obter uma programação próxima a linear, evitando oscilações (GHINATO, 2000).

O *Just-In-Time* trata-se de uma filosofia ou método de planejamento e controle das operações que visa atender a demanda, imediatamente, com qualidade e sem perdas. O objetivo da ferramenta é suprir as necessidades de materiais e produtos acabados no momento certo, na quantidade ideal e em locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos (GHINATO, 2000).

O planejamento e controle do *Just-In-Time* são baseados em um sistema de produção-puxada, ou seja, através de *Kanban*, palavra japonesa que significa cartão ou sinal. Esse sistema de sinalização define o momento em que o fornecedor irá produzir o que o cliente demandar, deste modo garantindo o melhor aproveitamento da mão de obra, já que se evita a perda de recursos e tempo ocioso.

Ainda mantendo um esforço para que o fluxo da linha seja contínuo e qualquer problema seja imediatamente identificado e não venha a reincidir, o *Jidoka* é um fator importante e de relevância a ser implementado, através do qual as máquinas são automatizadas, permitindo maior rendimento, já que várias delas podem ser controladas simultaneamente. O *Jidoka* também dá a qualquer operador a autonomia de parar a linha, quando identificado algum problema. Essa atitude permite maior controle de qualidade porque o problema é resolvido no momento em que ocorre. Dessa forma, evita-se “retrabalho” ao final do processo, aumenta a credibilidade junto ao cliente final que acaba confiando na entrega de produtos com qualidade (KOSAKA, 2006).

Seguindo a linha de automação e melhoria contínua em maquinários, tem-se a ferramenta *Poka-Yoke*. Trata-se de dispositivos à prova de erros.

Dispositivo ou mecanismo simples que instalado na máquina ou no posto de trabalho faz com que se evite a ocorrência de erros, isto é, mesmo que se queira fazer errado o *poka-yoke* não permite (KOSAKA, 2006).

O funcionamento correto de dispositivos a provas de erros ou não, depende dos cuidados despendidos aos mesmos. Cuidados esses que não dependem exclusivamente de mão de obra qualificada. Uma das importantes ferramentas utilizadas nesse caso é a *Total Productive Maintenance* (TPM), cuja iniciativa de implantação deve partir da alta administração e atingir todos os níveis hierárquicos dentro de uma organização. Trata-se das atividades de manutenção preventiva, isto é, reparos e verificações diárias, efetuados pelo próprio operador que evitam a quebra do equipamento e a conseqüente parada da linha de produção.

Todas as ferramentas citadas somente se mostram eficazes caso haja aplicação de um conceito, de origem japonesa, chamado *Kaizen*. No âmbito organizacional é conhecido como melhoria contínua e reflete na produtividade e na qualidade (FERREIRA; REIS; PEREIRA, 2002).

Depois de implementadas, qualquer ferramenta necessita de acompanhamento e ajustes. É um processo contínuo de melhorias que busca sempre alcançar os melhores resultados.

## 2.5 TRABALHO PADRONIZADO

No trabalho padronizado não se pode pensar em produção enxuta sem a existência de trabalho padronizado, tido como fator fundamental para garantir um fluxo contínuo de produção. Sendo assim, ele se torna uma das práticas essenciais da produção enxuta (FERREIRA; REIS; PEREIRA, 2002).

A padronização é a aplicação de padrões em uma organização ou sociedade, significa aplicação de métodos científicos para obter a uniformidade e reduzir custos (TADASHI, 2006).

Esta Metodologia se torna importante para as empresas desenvolverem um diferencial aos seus clientes, mantendo estabilidade nos processos, garantindo que as atividades sejam realizadas sempre numa determinada seqüência e da mesma forma, num determinado intervalo de tempo e com menor nível de desperdícios, conseguindo elevada qualidade e alta produtividade (NISHIDA, 2007).

De acordo com Cleto (2002), o Trabalho Padronizado é um dos conceitos básicos no sistema de produção. O trabalho padronizado divide cada trabalho em seus elementos sequenciais, com tempo em segundos para cada elemento. Todo tempo de andar, esperar movimento do operador, deve ser documentado em uma folha de processo padronizada, de tal forma que se possa identificar o desnecessário que gera o desperdício.

Segundo Tadashi (2006), a organização acional do trabalho preocupou-se somente com a análise do trabalho, com estudo de tempos e movimentos com fadiga do operário, com a divisão do trabalho e a especialização do operário e com os incentivos salariais. Foi-se mais além, e passou a se preocupar não somente com a padronização dos métodos e processos, mas também com a padronização das máquinas, equipamentos, documentações de processo, instrumentos de trabalho; medição, matéria-prima e componentes, no sentido de reduzir a variabilidade à diversidade no processo produtivo e, conseqüentemente, eliminar o desperdício e aumentar a eficiência.

A Toyota possuía documentações de padronização de processos desde 1944, as quais não alteraram por mais de 60 anos, demonstrando que a padronização dos processos e atividades através de “*work instructions*” é uma das características do Sistema Toyota de Produção.

O trabalho padronizado conforme Monden apud Benetti et al., 2007, é composto dos três elementos citados a seguir.

a) **Sequência de trabalho ou rotina padrão:** são as operações realizadas por um operador em uma seqüência pré-determinada. Elas estão dispostas nas folhas de processo e devem ser seguidas, rigorosamente, por quem estiver executando as respectivas operações a fim de evitar erros e tornar o processo consistente, sem muitas flutuações quanto aos seus tempos.

b) **Estoque padrão em processo (*work in process - WIP*):** quantidade mínima de peças necessárias para realização do processo. O ideal é que o trabalho seja realizado de forma a não gerar estoques intermediários entre uma máquina e outra, utilizando o sistema *one-piece-flow*, com eliminação dos chamados bancos de peças, conforme ilustrado na Figura 3.

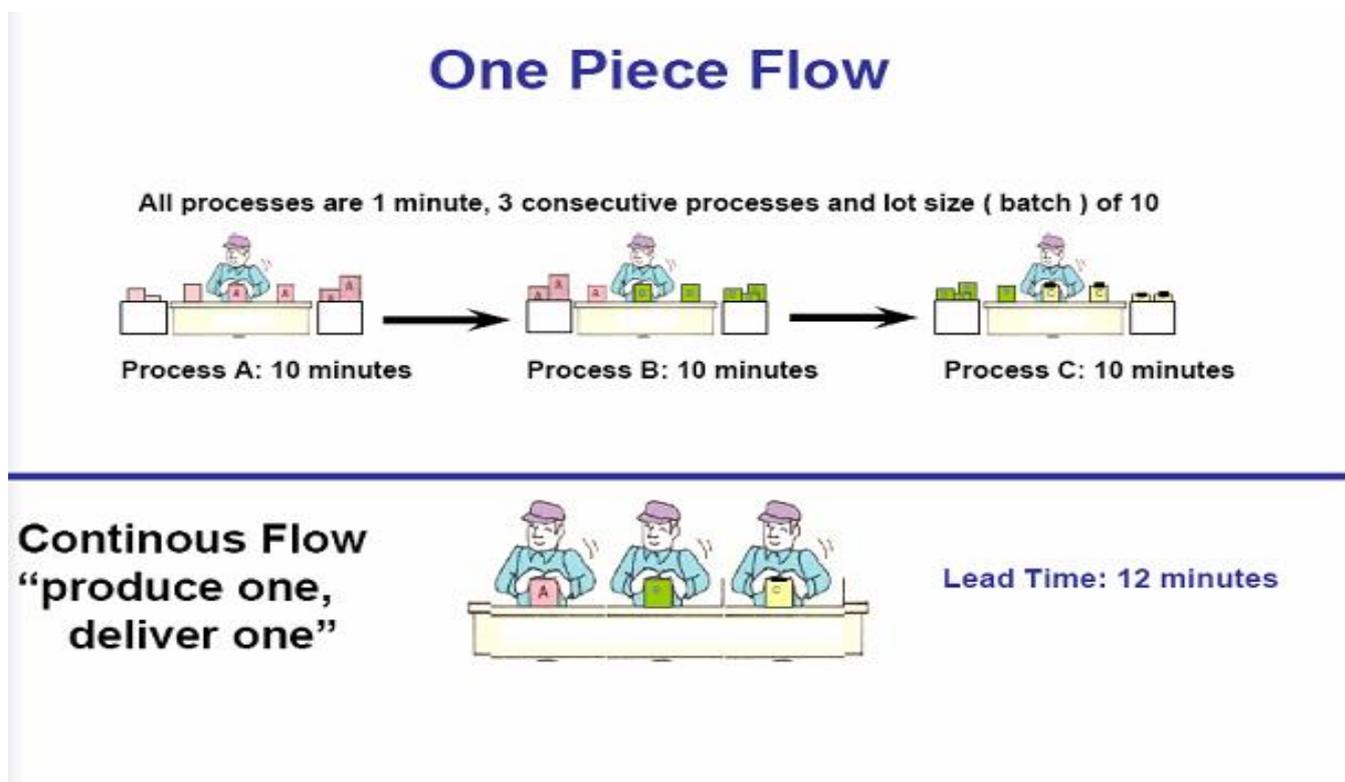


Figura 3- One Piece Flow

Fonte: The history of manufacturing systems and Lean Thinking, YALIN ENSTITU (2002, p.33).

c) **Takt-time:** conforme já mencionado, trata-se do tempo gasto para completar o ciclo de produção de um produto.

