

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

PAULO ROGERIO TALAMONTE

**ELIMINAÇÃO DE PROCESSOS SEM AGREGAÇÃO DE VALOR: UM ESTUDO DE
CASO**

Botucatu – SP
Junho – 2012

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

PAULO ROGERIO TALAMONTE

**ELIMINAÇÃO DE PROCESSOS SEM AGREGAÇÃO DE VALOR: UM ESTUDO DE
CASO**

Orientador: Prof. Dr. Celso Fernandes Joaquim Junior

Coorientador: Prof. Evandro Márcio de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo no Curso Superior de Produção
Industrial

Botucatu – SP

Junho – 2012

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por esta conquista concebida. Agradeço a meus queridos pais Luiz Jurandy Talamonte (in memoriam) e Marisa Prudente Talamonte pelo apoio e educação proporcionadas ao longo de minha vida, garantindo assim, que eu pudesse manter meus estudos.

Agradeço aos meus irmãos Luiz, Alex e Maize, e a minha namorada Anna Karoliny, pela atenção despendida ao longo do curso, pela motivação e pelas palavras e atos de fortaleza.

Por fim, agradeço ao grande apoio oferecido pelo meu orientador Celso e coorientador Evandro e aos demais professores do curso, que tanto contribuíram em minha formação acadêmica.

RESUMO

Este trabalho visou a análise e implementação de modificações no fluxo produtivo de uma empresa metalúrgica buscando a redução de operações sem agregação de valor. O estudo permitiu a obtenção de ganhos no aumento da produtividade, na fabricação de produtos metálicos contendo 700 componentes, cuja cadência média anual de produção é programada em 48 unidades. A análise do método do fluxo da produção, onde todos os componentes e subconjuntos depois de manufaturados são preparados e direcionados para um estoque para aguardar a sua próxima etapa de fabricação permitiu observar um grande desperdício com operações sem agregação de valor, movimentações desnecessárias e alta necessidade de administração de estoques. Visou-se, portanto, eliminar totalmente estas operações sem agregação de valor, alterando-se a quantidade fabricada dos componentes primários de lote para uma quantidade necessária para fabricar-se somente um produto final, gerando-se um fluxo contínuo, desde o corte da matéria prima até a entrega do produto final, sem haver estoques de componentes acabados. O primeiro passo para a implantação das melhorias foi o aprofundamento nas ferramentas e técnicas do sistema de manufatura enxuta, tendo como base o modelo da empresa Toyota. Após identificadas e definidas as ferramentas necessárias e úteis para o projeto, o segundo passo foi a quebra de paradigmas relacionados aos métodos de fabricação. A implantação do projeto no chão de fábrica explicitou de imediato o desperdício com o chamado vai e vem de peças e pessoas e os consequentes recursos dispensados para tal. A redução do *lead time* foi, em média, de 48% para todas as peças primárias e para o produto final e a redução do tempo produtivo constatada foi de 23,5% o que firmou o cumprimento do *takt time*. O projeto permitiu obter-se uma disponibilidade de tempo de 140 horas/ano/produto, totalizando 192 horas/funcionário/ano. Tal disponibilidade pode ser direcionada o aumento da produção, sem a necessidade de dispor-se de capital para investimentos em máquinas, equipamentos, espaço físico e mão de obra.

Palavras-chave: Movimentação. Estoques. Manufatura Enxuta. *Takt Time*. *Lead Time*.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Sistema Puxado de Produção Enxuta	13
2 Reduzindo os Estoques Para Expor os Problemas do Processo	17
3 Diferença Entre Sistemas Puxados e Empurrados.....	19
4 Duas fases do processo de fornecimento de água para uma cidade	24
5 Represa (estoque de água) conciliando as diferentes taxas de consumo e suprimento de água.....	25
6 Ciclos dos centros de trabalho – matéria prima tipo chapa	34
7 Ciclo dos centros de trabalho – matéria prima tipo tubo.....	35
8 Material em Processo (WIP) para atender o takt time – antes da melhoria.....	36
9 Ciclo dos centros de trabalho após a implantação da melhoria – Matéria Prima Tipo Chapa.....	37
10 Ciclo dos centros de trabalho após a implantação da melhoria – Matéria Prima Tipo Tubo.....	38
11 Material em Processo (WIP) para atender o takt time- após a melhoria	38
12 Movimentação das peças antes da implantação da melhoria	40
13 Movimentação das peças após a implantação da melhoria	41
14 Fluxo das peças destinadas ao supermercado.....	42
15 Movimentação das peças após a implantação do supermercado de peças usinadas	43

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Tempo das operações antes da implantação da melhoria	33
2 Tempo das operações – depois da implantação da melhoria.....	36
3 Comparação do lead time de fabricação antes e após a melhoria	44
4 Comparação do WIP antes e após a melhoria	45
5 Redução de movimentação das peças em metros.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Conceitos e Técnicas da Filosofia JIT/ TQC.....	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT – JUST IN TIME

OP – ORDEM DE PRODUÇÃO

SAP – SISTEMAS, APLICATIVOS E PRODUTOS PARA PROCESSAMENTO DE DADOS

TQC – CONTROLE DE QUALIDADE TOTAL

TQC – CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL

WIP – WORKING PROCESS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo	11
1.2 Justificativa	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Cenário de concorrência globalizado.....	12
2.2 O pensamento enxuto	12
2.2.1 Conceito de manufatura enxuta	14
2.2.2 Just in time e TQC.....	14
2.2.3 Produção puxada x empurrada.....	17
2.2.4 Eliminação de desperdício	19
2.2.5 Kaizen	21
2.2.6 Perda por tempo de espera	22
2.2.7 Perda por excesso de produção	23
2.3 Produzir de acordo com o <i>takt time</i> ou demanda.....	25
2.4 Desenvolver um fluxo contínuo onde possível.....	26
2.5 Utilizar supermercados para controlar a produção.....	27
2.6 Sistema Kanban	27
2.7 Conceito de ganhos nas melhorias	28
2.7.1 Ganhos de área	28
2.7.2 Ganhos de investimentos.....	28
2.7.3 Ganhos intangíveis.....	29
3. MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1 Materiais.....	31
3.2 Métodos	31
3.3 Estudo de caso.....	32

3.3.1 A empresa.....	32
3.3.2 Dados anteriores à implantação da melhoria	32
3.3.3 Dados coletados após a implantação da melhoria	36
3.3.4 Fatores relevantes para a implantação do projeto	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5. CONCLUSÃO.....	46
6. REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da Administração da Produção, enquanto ciência, os gestores buscam o aumento da produtividade e da eficiência organizacional a fim de reduzir os custos de produção e, conseqüentemente, aumentar a competitividade das organizações industriais.

A necessidade de manter a imagem de uma empresa como um fornecedor de produtos de boa qualidade e cumpridora de prazos de entrega faz com que a melhoria contínua seja o seu aliado número um na busca do produto economicamente viável, tanto para os clientes quanto para a indústria.

Sabe-se que o cliente nunca estará disposto a pagar pelos custos da produção não enxuta. Sendo assim, para que a empresa possa ter o seu lucro líquido ao longo dos anos demonstrado em uma reta crescente, deve sempre inovar, não somente nas características do seu produto, mas também no seu método de fabricação, para que ela também minimize as perdas por esta produção não enxuta.

A ciência da melhoria contínua no chão de fábrica demonstra que as melhores maneiras de conseguir-se uma boa administração na produção, obtendo retornos em curto prazo, são atuando fortemente nas fontes de desperdícios mais aparentes, como o excesso de movimentação de pessoas e peças, excesso na quantidade de estoque intermediário ou final, o qual sempre deve estar direcionado para o estoque zero e o excesso de não conformidades do produto, que podem levá-lo ao retrabalho ou a sua perda total.