O trabalho padronizado gera ganhos mensuráveis em produtividade, redução de falhas, redução do tempo das operações, regulamentação das funções e melhor organização do espaço físico. O trabalho padronizado também realiza ações de modo a uniformizar movimentos de pessoas, métodos de trabalhos, através de instruções e auxílios visuais

obtendo e padronizando a qualidade das peças e uniformizando técnicas do processo entre operadores (ETTORI apud SILVA et al., 2007).

Para elaborar esta padronização é feita a medição em separado de cada etapa do processo demonstrando passo a passo o que deve ser executado durante a etapa do processo. A fim de realizar uma medição mais precisa, toma-se o tempo de cada etapa por várias vezes em situações diferentes turnos e operadores, obtendo assim um tempo médio de processo mais adequado (ETTORI apud SILVA et al., 2007). Nas operações de manufatura tradicional o foco é o menor custo unitário do processo e então depois disso criar um método padronizado. São realizadas medições de tempo e movimento para serem determinados padrões embasados nestes fatores. Este, segundo o Sistema Toyota de Produção, não é o melhor método, pois é utilizado apenas quando ou enquanto o operador está sendo monitorado. Segundo Cleto (2002), o Modelo Toyota tem o mesmo objetivo em termos de baixo custo; no entanto, o foco principal está na redução de perdas no sistema. Isso é claramente demonstrado na Figura 4.

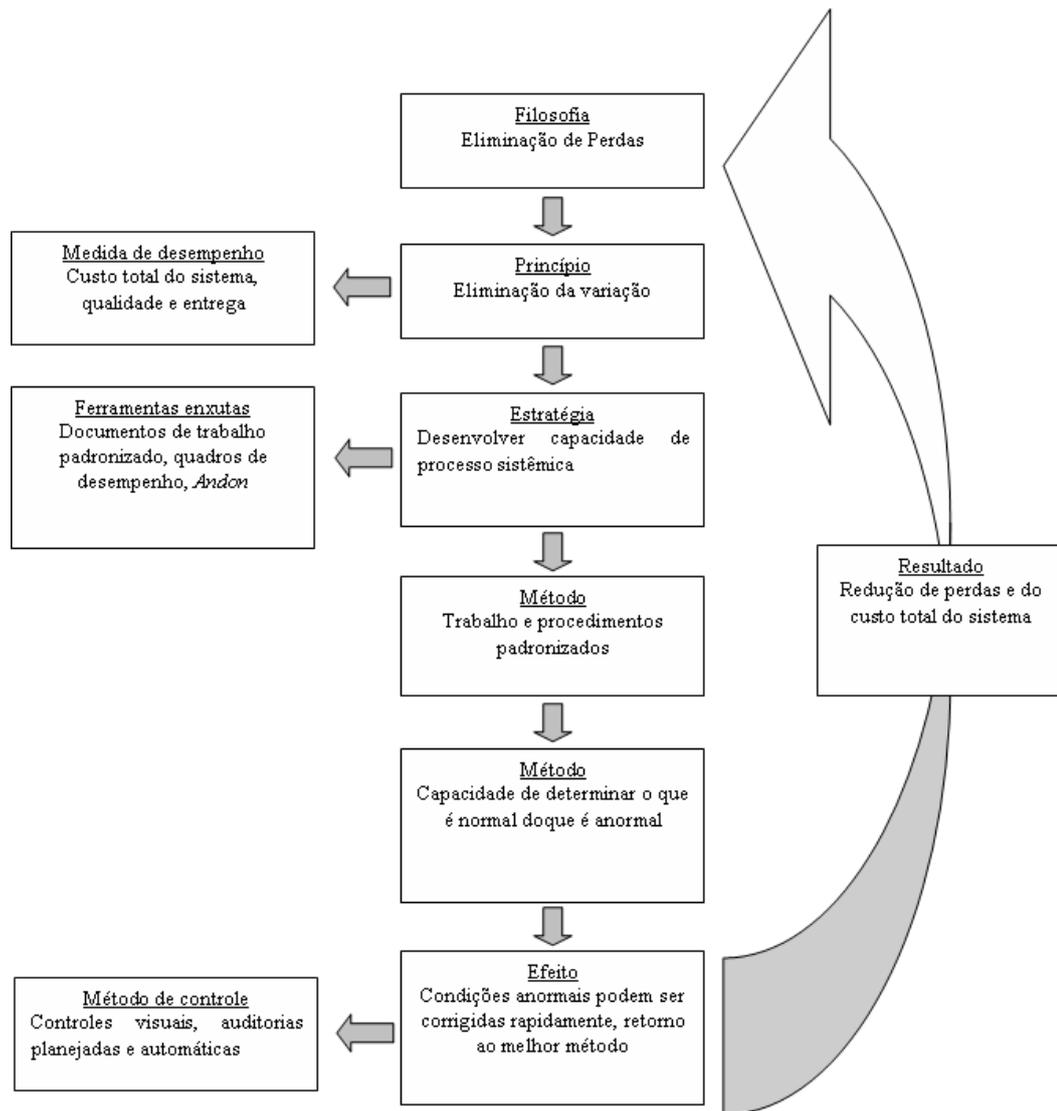


Figura 4-Redução enxuta de perdas resulta em menor custo total, melhor prazo qualidade

Fonte: O Modelo Toyota Manual de Aplicação (Liker Jeffrey K.. ;Meier David, 2007,p.122)

Ainda complementando, segundo Ohno (1997), a Toyota considera o desenvolvimento de padronização como uma base para a melhoria contínua, o que significa que se espera que os resultados futuros superem o padrão.

Por fim, o pode-se observar através destas considerações que enquanto o modelo tradicional e o modelo de produção enxuta buscam os mesmos objetivos: produzir com menor custo, produtos de mais alta qualidade, os métodos para se chegar a estes objetivos são diferenciados. Enquanto o foco da manufatura tradicional está voltado principalmente à diminuição do custo unitário do produto e faz com que isso norteie o restante do processo, o foco da manufatura enxuta baseia-se na filosofia de eliminação de perdas, o que faz com que

o processo de melhoria contínua se estabeleça em cada uma das etapas do processo produtivo, propiciando uma maior flexibilidade e adaptação a diferentes situações.

## **2.6 LAYOUTS EXISTENTES**

O *layout* do setor produtivo é um dos grandes responsáveis pelos desperdícios identificados pela filosofia da Lean Manufacturer. Os tipos de desperdícios diretamente relacionados à disposição dos meios de produção são o transporte, a movimentação nas operações e os estoques.

### **2.6.1 APRESENTAÇÕES DAS OPÇÕES DE LAYOUTS EXISTENTES**

Segundo Taylor (1990), “o trabalho em células ou equipes é um conceito tão ambíguo dentro da nossa cultura, que não é de se admirar que estejamos tendo dificuldades em suplantar o conceito que prevalece na atividade gerencial hoje em dia”. No final do século, recomendava-se que a melhor maneira de administrar as fábricas era através da padronização das atividades dos operários em tarefas simples e repetitivas, supervisionando-os depois.

Slack et al.(1999) define que o *Layout* é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. O arranjo físico é uma das características mais importantes de uma operação produtiva, pois além de determinar a sua forma e aparência, mostra a maneira segundo a qual os recursos (materiais, informações, clientes) são transformados e como os mesmos fluem através de uma operação.

Borba (1998) descreve que um bom *Layout* pode alcançar os seguintes objetivos:

- a) Melhorar a utilização do espaço disponível, diminuindo a quantidade de material em processo, minimizando as distâncias de movimentação de materiais e pessoas e racionalizando a disposição de seções;
- b) Aumentar a satisfação e a moral no trabalho, ordenando e limpando os ambientes;
- c) Incrementar a produção racionalizando o fluxo;
- d) Reduzir o tempo de manufatura diminuindo esperas e distâncias;
- e) Reduzir manuseio melhorando a movimentação no processo produtivo;
- f) Reduzir os custos indiretos diminuindo os congestionamentos, manuseio e danos materiais.

Como dito anteriormente o *Layout* da área produtiva é onde se encontram as melhores oportunidades de redução de desperdícios. Estes tipos de desperdícios são diretamente relacionados à movimentação nas operações, estoques e transporte.

Slack et al.(1999), cita que existem quatro tipos de *Layouts*, apresentados a seguir:

- *Layout* por produto;
- *Layout* por processo ou funcional;
- *Layout* posicional ou fixo;
- *Layout* celular.

### 2.6.2 *Layout* por produto

O *Layout* por produto possui a melhor configuração para a produção contínua e repetitiva onde a estratégia da empresa está focada na produção de um único produto. Para Tompkins (1996), tipo de arranjo físico, as estações de trabalho são seqüenciadas, de modo que os produtos são montados de acordo com sua movimentação pelas estações, sendo cada uma delas responsável pela execução de uma parcela do trabalho. Este tipo de *Layout* pode ser observado na Figura 5.

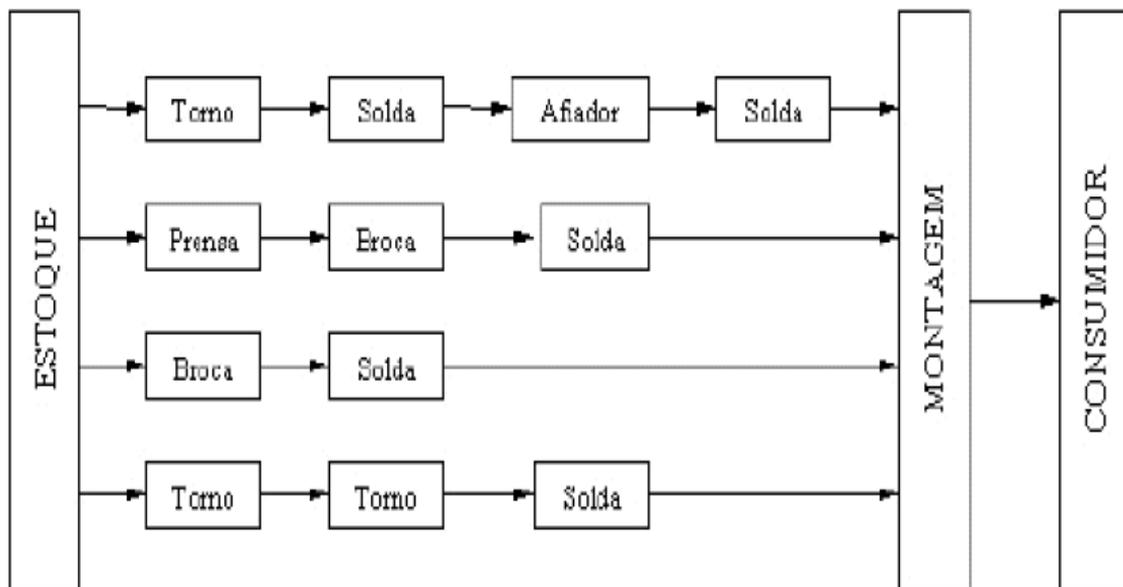


Figura 5 – Exemplo de *Layout* de produto  
Fonte: Tompkins et al. (1996)

### 2.6.3 Layout por processo ou funcional

“Neste tipo de arranjo físico todos os recursos similares de operação são mantidos juntos. Este tipo de *Layout* é normalmente usado quando a variedade de produtos é relativamente grande. É conhecido também como *Layout* funcional” (SLACK 1999).

Para Tompkins (1996), este *Layout* é obtido a través do agrupamento de processos similares em áreas específicas, formando departamentos de processos, conforme Figura 6.

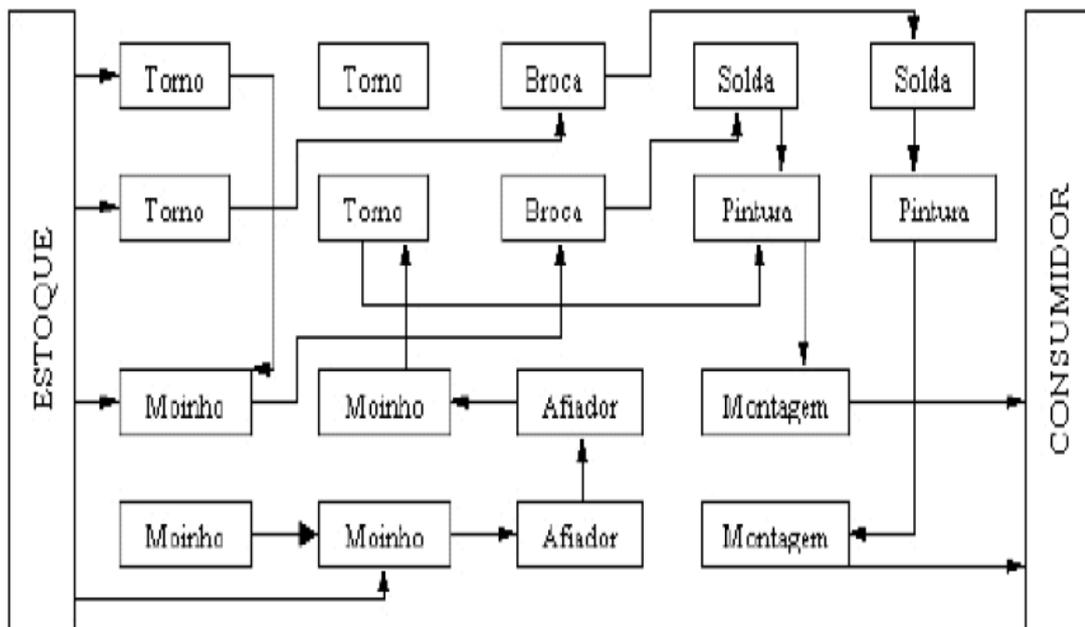


Figura 6 – Exemplo de *Layout* obtido através de agrupamento de processos similares de produto  
Fonte: Tompkins et al. (1996)

Tompkins et al. (1996) ressalta que o *layout* por processo se caracteriza por aplicar-se a sistemas produtivos com um baixo volume e uma alta variedade de produção, sendo particularmente utilizado como uma estratégia de fluxo flexível.

### 2.6.4 Layout posicional ou fixo

De acordo com Slack (1999), o arranjo físico no *Layout* posicional é de certa forma uma condição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores, o contrário ocorre.

As estações de trabalho são posicionadas e seqüenciadas ao redor do material ou produto produzido, o qual possui uma posição fixa, este tipo de *Layout* como demonstra na Figura 7, é comumente aplicado na indústria naval e do setor de construção civil.

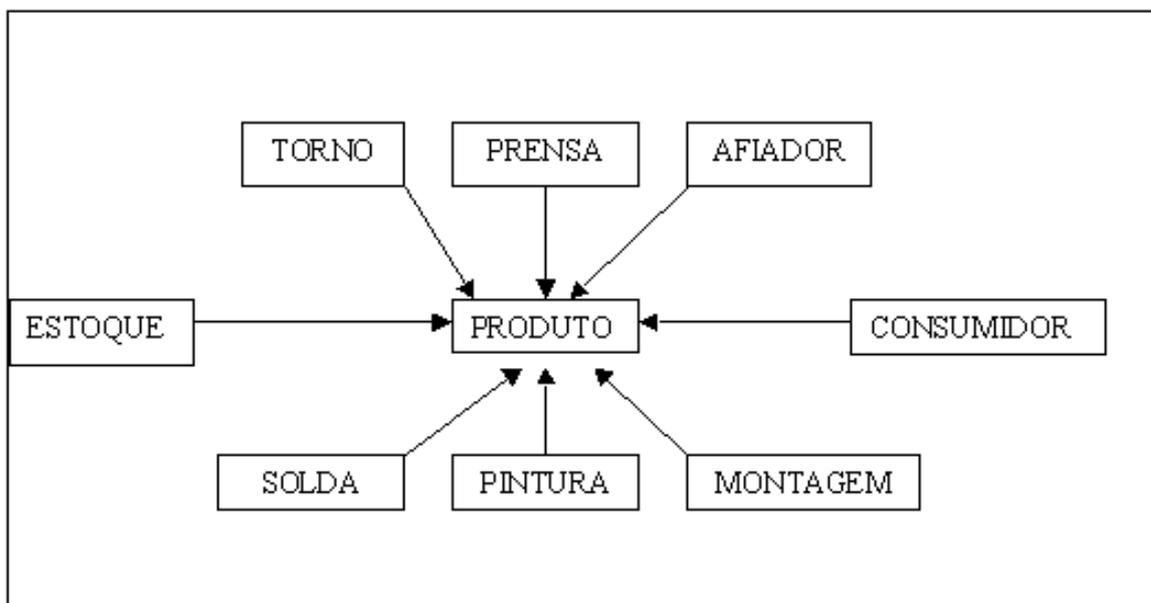


Figura 7 – Exemplo de *Layout* de produto

Fonte: Tompkins et al. (1996)

Segundo Krajewski e Ritzman (1999), este tipo de *layout* é comumente utilizado na montagem de aviões, navios, construção civil, ou seja, quando o produto é particularmente volumoso ou de difícil movimentação.

### 2.6.5 *Layout* celular

Slack (1999) descreve que o arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados a partir de atividades comuns ao

processo de montagem. Nele é feito o agrupamento de tarefas com o objetivo de formar famílias de produtos. Tarefas diferentes podem ser agrupadas em famílias devido à sequências comuns de operações, materiais que as compõem, equipamentos necessários ou similaridade de manuseio, estoque e controle. A Figura 8 apresenta um exemplo de *Layout* celular.