Entender e encontrar estes desperdícios dentro do processo produtivo da fábrica torna-se então o primeiro passo da grande revolução que qualquer empresa pode se prestar, e cujos métodos serão abordados nesta pesquisa.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é demonstrar a diferença entre o método de manufatura que utiliza um sistema de fabricação em lote, com grandes quantidades de materiais em processo produtivo e excesso de estoque intermediário, e um método de produção unitário sem a utilização de estoques, em busca de melhoria da qualidade e redução de custos operacionais, sem grandes investimentos, alterando somente a metodologia operacional.

1.2 Justificativa

Os principais fatores relevantes para o início do estudo devem-se a necessidade de diminuição do *lead time* de fabricação das peças e da quantidade do estoque de todos os componentes e subconjuntos, sem grandes investimentos, a fim de cumprir o *takt time* de fabricação de uma estrutura metálica, de acordo com sua cadência mensal. Visto que o tempo de processamento dos componentes é baixo, se comparado com o tempo onde estes estão aguardando para serem processados, o objetivo foi focar-se na redução do tempo de fila, ou seja, o momento em que o material está aguardando a sua próxima etapa. Quando é citado o *lead time* de todos os componentes e subconjuntos é levado em consideração não somente o tempo que se inicia com a impressão da ordem de produção e o fim com a conformidade final do item, e sim também o tempo em que ele fica parado no estoque de peças acabadas, aguardando a sua próxima etapa, ou seja, é considerado o seu tempo de estoque como material aguardando na fila. Neste estudo, os componentes e subconjuntos só finalizam seu *lead time*, quando estão disponíveis na produção para a sua próxima montagem e conseqüentemente, neste momento, se inicia o *lead time* do próximo subconjunto até se chegar ao produto final.

Com este método, é possível contribuir com a empresa em sua relação de manutenção de grandes estoques e execução de operações sem agregação de valor os quais encarecem todo o sistema. Manter um fluxo contínuo de peças e subconjuntos, necessários para a entrega de um respectivo produto final, permite chegar o mais próximo possível do chamado *just in time (JIT)*.

É previsto também que, através desta melhoria, mesmo não sendo foco do projeto, que a empresa sane outro problema, não menos importante que o cumprimento do *takt time*, que é a redução de perdas devido a não qualidade, adequação ou correção de projeto, consequência da grande redução de material em processo produtivo e em estoque, o que faz aumentar o crédito para a aplicação do projeto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário de concorrência globalizado

A sobrevivência das empresas no atual cenário de competição globalizada é função do índice de competitividade de seus produtos. A competitividade, por sua vez, esta baseada nos requisitos de qualidade, custo e tempo. Num mercado global e em freqüente evolução, o perfil do consumidor atual exige produtos de alta qualidade a um baixo custo. A empresa deve responder esta demanda com agilidade. Um produto lançado tardiamente terá sua fatia do mercado ocupada por um concorrente ou talvez já não satisfaça mais às necessidades do consumidor (FERREIRA, 1997).

Slack et al. (2002) descrevem que qualquer empresa que faça produtos e/ou serviços melhores, mais rápidos, em tempo, em maior variedade e mais baratos de que seus concorrentes possuem melhor vantagem que qualquer empresa poderia desejar.

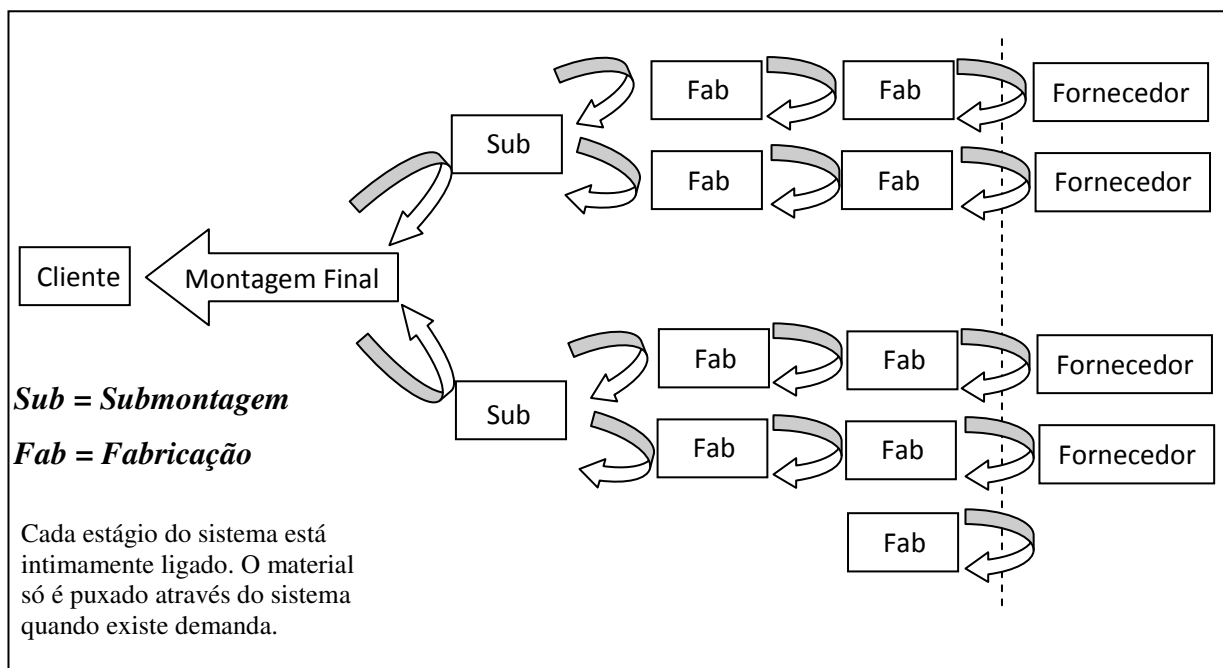
2.2 O pensamento enxuto

Muda é uma palavra originária do japonês que significa “desperdício”. Neste conceito, principalmente são apontadas quaisquer atividades humanas que absorvem recursos, porém, não criam valor. Dentre estas atividades, pode-se salientar: erros que necessitam de retrabalho, produção de itens desnecessários, acúmulos de estoques, etapas de processamento desnecessárias, movimentação de pessoas e mercadorias sem propósito, espera dos processos posteriores devido a atividades que não foram realizadas dentro do prazo e bens e serviços que não atendem às expectativas.

O pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos: menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço, e ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes o que eles esperam (WOMACK E JONES, 1998).

Jacobs e Chase (2009) declaram que a produção enxuta é um conjunto integrado de atividades projetado para obter uma produção de alto volume usando um mínimo de estoques de matérias primas, estoques em processos e produtos acabados. As peças chegam à próxima estação de trabalho “na hora certa (*just in time*)” são completadas e passam rapidamente pela operação. O *just in time* também é baseado na lógica de que nada será produzido até que seja necessário. A Figura 1 ilustra o processo. A necessidade da produção é criada mediante a demanda real pelo produto. Quando um item é vendido, na teoria, o mercado puxa uma reposição da ultima posição no sistema – a montagem final, nesse caso. Isso dispara um pedido para a linha de produção da fabrica na qual o trabalhador puxa outra unidade de uma estação anterior no fluxo, para repor a unidade tomada. Essa estação anterior, por sua vez puxa uma unidade da próxima estação imediatamente anterior e assim por diante, até chegar à liberação de matéria-prima. Para que esse processo de puxar funcione corretamente, a produção enxuta exige altos níveis de qualidade em cada estágio do processo, fortes relações com os fornecedores e uma demanda relativamente previsível para o produto final.