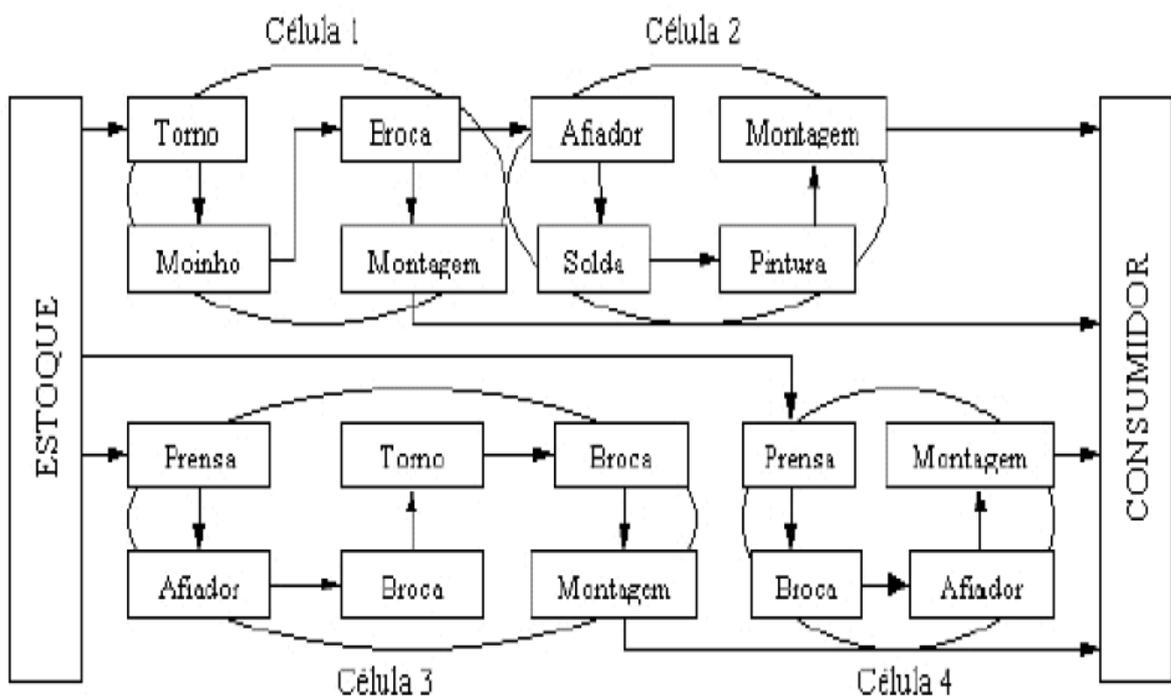


Figura 8 – Exemplo de *Layout* celular

Fonte: Tompkins et al. (1996)

O conceito de células de manufatura surge da necessidade de se estabelecer na prática uma visão ampla do processo produtivo. Nesse conceito não se admite mais que se tenha uma mão de obra limitada, tão somente como “um apertador de parafusos”, mas sim, um operador polivalente e multifuncional onde este perceba a importância do seu trabalho e a função de cada parafuso no produto final.

Um elemento extremamente importante na manufatura celular é a polivalência da mão de obra. O ideal é que todo o operador conheça todas as operações da célula, e a célula seja responsável pelo produto do começo ao fim da produção. O operário, sempre que possível, deve ser responsável pela manutenção das máquinas, ou seja, manutenção autônoma (TOMPKINS 1996).

O trabalho todo na célula é realizado por uma equipe fixa, que se pretende seja unida e coesa, na qual cada integrante tenha familiaridade e esteja de fato integrado com todos os itens que fazem parte global do processo.

A manufatura celular do chão de fábrica promove o aumento da qualidade, diminuição de perdas, rápido *throughput* e *feedback*, aumento da flexibilidade e níveis de estoque em processo. Em uma célula, processos são fisicamente localizados perto uns dos outros, fazendo com que a movimentação de materiais e áreas em estoque seja minimizada. Tradicionalmente, máquinas iguais são localizadas juntas em departamentos (TOMPKINS; LAVASSEUR, 1996).

Segundo Stockton (1990), adotando células de manufaturas as empresas podem ter vários benefícios tais como: maior qualidade e redução dos tempos sendo obtidas com operadores multi-tarefas, fluxo de materiais mais simplificados, redução do estoque em processo através do uso de Kanbans e maior facilidade de identificação de gargalos.

A manufatura celular é aplicada como um grupo de processos em ordem para que componentes ou produtos sejam produzidos em um fluxo através do sistema. Em uma célula, processos são fisicamente localizados perto um dos outros, fazendo com que a movimentação de materiais e áreas em estoque seja minimizada. Tradicionalmente, máquinas iguais são localizadas juntas em departamentos, conforme mostra a Figura 9:

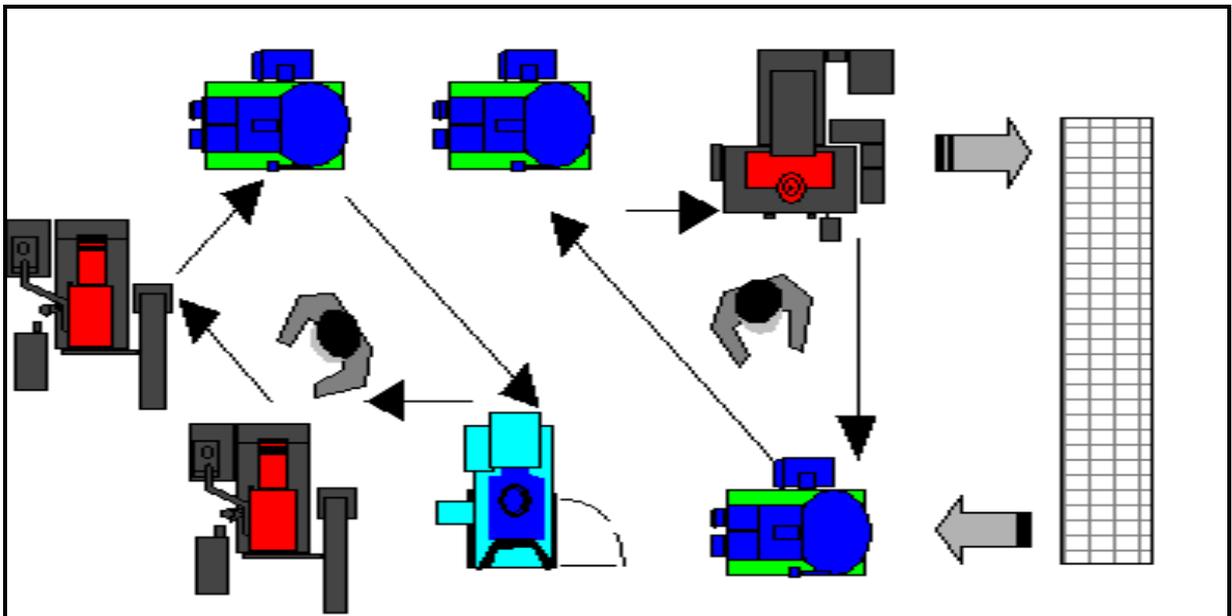


Figura 9 – Exemplo de uma linha de produção em célula

Fonte: Almeida, Dagoberto Alves (2010, p.12)

As linhas de produção tipo “U” são usadas para promover melhor comunicação entre trabalhadores, permitir que os operadores desempenhem diferentes operações, facilitarem o balanceamento de produção usando auxílio visual e auxiliar a aproximação da equipe de operadores, o que facilita a resolução dos problemas. O *Layout* tipo “U” pode ser mais facilmente adaptado a mudanças, com redução do número de operadores alocados nos postos de trabalho e do tempo de ciclo, se comparado ao *Layout* linear (MILTENBURG, 1998; NAKADE; OHNO, 1999). O número de estações é menor do que nas linhas tradicionais devido ao fato de permitir um maior agrupamento de tarefas (MILTENBURG; WIJNGAARD, 1994). Conseqüentemente têm-se menores estoques, simplificação de manuseio de material, facilidade de planejamento, controle de produção, e melhor controle da qualidade entre outros benefícios (MILTENBURG; WIJNGAARD, 1994). Pode-se observar detalhamento de um exemplo de uma célula em U na Figura 10:

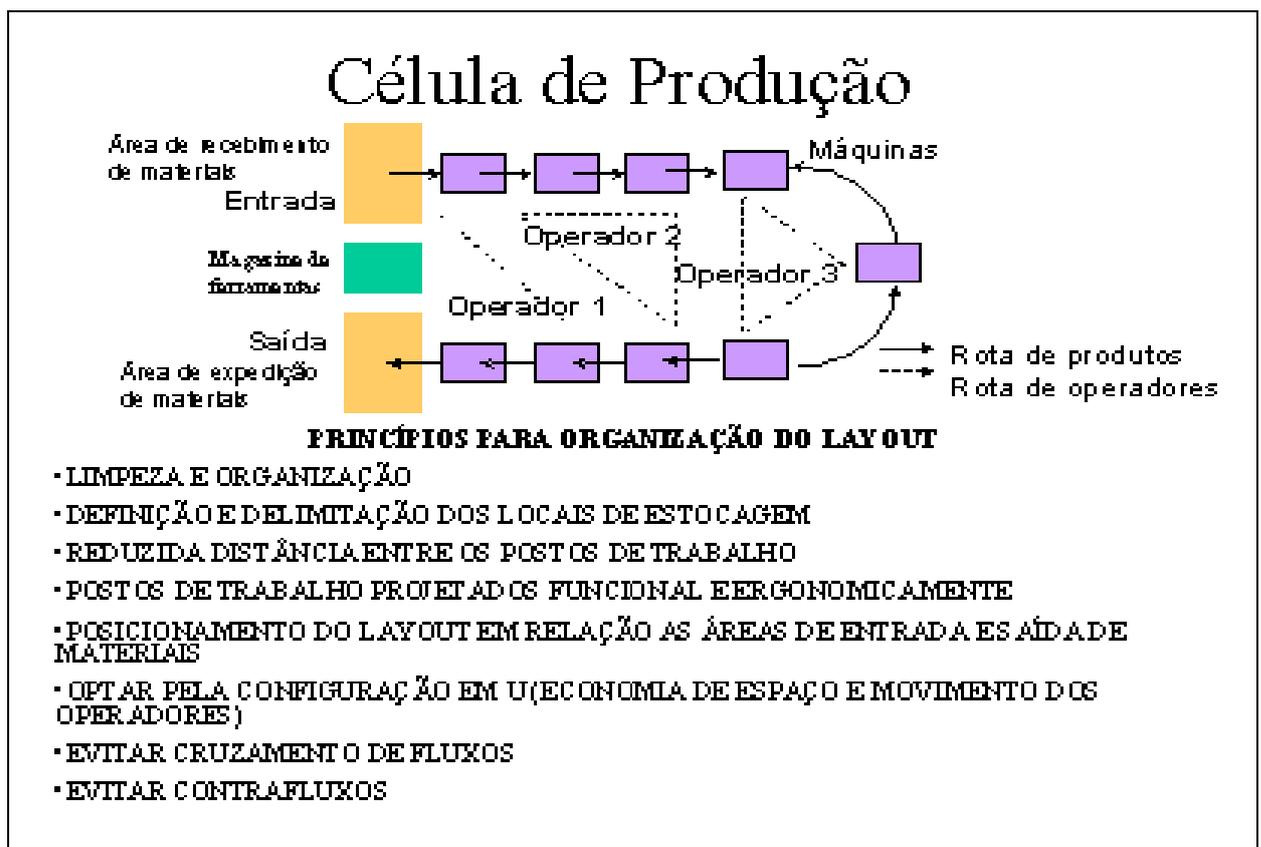


Figura 10 – Detalhamento da Célula em “U”

Fonte: Almeida, Dagoberto Alves (2010, p.22)

Os passos típicos para implementação de *Layout* tipo “U” em um ambiente de manufatura celular do tipo JIT são (SEKINE *apud* MILTENBURG, 2001): (i) construir um ambiente de multi-funcionalidade operacional, promovendo a disciplina e o treinamento de operadores; (ii) organizar centro de trabalho em um arranjo no formato de “U”; (iii) estabelecer um tempo de ciclo de produção (iv) otimizar tempos de preparação, ajuste e troca de ferramentas; (v) estabelecer a produção puxada; e (vi) introduzir os métodos de automação.

### 2.6.6 Vantagens e desvantagens proporcionadas pelo *Layout* celular

Ron Thorn (1996) apresenta como maiores vantagens obtidas pela focalização da produção com células de manufatura, as seguintes: ampliação da flexibilidade nos processos; facilidade para se isolar/resolver problemas; redução e controle de custos; redução de prazos ou aumento da produção; melhoria da qualidade; controle de estoques e distribuição; controle das perdas; eliminação de refugos; facilidade para se perceber a falta de habilidades; facilidade para obtenção de soluções em engenharia de processo; focalização de novos critérios de projeto; introdução de novas tecnologias, processos ou equipamentos e mudança de práticas dos trabalhadores.

Através do relato sobre a implantação da focalização da produção com células de manufatura na empresa Steward Inc., Lavoisier (1995) apresenta dados práticos sobre as vantagens obtidas com o *Layout* celular. Os passos seguidos para a montagem do *Layout* foram os seguintes: (1) definição de cada uma das células e das máquinas necessárias; (2) definição de um cronograma para movimentação das máquinas; (3) movimentação das máquinas; e (4) início do treinamento sobre o trabalho nas células, dentro da filosofia JIT.

As vantagens proporcionadas por esta transformação no sistema de produção do Steward Inc., foram as seguintes: redução nos estoques em processo; redução nos estoques de produtos acabados; eliminação das bandejas para estoque de material no chão de fábrica; redução no "lead time" dos produtos; redução do atraso nas ordens; redução dos refugos; redução do trabalho direto e redução no espaço ocupado pela manufatura (NAKADE; OHNO, 1999).

Conforme a afirmação de Corrêa (1993) é importante notar também que o *Layout* celular traz algumas desvantagens, impondo restrições ao processo. Tais desvantagens incluem a redução da flexibilidade do sistema de células de manufatura e as maiores ocorrências de máquinas paradas caso o *mix* de produção varie substancialmente ao longo do

tempo, fazendo variar a carga de trabalho nas células, dado que os equipamentos são dedicados às células, não podendo ser compartilhados por produtos ou componentes fabricados em outras células. Outra desvantagem geralmente presente é a maior necessidade de capacidade (quantidade de equipamentos) em relação ao *Layout* funcional.

Na afirmação de Corrêa (1993) quanto a desvantagens da configuração celular, é importante destacar que para evitar estes fatos as linhas modernas de manufatura são concebidas visando atender a diferentes configurações de demanda e de clientes, objetivando minimizar custos, eliminando o máximo dos desperdícios ocasionados pelas trocas de tipos e modelos de produtos, reduzindo os *leads times* e atendendo as características da qualidade total. As células de manufatura modernas, desenvolvidas dentro da filosofia *JIT/TQC*, buscam a obtenção do máximo de eficiência e flexibilidade do processo.

Para que as células de manufatura sejam viáveis econômicas e operacionalmente é necessário que as máquinas sejam agrupadas de maneira bem próxima, que sejam flexíveis em relação ao *mix* de capacidade, que sejam 22 suficientemente grandes para que a ausência de um funcionário não interrompa sua operação, e suficientemente pequenas para que os operadores se identifiquem com a célula na qual trabalhem conhecendo bem seus produtos e equipamentos. Além disso, é fundamental que os funcionários sejam flexíveis e polivalentes para operar várias máquinas próximas e substituir operadores ausentes (CORRÊA, 1993).

### 3 ESTUDO DE CASO

A apresentação do estudo de caso se faz necessário para mostrar a aplicação do *Layout* celular conjuntamente com o reforço da ferramenta do trabalho padronizado, buscando a racionalização e o aprimoramento dos recursos humanos e técnicos envolvidos no processo produtivo.

Devido à necessidade da Sobrevivência no mercado a Empresa de Celulares observou a extrema urgência de uma mudança no *Layout* do processo produtivo, bem como a aplicação inequívoca da ferramenta de padronização do trabalho visando a diminuição do tempo de produção, a ser realizado nesta mudança de *Layout*, onde os clientes necessitam de produtos em determinados dias do mês em pequenas quantidades, como por exemplo: podendo ser modelos com um alto custo, pois são modelos que possuem um pedido mensal baixo, e também solicitações feitas por clientes em períodos sazonais, isto é, dependendo da região do país há uma mudança na demanda de cores de celulares, com isso o cliente solicita para a Empresa pequenos lotes com variadas cores e modelos.

Entendendo isto a Empresa decide montar uma estratégia para atender seus clientes de uma maneira diferenciada, que foi a implantação de *Layout* Celular na manufatura.

A Implantação exige estudo de teorias de vários especialistas no assunto e um *Benchmark* com a Matriz na Coréia do Sul e com isso montou-se uma equipe na empresa de Taubaté voltada para realizar este estudo da implantação do *Layout*.

O estudo realizado comprovou que a linha contínua obteve algumas perdas como:

1. Baixa eficiência de produção com lotes de pequenas quantidades, havendo muitas trocas de modelos e clientes;

2. Os montadores não se sentiam motivados, pois quando o montador começava a entender do processo de montagem de seu produto, logo mudava para outro tipo de produto;

3. A Engenharia tinha muita dificuldade de monitoramento dos índices de qualidade em modelos críticos, como modelos de alto custo onde o processo de montagem é muito complexo;

4. Com as constantes trocas de modelos havia perda de matéria prima no processo;

5. Baixa flexibilidade e não utilização da padronização do trabalho.

Verificando as dificuldades acima citadas, montou-se uma célula piloto para teste e feito o acompanhamento do desempenho. No momento funcionou com três células com capacidade mensal de sessenta mil celulares, este número corresponde com o plano dos modelos críticos.

O tipo de célula escolhido foi em “U”, pois com base nas teorias de especialistas no assunto e também do sucesso da implantação na Matriz Coréia do Sul, concluiu-se que seria o modelo mais adaptável a necessidade da empresa.

O projeto ainda está em andamento, pois necessita de um tempo para a adaptação e a estabilização, mas o retorno já está sendo muito positivo, no qual se observa que os montadores que trabalham na célula se sentem muito mais motivados, pois estão inteirados no processo, melhorando também a questão da ergonomia.

Outro ponto importante é que a Engenharia consegue monitorar 100% da produção, com índices de qualidade e produtividade, conseguindo também detectar e implantar em tempo ágil uma ação de melhoria bloqueando a evolução de falhas no processo.

Houve também uma considerável melhora no 5S, conjuntamente com a padronização do trabalho e dos testes executados pelos operadores e por último as trocas de modelos estão sendo feitas muito mais rápido, aumentando assim a eficiência de produtividade em aproximadamente em 44%, pois o montador dificilmente fica com tempo ocioso.