Figura 1 – Sistema Puxado de Produção Enxuta.



Fonte: Jacobs e Chase (2009).

2.2.1 Conceito de manufatura enxuta

Segundo Godinho (2004), os princípios da manufatura enxuta são informações e conceitos que as empresas devem adotar para atingir seus objetivos e resultados, sendo algumas dessas idéias classificadas da seguinte forma:

- Identificar as características que agregam valor: Esta determinação só pode ser feita de acordo com o ponto de vista do cliente final, sendo que o produto deve atender às expectativas de custo e prazo dentro do esperado.

- Identificar a cadeia de valor: deve ser criado um fluxo com a sequência de atividades que agregam valor ao produto.

- Fazer com que as etapas fluam: devem ser verificadas e eliminadas as atividades que indicam desperdícios e, posteriormente, fazer as etapas dos processos fluírem continuamente, com lotes reduzidos e baixo *lead time*.

- Puxar produção: deve ser produzido somente o necessário, de acordo com o pedido do cliente, sendo ele final ou da etapa posterior dos processos.

2.2.2 Just in time e TQC

Para Tubino (2000), o just in time pode ser uma filosofia voltada para a otimização da produção, enquanto o TQC (Controle de Qualidade Total) pode ser uma filosofia voltada para a identificação, análise e solução de problemas (considerando que qualquer problema é perda de qualidade). Não parece correto, porém, separar as questões de forma tão momentânea, pois o JIT e o TQC possuem uma interface comum muito grande e sua utilização conjunta, proveniente de sua origem japonesa, parece ser a melhor opção.

No Quadro 1, Tubino (2000) apresenta os principais conceitos estratégicos das duas filosofias:

Quadro 1 - Conceitos e Técnicas da Filosofia JIT/ TQC

Filosofia JIT/ TQC	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Satisfazer as necessidades dos clientes <ul style="list-style-type: none"> ✓ Eliminar desperdícios ✓ Melhorar continuamente ✓ Envolver totalmente as pessoas ✓ Organização e visibilidade 	
JIT	TQC
Produção focalizada	Produção orientada pelo cliente
Produção puxada	Lucro pelo domínio da qualidade
Nivelamento da produção	Priorizar as ações
Redução de <i>lead times</i>	Agir com base em fatos
Fabricação de pequenos lotes	Controle do processo
Redução de setups	Responsabilidade na fonte
Manutenção preventiva	Controle a montante segundo o fluxo de produção
Polivalência	Operações a prova de falha
Integração interna e externa	Padronização
Etc.	Etc.

Fonte: Tubino, 2000.

As metas da filosofia JIT/ TQC são aproximar-se ao máximo de:

- ✓ Zero defeito
- ✓ Zero de estoque
- ✓ Zero de movimentação
- ✓ Zero de *lead time*
- ✓ Zero de tempos de setups
- ✓ Lotes unitários

Segundo Martins e Laugeni (2005), o sistema Just-in-time foi desenvolvido visando, sobretudo o combate ao desperdício. Toda atividade que consome recursos e não agrega valor ao produto é considerado um desperdício. Dessa forma, estoques que custam dinheiro e ocupam espaço, transporte interno, paradas intermediárias (decorrentes das esperas do processo) são formas de desperdício e devem ser eliminadas ou reduzidas ou ao máximo.

Posteriormente, o conceito JIT expandiu-se e hoje é mais uma filosofia gerencial, que procura não apenas eliminar os desperdícios, mas também colocar o componente certo no lugar certo e na hora certa. Assim sendo, há estoques bem menores, custos mais baixos e melhor qualidade do que nos sistemas convencionais, o que leva a empresa a obter maiores lucros e melhor retorno sobre o capital investido.

Monden (1984) define *just in time* como “produzir as unidades necessárias em quantidades necessárias no tempo necessário”.

Moura (1989) considera que a filosofia *just in time* deve ser encarada como sendo a eliminação de tudo que não agrega valor ao produto, sendo que os processos devem ser simplificados e bem executados.

Corrêa e Corrêa (2009) relatam que embora haja quem diga que o sucesso do sistema de administração JIT esteja calcado nas características culturais do povo japonês, mais e mais gerentes tem-se convencido que essa filosofia é composta de práticas gerenciais que podem ser aplicadas em qualquer parte do mundo. Algumas expressões são geralmente usadas para traduzir aspectos da filosofia *just-in-time*:

- ✓ produção sem estoques;
- ✓ produção enxuta (*lean production*);
- ✓ eliminação de desperdícios;
- ✓ manufatura de fluxo contínuo;
- ✓ esforço contínuo na resolução de problemas.

Corrêa e Corrêa (2009) dizem ainda que, o sistema JIT prega como objetivos operacionais fundamentais a qualidade e a flexibilidade. Faz isso colocando duas metas de gestão acima de qualquer outra: a melhoria contínua e o ataque incessante aos desperdícios.

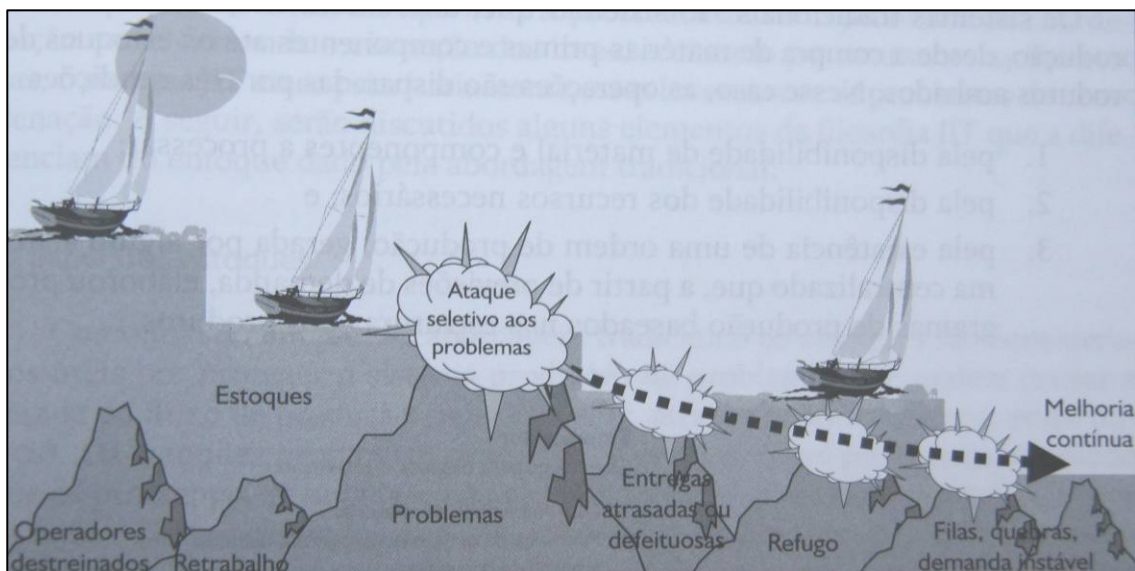
A perseguição desses objetivos dá-se, principalmente, através de um mecanismo de redução dos estoques, os quais tendem a camuflar os problemas do processo produtivo.

Tradicionalmente, os estoques eram utilizados para evitar descon continuidades do processo produtivo, em face de diversos problemas de produção que podem ser classificados principalmente em três grandes grupos:

- ✓ problemas de qualidade;
- ✓ problemas de quebra de máquina;
- ✓ problemas de preparação de máquina.