A Tabela 1 demonstra os dados de processo de produção do produto A290, na qual foram realizadas medições aleatórias de seis colaboradores diversos, para determinar a capacidade de produção por dia e por hora, e também saber qual o processo crítico, na qual chamamos de gargalho.

N°	Quant.	Processo	Measurement hour						ST	CH	T/T	T/T+ 10%	Qty Worker	UPH
			1°	2°	3°	4°	5°	6°						
1	1		16,0	15,0	16,0	16,0	16,8	17,0	16,1	1	16,1	17,7	1	203
2	1		20,3	20,6	21,4	21,8	20,4	19,8	20,7	1	20,7	22,8	1	158
3	1		15,3	13,7	14,0	14,8	13,9	15,0	14,4	1	14,4	15,9	1	227
4	1		16,2	17,8	17,0	16,8	16,0	16,6	16,7	1	16,7	18,4	1	196
5	1		14,8	15,0	14,5	14,3	14,6	14,5	14,6	1	14,6	16,1	1	224
6	1		11,0	9,8	10,4	9,5	9,7	11,2	10,3	1	10,3	11,3	1	319
	<b>Quant.</b>		<b>LOB</b>	<b>CAPA</b>	<b>NECK</b>		<b>CAPA</b>							
	<b>Processo</b>			<b>DIA</b>	<b>TIME</b>		<b>HR</b>				<b>92,8</b>	<b>102,1</b>	<b>6</b>	
			75%	1343	22,8		158							
	<b>6</b>	<b>UPPH</b>												<b>26</b>

Tabela 1– Exemplo da situação atual do Line Balance

Fonte: Própria autoria

A Figura 11, demonstra o *layout* atual do processo produtivo, que uma *layout* em linha que ocupa 60m<sup>2</sup> e com utilização de 6 colaboradores para linha de produção.

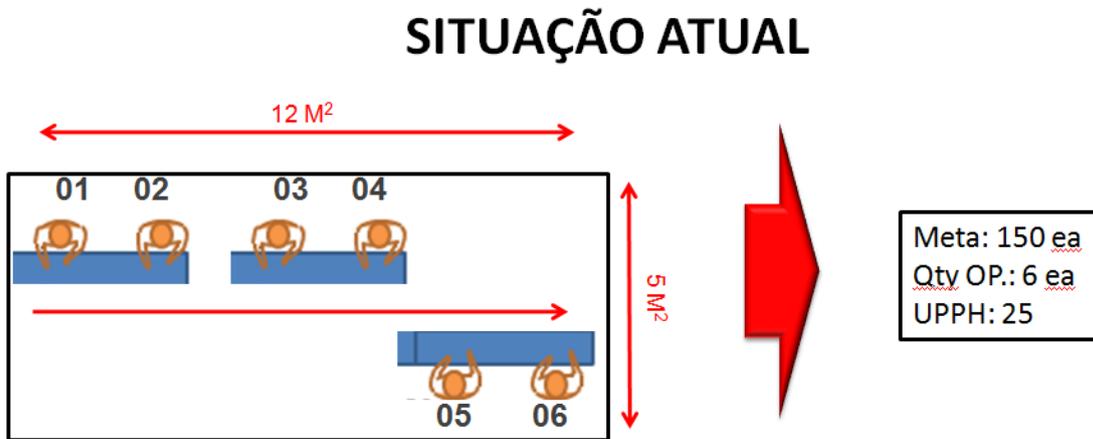


Figura 11 – Exemplo da situação atual do processo produtivo

Fonte: Própria autoria

A Figura 12 demonstra a situação atual do galpão, que comporta 5 linhas de produção no *layout* atual num espaço físico de 300m<sup>2</sup>.

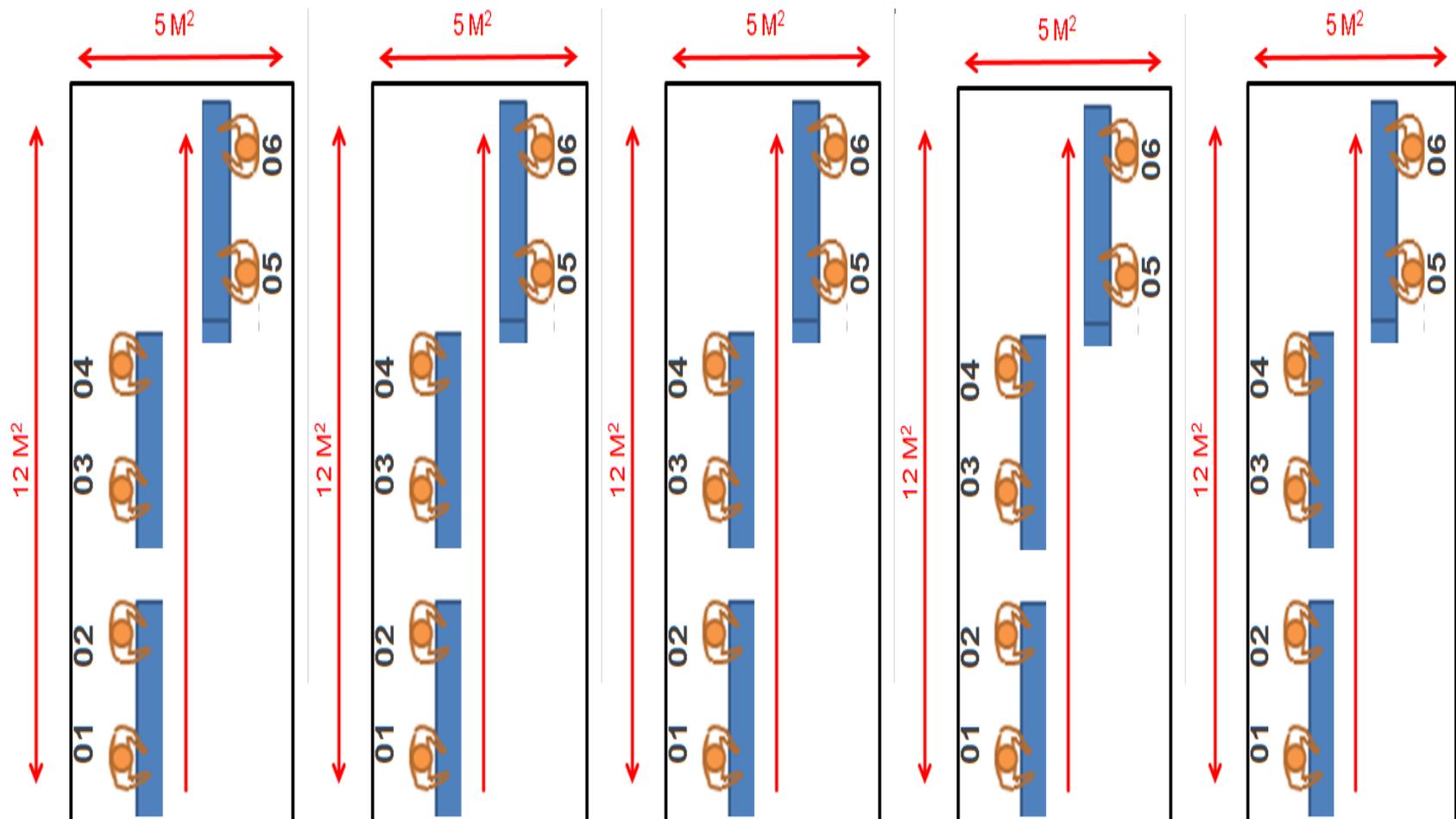


Figura 12 – Exemplo da situação atual do galpão produtivo

Fonte: Própria autoria

A Tabela 2 demonstra a situação proposta pelo trabalho, que diminuiu em 5 colaboradores por linha e passa a produzir 36 UPPH, gerando um aumento de 44% na linha produtiva, mesmo com a diminuição de 1 colaborador.

N°	Quant.	Processo	Measurement hour						ST	CH	T/T	T/T+	Qty	UPH
			1°	2°	3°	4°	5°	6°						
1	1		17,8	18,0	17,3	17,4	18,1	17,6	17,7	1	17,7	19,4	1	185
2	1		14,6	12,7	10,8	10,7	11,7	11,8	12,0	1	12,0	13,3	1	272
3	1		17,2	16,6	18,2	19,4	17,3	19,1	18,0	1	18,0	19,8	1	182
4	1		16,8	16,0	14,8	16,5	16,9	14,9	16,0	1	16,0	17,6	1	205
5	1		17,8	22,7	25,9	24,3	25,9	22,9	23,2	2	11,6	12,8	2	282
	Quant.		LOB	CAPA	NECK		CAPA							
	Processo			DIA	TIME		HR				75,3	82,8	6	
			84%	1548	19,8		182							
	<b>5</b>	<b>UPPH</b>												<b>36</b>

Tabela 2– Exemplo da situação proposta do Line Balance

Fonte: Própria autoria

A Figura 13 relata a situação proposta, que é um *layout* tipo “U” com diminuição de um colaborador e do espaço físico para 25m<sup>2</sup> possibilitando a aproximação entre eles e que aumenta o fluxo da produção e melhora a comunicação entre os membros da equipe.

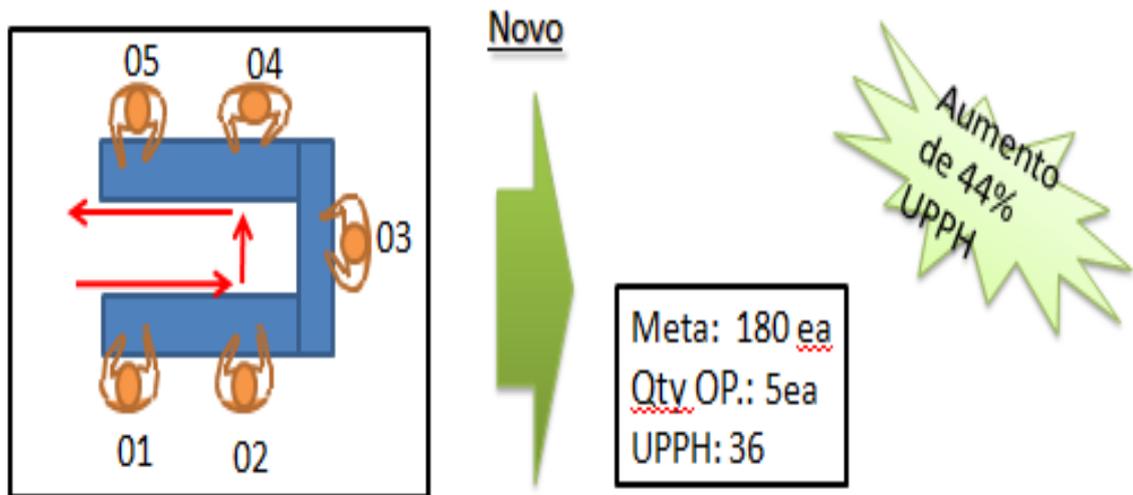


Figura 13 – Exemplo da situação proposta do processo produtivo

Fonte: Própria autoria

A Figura 14 demonstra a situação proposta, que com o mesmo número de colaboradores pode abrir uma linha de produção no novo *layout* e tendo espaço físico para mais cinco linhas em relação ao *layout* atual, deixando um corredor para escoar a produção.

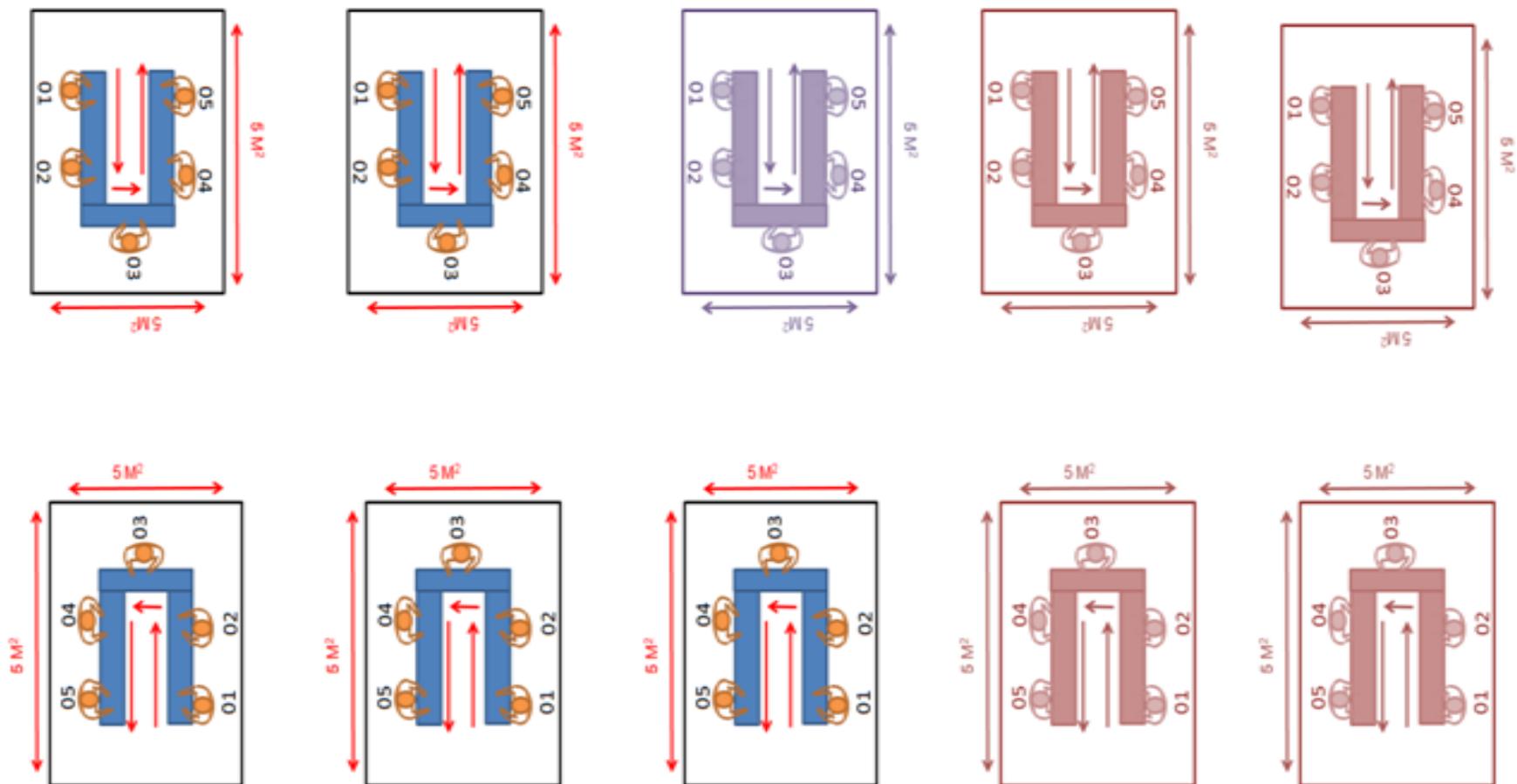


Figura 14 – Exemplo da situação atual do galpão produtivo

Fonte: Própria autoria

A Figura 15 apresenta os dados após implementação da melhoria no processo produtivo, obtendo um ganho na produtividade de 30%.

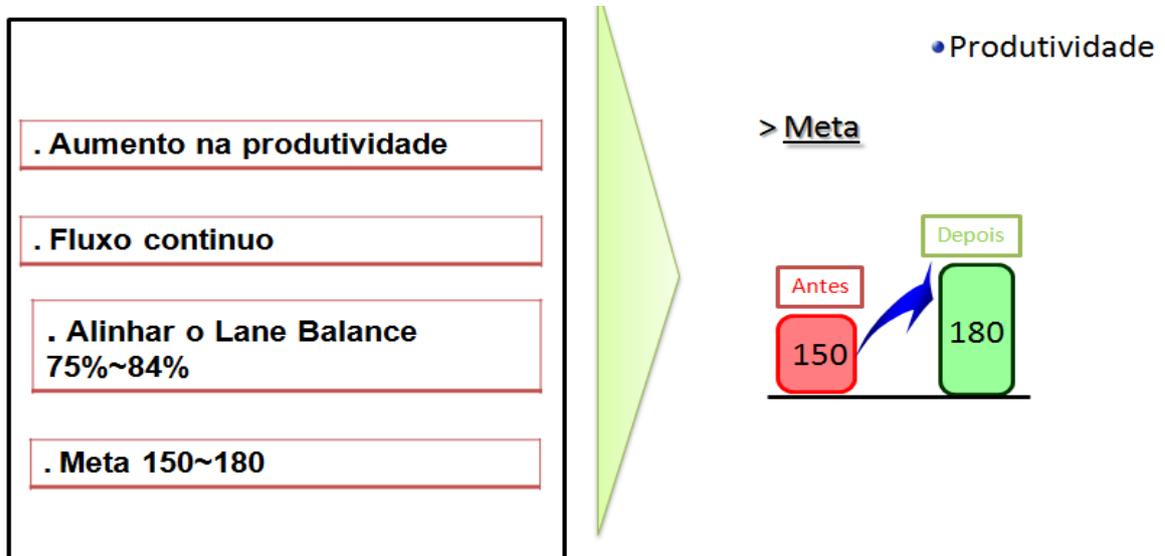


Figura 15 – Situação desejada após melhoria do processo produtivo.

Fonte: Própria autoria

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a realização do estudo de caso, iniciou-se com três principais fases (Avaliação, Implantação e Controle).

Na etapa do processo de Avaliação todos os dados são coletados através de medições feitas nos processos, que em seguida são discutidos com o grupo de trabalho especializado. Nesta etapa avaliamos todas as alternativas e restrições, definindo quais são os pontos críticos para o processo e quais recursos possivelmente serão utilizados.

Na fase de implementação já com os dados obtidos através do processo de avaliação o grupo tem como objetivo identificar e aplicar possíveis melhorias, analisando a condição atual do processo, e de acordo com o objetivo inicial é elaborado um plano de ação visando a melhoria ou até mesmo a eliminação de desperdícios.

Após a conclusão destas duas etapas todos os dados são compilados e apresentados para todo o grupo, com o propósito de verificar possíveis pendências nas ações, monitorar a eficácia das ações implementadas e verificar a necessidade de alguma correção ou intervenção.