O objetivo da filosofia JIT é reduzir os estoques, de modo que os problemas fiquem visíveis e possam ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados. Conforme ilustração da Figura 2, o estoque e o investimento que ele representa podem ser simbolizados pela água de um lago que encobre as pedras no fundo, representando os diversos problemas do processo produtivo. Desse modo, a produção (representada pelo veleiro da Figura) consegue fluir ininterruptamente à custa de altos investimentos em estoque. Reduzir os estoques assemelha-se a baixar o nível da água, tornando visíveis os problemas que, quando eliminamos, permitem um fluxo mais suave da produção, com menos necessidade de estoques.

Figura 2 – Reduzindo os estoques para expor os problemas do processo



Fonte: Corrêa e Corrêa (2009).

2.2.3 Produção puxada x empurrada

Trata-se da produção somente do que é necessário, visando evitar o acúmulo de estoques, sendo que quem determina a fabricação é o cliente (WOMACK; JONES, 1998).

Para Tubino (2000), empurrar a produção significa elaborar periodicamente, para atender o planejamento-mestre de produção (PMP), um programa de produção completo, da compra da matéria-prima a montagem do produto acabado, e transmiti-lo aos setores responsáveis através da emissão de ordens de compra, fabricação e montagem. No próximo período de programação, em função dos estoques remanescentes, programam-se novas ordens para atender a um novo PMP. Puxar a produção significa não produzir até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de um determinado item. Neste caso, a programação da produção usa as informações do planejamento-mestre de produção para emitir ordens apenas para o ultimo estágio do processo produtivo, assim como para dimensionar a quantidade de estoques em processo para os demais setores. A medida que um cliente do processo necessita de itens, ele recorre aos estoques do fornecedor, acionando diretamente este processo para que os itens consumidos sejam fabricados e reponham os estoques. Esta é a ótica da filosofia *just in time*, normalmente operacionalizada, empregando-se o sistema de programação via *kanban*.

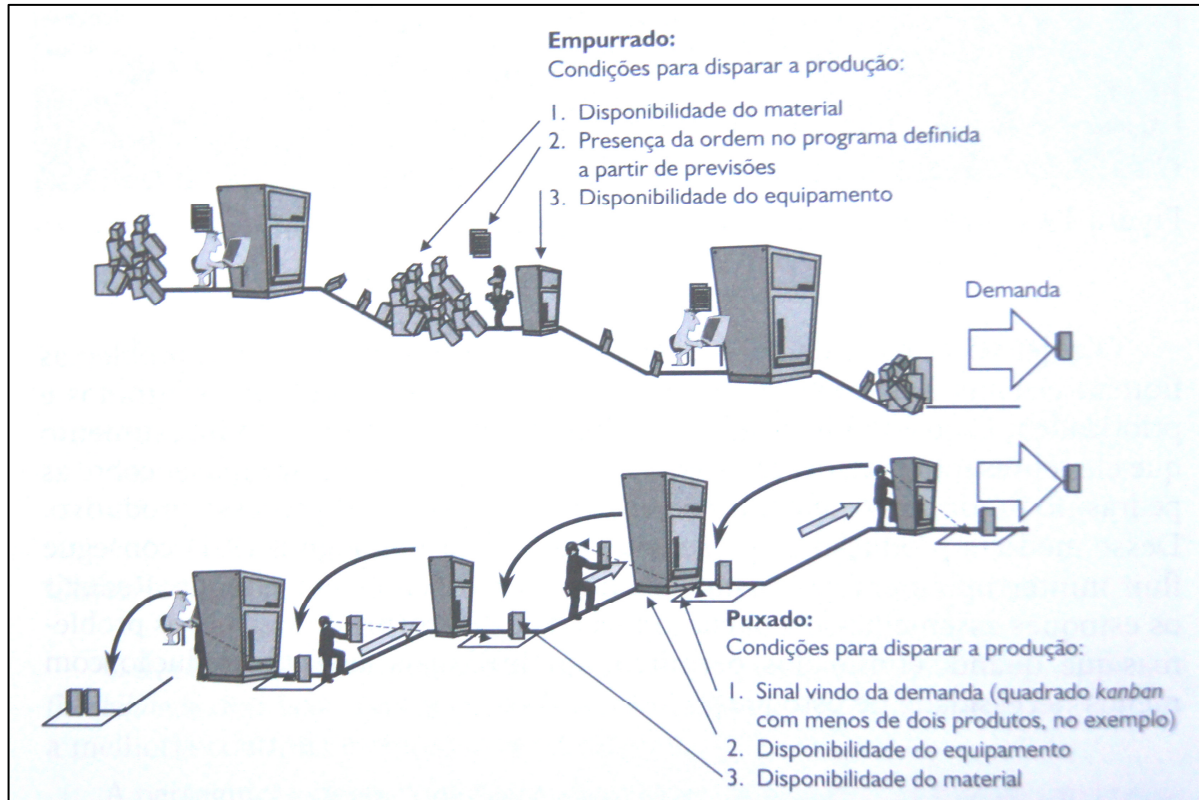
Corrêa e Corrêa (2009) citam que no sistema puxado o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação subsequente do processo, que, quando necessita, envia um sinal (que funciona como a “ordem de produção”) à operação fornecedora para que esta dispare a produção e a abasteça. Se um sinal não é enviado, a operação não é disparada.

Os sistemas tradicionais são sistemas que, diferentemente, “empurram” a produção, desde a compra de matérias-primas e componentes até os estoques de produtos acabados. Nesse caso, as operações são disparadas por três condições:

1. pela disponibilidade de material e componentes a processar;
2. pela disponibilidade dos recursos necessários;
3. pela existência de uma ordem de produção, gerada por algum sistema centralizado que, a partir de previsões de demanda, elaborou programas de produção baseados nas estruturas dos produtos.

A Figura 3 ilustra os comentários citados anteriormente:

Figura 3 – Diferença entre sistemas puxados e empurrados



Fonte: Corrêa e Corrêa (2009).

2.2.4 Eliminação de desperdício

Hines e Taylor (2000) afirmam que quando é pensado sobre desperdício é comum definir três diferentes tipos de atividades quanto à sua organização: (1) Atividades que agregam valor são atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço. Ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar por elas; (2) Atividades desnecessárias que não agregam valor são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em qualquer circunstância. Estas atividades são nitidamente desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo; e (3) Atividades necessárias que não agregam valor são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço, mas que são necessárias. Trata-se de desperdícios difíceis de serem eliminados em curto prazo e que,

portanto, necessitam de um tratamento em longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.

Segundo Tubino (2000), eliminar desperdícios significa observar todas as atividades realizadas no sistema de produção e remover aquelas que não agregam valor ao produto. A remoção de tudo que não agrega valor ao produto implica, primeiramente, identificar o que agrega valor para o cliente do produto (informações úteis para melhorar o projeto de produção dos bens/ serviços) e, em segundo, o que não agrega valor.

Relata Shingo (1996), que existem sete desperdícios conforme abaixo:

- ✓ **Superprodução:** produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário;
- ✓ **Espera:** longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos;
- ✓ **Transporte excessivo:** movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
- ✓ **Processos inadequados:** utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva;
- ✓ **Inventário desnecessário:** armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixos desempenho do serviço prestado ao cliente;
- ✓ **Movimentação desnecessária:** desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixo desempenho dos aspectos ergonômicos e perda freqüente de itens;
- ✓ **Produtos defeituosos:** problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa desempenho na entrega.

Krajewski et al. (2009) dizem que o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa de produção enxuta amplamente utilizada, com o objetivo de eliminar desperdício ou *muda* (desperdício, em japonês). O desperdício em muitos processos pode chegar a 60 por cento. O mapeamento do fluxo de valor é útil porque cria um “mapa” visual de cada processo envolvido no fluxo de materiais e informações na cadeia de valores de um produto. Esses mapas consistem em um desenho de estado atual, um desenho estado futuro e um plano de implementação.

Criar uma ilustração de representação ajuda os gerentes a identificarem a fonte de atividades desperdiçadoras que não agregam valor.

Um sistema de produção enxuta pode ser a solução para trazer benefícios operacionais quando uma organização precisa fazer melhorias drásticas. O sistema de produção enxuta pode ser parte integral de uma estratégia corporativa baseada em velocidade porque reduz tempo de ciclo, melhora o giro dos estoques e aumenta a produtividade da mão-de-obra.

2.2.5 Kaizen

Krajewski et al. (2009) ainda citam que, dirigindo a atenção para as áreas que precisam de melhorias, os sistemas de produção enxuta levam à melhoria contínua em qualidade e produtividade. O termo japonês para esta abordagem de melhoria de processo é o kaizen. A chave para o kaizen é a compreensão de que o excesso de capacidade ou estoque esconde problemas subjacentes aos processos que geram um serviço ou produto. Os sistemas de produção enxuta fornecem o mecanismo para que a gerência descubra problemas reduzindo sistematicamente capacidades ou estoques em excesso até que os problemas sejam expostos. Por meio de sistemas de produção enxuta, trabalhadores, supervisores, engenheiros e analistas aplicam métodos de melhoria contínua para eliminar o problema exposto. A coordenação requerida para o sistema puxado de fluxos materiais em sistemas de produção enxuta identifica problemas em tempo de se tomar ação corretiva.

Para Corrêa e Corrêa (2009) a palavra japonesa Kaizen significa melhoramento contínuo e continuado, envolvendo todos na organização, de gestores a trabalhadores de linha de frente. É um método gradual e incremental. Atividades de *kaizen* podem ser conduzidas numa variedade de maneiras e com uma variedade de objetivos, mas o aspecto essencial é que são orientadas para times de trabalho que, através de intenso envolvimento pessoal, sugerem, analisam, propõe e, se a alteração sugerida é aprovada pelo comitê competente, implementam melhoramentos de forma contínua em aspectos como:

- ✓ processos;
- ✓ fluxos de trabalho;
- ✓ arranjo físico;
- ✓ método e divisão do trabalho;
- ✓ equipamentos e instalações, entre outros.

Corrêa e Corrêa (2009) apresentam um conceito importante em termos de melhoramento de processos, que foi trazido pelos modelos de gestão: a ideia de estabelecer metas de desempenho operacional ideais, ainda que não atingíveis. Seguem alguns exemplos:

- ✓ zero defeito;
- ✓ *lead time* zero;
- ✓ lote de produção unitário;
- ✓ quebra zero de equipamentos.

Ainda Corrêa e Corrêa (2009), descrevem a ideia de estabelecerem-se metas intangíveis é evitar que os envolvidos no processo se autolimitem, ou que se limitem às metas estabelecidas. Ou seja, se uma operação estabelece a meta de produzir até 1% de peças defeituosas, se a operação obtém 0,9% de peças defeituosas, haverá uma tendência de acomodação, embora ainda esteja produzindo uma quantidade (0,9%) de peças defeituosas. Alguns exemplos de efeito são dados pelos defensores do estabelecimento de metas ideais: não se considera aceitável que uma enfermeira de um berçário ganhe um bônus de final de ano porque derrubou “apenas” 0,5% dos bebês que carregou.

2.2.6 Perda por tempo de espera

Esta perda acontece quando nenhum tipo de processo, transporte ou inspeção é efetuado. As perdas podem ser divididas em três tipos:

- ✓ Perda no processo, quando ocorre falta de matéria prima e o processamento fica impossibilitado de ocorrer;
- ✓ Perda no lote, quando algumas peças já foram processadas e outras atrasam esta sequência;
- ✓ Perda do operador, quando este fica ocioso, somente acompanhando uma máquina em operação (OHNO, 1997).

Para Martins e Laugeni (2005), todos os sistemas produtivos têm certa capacidade produtiva e os sistemas de serviços, certa capacidade de atendimento, medida em uma unidade qualquer. A demanda por serviços ou clientes chega também a uma razão ou velocidade média. À medida que a capacidade média de atendimento for superior à velocidade média de chegada, os clientes ou produtos poderão, mais cedo ou mais tarde, serem atendidos ou processados.

Quando tanto a capacidade de atendimento como a de chegada não são constantes ao longo do tempo, mas tem uma dispersão, existe a probabilidade de se formar uma fila.

Corrêa e Corrêa (2009) descrevem que praticamente todas as organizações que processam fluxos (quer sejam fluxos de pessoas, quer de materiais, quer de informações) e que estão sujeitas a alguma restrição de capacidade de recursos encaram, de uma forma ou de outra, o problema de filas de espera. Se forem fluxos de materiais, as filas de espera ganham o nome de “estoque em processo” (ou estoque aguardando processamento).

2.2.7 Perda por excesso de produção

Consiste na produção além da quantidade programada ou por antecipação, efetuada antes do momento necessário. Devido a este tipo de produção, os produtos acabam ficando estocados e somente serão utilizados assim que as etapas posteriores dos processos solicitarmos.

A superprodução é considerada uma das piores perdas, pois, acabam gerando outras situações de desperdício como: custos com áreas de estocagem, deterioração dos produtos, custos com energia, manutenção etc.

Dessa forma, a filosofia do pensamento enxuto sugere somente produzir o necessário para utilização, visando sincronizar a produção com a demanda, reduzir os tempos de preparação dos itens e compactar o layout da fábrica (OHNO, 1997).

Slack et al. (2002), sugerem que a rapidez reduz estoques, citando como exemplo uma fábrica de automóveis. O aço usado para fabricar as portas dos veículos é primeiramente entregue a estamparia, onde é prensado e conformado. Depois, as portas são transportadas para a área de pintura para receber proteção e tinta. Após isso, são encaminhadas as linhas de montagem, onde são fixadas aos automóveis. Esse é um processo simples de três estágios, mas, na prática, as portas não fluem suavemente de um estágio para o seguinte. Ao acompanhar um produto no decorrer do processo, seu tempo de percurso pode ser surpreendentemente longo. Primeiro, o aço é entregue como parte de um lote maior, que contém matéria-prima suficiente para tornar possível a fabricação de várias centenas de produtos. Finalmente, é encaminhado à área de estamparia para ser moldado e transformado em portas. As portas ficam aguardando o momento de serem transportadas à área de pintura. Novamente, esperam a pintura e, após essa fase, ficam aguardando o momento de serem transportadas à linha de montagem. Enfrentam outras esperas até serem montadas nos automóveis.