O trabalho em questão foi realizado numa das 10 linhas de montagem final que a empresa possui em sua planta, onde encontra-se o gargalo do processo localizado na etapa do final da montagem dos produtos.

O produto A290 é considerado um dos mais importantes para a organização, produto este que possui a maior fatia no plano de produção, maior valor em relação a lucro e sem dúvida um produto diferente e inovador para o mercado consumidor.

### 4.1 Medição

A fase de Medição tem a seguinte finalidade:

- Definição das equipes de trabalho que atuarão diretamente nos processos, desenvolvendo ações rápidas.
- Todos os membros das equipes de trabalho terão que analisar as supostas restrições dos processos;

- Após as aferições dos processos serão apresentado os dados utilizando a metodologia Brainstorm, apresentando todas as restrições possíveis da linha de produção;
- Organizar os dados utilizando uma planilha padrão utilizada pela empresa X, na qual se apresentará os dados aferidos na linha de produção;
- Validação dos dados aferidos.

## **4.2 Implementação**

Esta fase efetivamente depende do envolvimento de todos, iniciando se no operacional até a gestão local tratando os seguintes pontos:

- Sensibilização de todos;
- Todo conteúdo planejado deverá ser executado para novas aferições e comparação dos dados;
- Toda dificuldade apresentada durante a implementação da melhoria, deverá ser relatada e tomada uma ação corretiva;
- Deve se acatar todas as criticas positivas e negativas relacionada à melhoria implantada;
- Apresentação da melhoria utilizando o Relatório A3, padrão da empresa X.

## **4.3 Controle**

Após a implementação há necessidade de autocontrole dos processos analisados da seguinte maneira abaixo:

- Monitorar os dados diariamente e relatar na planilha padrão utilizado na empresa X, e avaliar a disposição do processo para saber o que precisa melhorar ou quais as fases que necessitam de correções.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo de caso demonstra um resultado muito expressivo com um aumento de 26 UPPH para 36 UPPH em cada célula, mesmo com a diminuição de um colaborador por célula, onde os mesmos compõem a sexta célula produtiva passando de 130 UPH para 216 UPH sem necessidade de contratação de mão de obra, e também com um ganho de cinco células no espaço físico do galpão que tinha capacidade produtiva de 130 UPH passou a ter uma capacidade produtiva de 360 UPH.

Com isso concluir que o Trabalho Padronizado integrado ao *Lean* é essencial na manufatura de qualquer indústria, onde auxilia no aumento do nível de qualidade do processo e produto.

O Trabalho Padronizado na Manufatura auxilia na detecção dos problemas, podendo prevenir erros, evitar falhas, situações inseguras e antiergonômicas.

Como visto anteriormente, o Trabalho Padronizado deve ser aplicado como uma filosofia, onde para gerar bons resultados devem ser aplicados junto com o *Lean*, tornando-se os processos mais enxutos, aumentando a produtividade através de uma boa distribuição da carga de trabalho.

Sugere-se que a aplicação das ferramentas contidas no Trabalho Padronizado não ocorra de uma única vez, pois os processos sempre poderão ser melhorados e novas ferramentas poderão surgir, o que faz de um estudo de melhoria um ciclo contínuo de vital importância para as organizações.

Com relação ao *Layout* é uma das principais decisões que determinam a eficiência de longo prazo das operações, possui numerosas implicações estratégicas por estabelecer as prioridades competitivas da organização em relação à capacidade, aos processos, à flexibilidade e ao custo, assim como à qualidade do local de trabalho. Um *Layout* eficaz pode ajudar uma organização a conseguir uma vantagem estratégica que proporcione diferenciação no mercado. De acordo com Shingo (1996), os *Layouts* otimizados devem estar direcionados tanto para o fluxo de pessoas quanto para o fluxo de produtos.

Tanto quanto possível, os equipamentos devem ser disponibilizados à volta do operador e os trabalhadores posicionados do lado interno do *Layout*, para reduzir o isolamento e também facilitar a assistência mútua.

Concluimos que todo processo existira o seu ponto restritivo e que sempre teremos que analisar programar e monitorar os resultados para a conclusão e sucesso de uma melhoria

na qual o conhecimento obtido em pesquisas sobre conceito lean manufacturing e metodologia da produção enxuta, foi essencial para o sucesso alcançado neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, DAGOBERTO ALVES-**Planejamento & Controle de Produção**. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI- Itajubá, SP, Brasil, 2010.

ARAÚJO, C.A.C. **Sistemas de Controle Lean para Fluxos Puxados e Nivelados**. São Paulo: Hominiss, 2007.

BATEMAN, Thomas S.; SNELL, Scott A. **Administração: Construindo Vantagem Competitiva**. São Paulo: Atlas, 1998.

BENETTI, Heloiza P.; et al. **Padronização do trabalho em uma fábrica de artefatos de cimento**. 2007. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/Biblioteca/ENEGEP2007\\_TR570434\\_9\\_570.pdf](http://www.abepro.org.br/Biblioteca/ENEGEP2007_TR570434_9_570.pdf)>. Acesso em: 20 Abr. 2009.

BORBA, M. **Arranjo físico – material de suporte**. UFSC, Florianópolis, 1998.

CALDWELL, C.; DIXON, R.; ATKINS, R. & DOWDELL, S. **Repentance and Continuous Improvement: Ethical Implications for the Modern Leader**. Journal of Business Ethics, p. 1-15, 2011.

CAMARGO Jr. A.S.et.al. **Desenvolvimento de Produtos e Processos: Um Estudo de Caso do ERJ 170**. Mimeo. FEA USP: São Paulo, 2000.

CLETO, Marcelo Gechele. **A gestão da produção nos últimos 45 anos**. Revista FAE Business, n. 4, dez. 2002. Disponível em: <[http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista\\_fae\\_business/n4\\_dezembro\\_2002/tecnologia1\\_a\\_gestao\\_da\\_producao\\_nos\\_ultimos.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n4_dezembro_2002/tecnologia1_a_gestao_da_producao_nos_ultimos.pdf)>. Acesso em: 05 Abril. 2009.

CORRÊA, D. A. **Dimensões do desempenho em manufatura e serviços**. São Paulo, Pioneira, 1993.

CORRÊA, H.L; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e Operações. Manufatura e Serviços: uma abordagem, estratégica**. São Paulo: Atlas, 2005.

FERREIRA, Ademir A.; REIS, Ana Carla F.; PEREIRA, Maria I. **Gestão empresarial**. São Paulo: Pioneira, 2002.

GODINHO FILHO, M. & UZSOY, R. **Efeito da redução do tamanho de lote e de programas de melhoria contínua no estoque em processo (WIP) e na utilização:** estudo utilizando uma abordagem híbrida System Dynamics - Factory Physics. *Produção*, Vol.19, n.1, São Paulo, jan.-abr. 2009.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade:**aplicações e inovações. Recife: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, 2000.

KISHIDA, Marino; SILVA, Adriano H.; GUERRA, Ezequiel. **Benefícios da implementação do Trabalho Padronizado na ThyssenKrupp.** 2006. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo\\_37](http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_37)>. Acesso em 14 Abril. 2009.

KOSAKA, Gilberto I. **Jidoka.** 2006. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo\\_36](http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_36)>. Acesso em: 16 Abril. 2009.

LEWIS, M. A. **Lean Production and sustainable competitive advantage.** *International Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 8, p. 959-978, 2000.

MACEDO, Matos Mariano. **Gestão da produtividade nas empresas:** A aplicação do conceito de Produtividade Sistêmica permite determinar o valor adicionado ao processo produtivo. *revista FAEBUSINESS*, n.3, set. 2002

MILTENBURG, J. & WIJNGAARD, J. (1998) - **The U-line balancing problem.** *Management Science*. Vol. 40, p. 1378-1388

NAKADE e OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre, Bookman, 1999.

NISHIDA, Lando T. **Reduzindo o “lead time” no desenvolvimento de produtos através da padronização.** 2007. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo\\_51](http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_51)>. Acesso em: 14 Abr. 2009.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção.** Porto Alegre: Ed.Bookman, 1997

PEDROSO, Márcia Naiar Cerdote. **A crise do modelo de produção taylorista/fordista e a emergência do toyotismo.** 2004. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/sk/holgonsi/marcia.html>>. Acesso em: 13 Abr. 2009.

SLACK ET AL; GUPTA E LEELAKET; LIN; YOSHINAGA. (1999) - **Assessing changes towards lean production.** *International Journal of Operations & Production Management.* Vol. 16, n. 2, p. 24-41.

SLACK, et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1999.

TADASHI, Odier. **Fazendo coisas:** a essência e a evolução do sistema Toyota de produção. 2006. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo\\_27](http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_27)>. Acesso em: 6 Abr. 2009.

TAYLOR, R. T. **Just-in-time: uma estratégia avançada de produção.** São Paulo, McGraw-Hill, 1990.

STOCKTON, J. T. **The design of the factory with a future.** Auburn, McGraw-Hill, 1990.

TOMPKINS E LAVASSEUR, **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica.** Porto Alegre, Bookman, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992

WOMACK, J; JONES, D.A. **A mentalidade Enxuta nas Empresas.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1998.