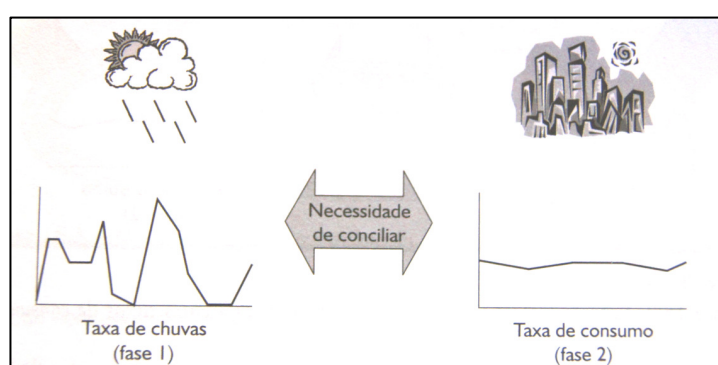
O percurso das portas pela fábrica foi mais longo do que o tempo necessário para, realmente, moldá-las, pintá-las e montá-las nos veículos e foi composto, principalmente, pelo tempo de espera. Quando centenas de produtos movimentam-se diariamente pela fábrica, esse tempo de espera resulta em estoques maiores de peças e produtos. Por outro lado, se a espera pode ser reduzida (pela movimentação e pelo processamento de peça em lotes menores), as peças se movimentarão com mais rapidez na fábrica e, como resultado, o estoque entre os estágios do processo será reduzido.

Corrêa e Corrêa (2009) consideram estoques verdadeiros acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação.

Esse acúmulo de materiais tem a propriedade fundamental, que é uma arma – no sentido que pode ser utilizada para “o bem” e para “o mal”: eles proporcionam independência das fases dos processos entre as quais se encontram.

Quanto maiores os estoques entre duas fases de um processo de transformação, mais independentes entre si essas fases são; por exemplo, a interrupção de uma fase não acarreta, automaticamente, interrupção da subsequente. Os autores citam como exemplo duas fases no processo de transformação de água de chuva em água potável disponibilizada para uso pela população de uma cidade: a fase de suprimento da água via chuva, e a fase de demanda da água potável pela população. A Figura 4 ilustra essas duas fases do processo de transformação.

Figura 4 – Duas fases do processo de fornecimento de água para uma cidade.



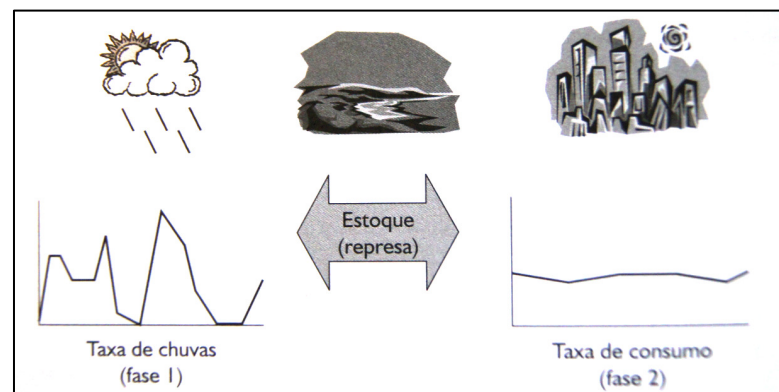
Fonte: Corrêa e Corrêa (2009).

Continuam Corrêa e Corrêa (2009), esclarecendo sobre sua ideia de que o fornecimento de água, neste caso, está longe de ser um fornecedor plenamente confiável. Às vezes, atrasa a entrega, às vezes, passa longos períodos sem entregar, às vezes entrega menos do que se necessita e, às vezes, entrega muito mais do que o necessário para aquele período. Por outro lado, a distribuição de água disponibilizada para a população não pode ficar a mercê

das incertezas do fornecedor. Em outras palavras, se as duas fases, fornecimento e distribuição, forem altamente dependentes uma da outra, a população não ficará nada satisfeita, pois a cada estiagem ficará rapidamente sem água. Que fazem, então, as cidades para garantir que essas duas fases não fiquem dependentes umas da outra? Estabelecem um acúmulo do recurso material água entre essas duas fases. Esse acúmulo, ou estoque, nesse caso é chamado de represa.

A Figura 5 ilustra o estoque, neste caso a represa:

Figura 5 – Represa (estoque de água) conciliando as diferentes taxas de consumo e suprimento de água.



Fonte: Corrêa e Corrêa (2009).

Corrêa e Corrêa (2009), também citam alguns tipos de estoque em processos de operações:

- ✓ Estoques de matérias-primas e componentes comprados;
- ✓ Estoques de material em processo;
- ✓ Estoques de produtos acabados;
- ✓ Estoques de materiais para manutenção, reparo e operação.

2.3 Produzir de acordo com o *takt time* ou demanda

Segundo Queiroz et al. (2004), o *takt time* é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho pelo volume da demanda do cliente e é utilizado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas, em particular no processo puxador; trata-se de um número de referência que dá a noção do ritmo em que cada processo deve estar produzindo para atender a demanda do cliente, sem que gere um excesso de produção.

Martins e Laugeni (2005) citam que, o ideal é produzir em lotes de uma unidade. Porém, na maioria dos casos, isso é economicamente inviável, devido aos custos de preparação das máquinas, comparados com os custos de manutenção dos estoques. O que se procura é reduzir os tempos de preparação ao máximo. Tempos de preparação baixos, resultam em menores estoques, menores lotes de produção, ciclos mais rápidos, menor número de peças em processo e conseqüentemente o sistema torna-se muito mais flexível aos aumentos de demanda ou redução do *takt time* do produto final.

2.4 Desenvolver um fluxo contínuo onde possível

Para Queiroz et al. (2004), o fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada e, conseqüentemente, sem muitos outros desperdícios.

Krajewski et al. (2009) relatam que os sistemas de produção enxuta usam tamanhos de lote tão pequenos quanto possíveis. Um lote é uma quantidade de itens processados juntos. Lotes pequenos têm a vantagem de reduzir o nível médio de estoques em relação à lotes grandes, além de atravessarem o sistema mais rápido que grandes lotes. Ainda, se forem descobertos quaisquer itens defeituosos, lotes grandes causam atrasos maiores porque o lote inteiro deve ser examinado para encontrar todos os itens que devem ser reprocessados. Por fim, pequenos lotes ajudam a alcançar uma carga de trabalho uniforme no sistema. Grandes lotes usam grande parte da capacidade das estações de trabalho e, assim, complicam o agendamento. Lotes pequenos podem ser distribuídos de modo mais eficaz, possibilitando aos planejadores utilizarem as capacidades de modo mais eficiente.

Embora lotes pequenos sejam benéficos às operações, eles têm a desvantagem de uma maior frequência de preparações. Uma preparação (*setup*) é o grupo de atividades necessárias para mudar ou reajustar um processo entre lotes sucessivos de itens, muitas vezes chamado de transição. Normalmente uma preparação leva o mesmo tempo, independentemente do tamanho do lote. Conseqüentemente, muitos lotes pequenos, em vez de vários lotes grandes, podem resultar em desperdício na forma de funcionários e equipamentos inativos. Os tempos e preparação devem ser breves para concretizar os benefícios da produção em lotes pequenos.

2.5 Utilizar supermercados para controlar a produção

De acordo com Queiroz et al. (2004), frequentemente, há pontos onde o fluxo contínuo não é possível, havendo a necessidade de fabricar em lotes. Nesses casos, é preciso instalar um sistema puxado com base em supermercados, no qual o processo cliente vai ao supermercado e retira somente o que precisa e quando precisa, cabendo ao processo fornecedor produzir apenas para o reabastecimento; na prática, o responsável pela movimentação de material de processo cliente, vem ao supermercado do processo fornecedor e retira somente o que precisa e quando precisa; essas retiradas acionam o movimento do *kanban* impresso desde o supermercado até o fornecedor, onde eles são utilizados como a única instrução de produção para aquele processo.

2.6 Sistema kanban

Para Tubino (1997), esse sistema é usado para gerenciar estoques de produtos em processo e controlar a produção, puxando-a. O sistema de puxar olha para o processo de produção da perspectiva do produto acabado, considerando que as ordens representam requisições firmes dos clientes. Para operacionalizar a programação da produção utiliza-se o Sistema *Kanban*. Se bem implementado, existem muitas vantagens para esse sistema. A mais importante é o aumento de produtividade, com redução de estoques e *lead time* de produção, permitindo à empresa responder mais rapidamente as variações de demanda do mercado.

Para Martins e Laugeni (2005), *Kanban* é um sistema simples utilizado para retirar as peças em processamento de uma estação de trabalho e puxá-las para a próxima estação do processo produtivo. As partes fabricadas ou processadas são mantidas em caixas e somente quando todas estas caixas estão cheias, o sistema para de produzir, até que retorne outra caixa vazia, que funciona como uma ordem de produção. Assim, estoques de produtos em processo são limitados aos disponíveis nas caixas e só são fornecidos quando necessário. A montagem final puxa as partes de postos anteriores e estes, por sua vez, também puxam as partes de seus postos anteriores e, assim, sucessivamente até chegarem aos fornecedores externos.

Krajewski et al. (2009) dizem que um dos aspectos de produção enxuta que mais recebe publicidade é o sistema *kanban* desenvolvido pela Toyota. *Kanban*, que significa “cartão” ou “registro visível” em japonês, refere-se a cartões usados para controlar o fluxo de produção dentro de uma fábrica. No sistema *Kanban* mais básico, um cartão é fixado em cada contêiner de itens produzidos. O contêiner guarda um determinado porcentual das

necessidades diárias de produção para um item. Quando o usuário das peças esvazia um contêiner, o cartão é removido deste e colocado em um painel. O contêiner vazio é, então, levado para a área de armazenamento e o cartão sinaliza a necessidade de se produzir outro contêiner da peça. Quando o contêiner é reabastecido, o cartão é colocado de volta no contêiner, que é, em seguida, restituído a uma área de armazenamento. O ciclo começa novamente quando o usuário das peças recupera o contêiner com o cartão anexado.

2.7 Conceito de ganhos nas melhorias

Segundo Escobar (2010), os ganhos nas melhorias devem ser encarados como seguem:

2.7.1 Ganhos de área

Projetos de melhoria onde se obtém redução da área física utilizada podem ser representados de forma financeira em alguns casos. Caso o ganho de área permita à empresa economizar em termos de aluguel, por exemplo, de um galpão, deve-se contabilizar este valor mensal economizado. Outra possibilidade é quando o ganho de área possibilita que a empresa venda ou alugue um imóvel. Caso essa situação seja factível, deve-se contabilizá-la também. Ainda existem casos em que a redução de área permitirá uma redução em um investimento futuro já planejado (aluguel ou compra de imóvel). Exceto nos casos citados acima, as organizações geralmente não contabilizam ganho de área de forma financeira, contudo, mesmo neste caso, é importante registrar a melhoria na área utilizada.

2.7.2 Ganhos de investimentos

Muitas vezes o projeto de melhoria cria uma situação que permite a redução ou eliminação de um investimento previsto em orçamento. Por exemplo, em uma melhoria em que é gerado um aumento de capacidade de produção, torna-se desnecessário um investimento de expansão planejado para o ano seguinte. A empresa deixará de desembolsar uma quantia de dinheiro que deverá ser contabilizada como ganho do projeto de melhoria. Contudo, é importante atentar para que o ganho seja considerado como se ocorresse no período que estava programado o desembolso para o investimento.

2.7.3 Ganhos intangíveis

Apesar de financeiramente serem difíceis de contabilizar, existem ganhos que são importantes e devem, ao menos, ser registrados. Neste grupo incluem-se, por exemplo, ações de organização (5S's, por exemplo) e ações de ergonomia ou segurança.

Martins e Laugeni (2005) dizem que a melhoria dos processos industriais é formada por quatro estágios e um preliminar que serão relatados a seguir:

Estágio preliminar – Uma nova maneira de pensar.

Nesse estágio, é importante procurar enxergar todos os aspectos. O objeto de análise deve ser relacionado em quatro categorias: causa e efeito, oposição, similaridade e proximidade.

Estágio 1: conceitos básicos para as melhorias. Deve-se identificar claramente o problema. Em primeiro lugar, deve-se entender que sempre pode haver uma melhoria. Na área industrial necessita-se:

- a) Observar as máquinas e tentar descobrir problemas;
- b) Reduzir os defeitos a zero, mesmo que isso seja aparentemente impossível;
- c) Analisar as operações comuns a produtos diferentes e procurar diminuir os custos;
- d) Procurar os problemas.

Estágio 2: conceitos básicos para as melhorias. Como melhorar? Para que se tenha uma melhoria em um processo é preciso entendê-lo, e para isso recorre-se a representações gráficas e a modelos conceituais. Um dos modelos conceituais é o 5W1H, que significa:

1. *What?* (o que?): objeto;
2. *Who?* (quem?): sujeito;
3. *How?* (como?): método;
4. *Where?* (onde?): local;
5. *When?* (quando?): tempo;
6. *Why?* (por quê?): razão, objetivo, motivo.

Estágio 3: planejamento das melhorias. Os passos para que sejam obtidas as melhorias são:

1. Envolvimento no problema, entendendo-o claramente e, mais, sentindo-o. O cérebro e o subconsciente devem estar envolvidos com o problema;

2. Geração de idéias para a solução. É importante que o envolvimento com o problema seja separado de geração de idéias para resolvê-lo. Uma das maneiras mais eficazes para a geração de idéias é o método do *braisntorming*

Estágio 4: implementação das melhorias. Toda mudança (mesmo que seja para melhor) tende a causar problemas. Portanto, deve-se:

- a) Entender o cenário (e o cenário envolve principalmente pessoas e não somente máquinas)
- b) Tomar diferentes ações para que a implantação de resultado.

As principais ações que devem ser tomadas são:

✓ Ações de prevenção: visam prevenir possíveis problemas (que sejam razoavelmente prováveis), eliminando as causas dos problemas em potencial. A pergunta chave para verificar que ações de prevenção devem ser estruturadas é: O que pode dar errado?;

✓ Ações de proteção: têm por objetivo impedir que o problema se alastre, caso tenha ocorrido;

✓ Ações de correção: tem por objetivo remover os efeitos gerados pelo problema ocorrido. Não é eliminada a causa, mas procura-se eliminar os danos decorrentes.

Todas as ações devem ser estudadas antes que o problema ocorra.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para o estudo de viabilidade de implantação do presente projeto, foram utilizados um banco de dados com base no *Microsoft Excel*, contendo o histórico de tempos produtivos de todos os centros de trabalho e o *lead time* de todos os componentes. Estas informações foram retiradas do Sistema Integrado de Gestão (SIG) que a empresa possui que é o SAP (que em português significa Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados). Os dados contidos neste arquivo permitiram a realização de uma previsão de benefícios para o setor da empresa.

Foi utilizado, também, o *layout* da área beneficiada com a melhoria para a visualização dinâmica da movimentação das peças ao longo do processo produtivo.

3.2 Métodos

Com as informações contidas no banco de dados, o primeiro passo realizado foi o mapeamento das operações que não agregam valor algum ao produto final. O segundo passo foi separar quais operações poderiam ser eliminadas do processo de fabricação. Tendo cumprido os dois passos anteriores e utilizando o *layout*, o próximo passo foi traçar a movimentação das peças dentro da fábrica no fluxo atual e simular a movimentação destas peças utilizando o fluxo proposto na melhoria. Dessa maneira, ficou evidente a redução do ciclo e do *lead time* de fabricação das peças e a eliminação da utilização de estoques de peças manufaturadas, necessárias para a fabricação do produto final.

3.3 Estudo de caso

Este estudo de caso mostrou a redução de movimentação dos materiais dentro de um setor de uma fábrica, gerando um fluxo de peças mais enxuto pela conseqüente redução do material em processo devido também a conseqüente redução do *lead time*.

Também foi demonstrada a implementação de um supermercado de peças fabricadas internamente via lote econômico, devido ao ciclo do centro de trabalho de usinagem ultrapassar o *takt time* que, na situação do atual projeto, é de cinco dias.

O trabalho teve início em agosto de 2009, onde se iniciou o consumo total do estoque de peças sem haver a reposição deste estoque e efetuaram-se as alterações das ordens de produção de peça a peça para cinco ordens de grandes subconjuntos. A partir daí, até a consumação total do estoque de peças e a implantação do roteiro, levou-se oito meses. A partir deste momento, a linha de produção estava validada para seguir a produção do produto, de acordo com o novo método de produção, que será exposto neste estudo de caso.

3.3.1 A empresa

O trabalho foi realizado na filial de uma empresa metalúrgica, que possui 1700 funcionários. Porém, o estudo aplica-se somente a um dos itens do mix de produção desta fábrica. Sendo assim, trabalhou-se com uma pequena parcela de 35 funcionários na linha de produção.

O negócio desta pequena parcela em estudo se aplica na fabricação de uma estrutura em aço carbono, contendo 700 componentes soldados entre si. Todos estes componentes são fabricados nesta empresa.

A demanda anual do produto final gira em torno de 48 itens/ ano. A empresa mantém um almoxarifado, utilizado para estocar componentes e subconjuntos de todos os seus produtos. Estes produtos são enviados para serem montados na matriz da empresa, que se localiza a 450 km da filial, com exceção do produto em questão, que tem a sua montagem 100% situada no local onde o estudo foi realizado.

A empresa não permitiu que seu nome social fosse descrito, sendo assim, será denominada apenas de empresa metalúrgica. As fontes das tabelas e figuras também permaneceram em sigilo neste estudo, para preservar o negócio da empresa.

3.3.2 Dados anteriores à implantação da melhoria

A Tabela 1 demonstra o tempo de produção (hora homem e hora máquina) de cada centro de trabalho (CT). Esta tabela será de relevante valor para o cálculo do ganho com a implementação da melhoria.

Tabela 1 – Tempo das operações antes da implantação da melhoria

Estágio da Produção	Tempo Produtivo (minutos)
Corte de material	1
Usinagem	15
Ajustagem	5
Conformação	2
Limpeza	1
Solda	15
Aplicação de Óleo Temporário	1
Conformidade Final	1
Transporte para Almojarifado	5
Entrada no Almojarifado	3
Saída do Almojarifado	2
Total	51

Fonte: Empresa Metalúrgica, 2010.

As Figuras 6 e 7 exemplificam a situação anterior à eliminação das operações desnecessárias, o fluxo das peças pelos centros de trabalho e o ciclo ou tempo de fila destas peças em cada um deles.

Sabendo-se que a empresa trabalha com dois turnos de segunda-feira a sexta-feira e, em cada turno é considerado um tempo de 8 horas trabalhadas, então cada dia equivale a 16 horas de trabalho.

Figura 6 - Ciclos dos centros de trabalho – matéria prima tipo chapa.

Componente 1 – peça de procedência CHAPA	
Elaboração de Ordem PPCP	Ciclo = 2 dias
Impressão de ordem – AAD	Ciclo = 1 dia
Programação de Router	Ciclo = 3,5 dias
Corte de Matéria Prima	Ciclo = 3 dias
Router CNC	Ciclo = 0,7 dia
Rebarbação Aço	Ciclo = 1,5 dia
Conformação	Ciclo = 1,6 dia
Ajustagem Aço	Ciclo = 1,5 dia
Jateamento	Ciclo = 3 dias
Aplicação Oleo Anticorrosivo	Ciclo = 1 dia
Conformidade Final	Ciclo = 1 dia
Entrada no Almojarifado	Ciclo = 4 dias
Transporte para Almojarifado	Ciclo = 0,5 dia
Saída do Almojarifado	Ciclo = 4 dias
Lead Time = 28,3 dias	

Fonte: Empresa Metalúrgica, 2010.

Figura 7 - Ciclo dos centros de trabalho – matéria prima tipo tubo

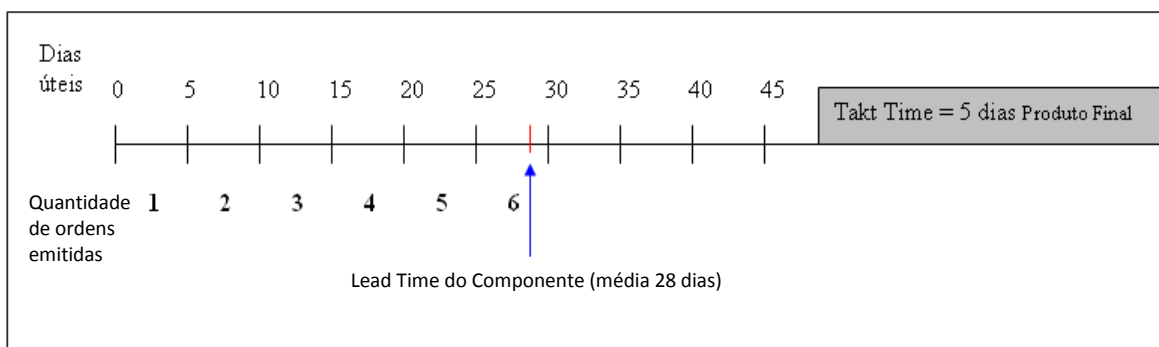
Componente 1 – peça de procedência TUBO	
Elaboração de Ordem PPCP	Ciclo = 2 dias
Impressão de ordem – AAD	Ciclo = 1 dia
Corte Serra Fita	Ciclo = 3 dias
Usinagem	Ciclo = 7 dias
Ajustagem Aço	Ciclo = 1,5 dia
Jateamento	Ciclo = 3 dias
Aplicação Oleo Anticorrosivo	Ciclo = 1 dia
Conformidade Final	Ciclo = 1 dia
Entrada no Almojarifado	Ciclo = 4 dias
Transporte para Almojarifado	Ciclo = 0,5 dia
Saída do Almojarifado	Ciclo = 4 dias
Lead Time = 28 dias	

Fonte: Empresa Metalúrgica 2010.

Sabendo-se que se dispõe de 700 componentes, sendo 400 de origem tubo e 300 de origem chapa e que todos estes vão e voltam para o almoxarifado formando subconjunto a subconjunto até a união final da estrutura metálica (produto final) e, tendo em mãos uma média do *lead time* dos componentes (chapa = 28,3 dias ou 450,4 horas e tubo = 28 dias ou 448 horas), pode-se simular a quantidade de ordens de produção em processo produtivo para atender à necessidade de montagem no momento correto.

Na Figura 8, a simulação com dados reais mostra que são necessárias seis ordens de produção (OP) com uma peça, para atender a montagem/ solda no momento correto, para que possa ser cumprido o *takt time*. Tomando como base que o working process *WIP* para a fabricação de uma peça é em função da quantidade de OPs que, neste caso, são seis, pode-se afirmar que o *WIP* necessário para a fabricação das 700 peças requeridas para obter-se o produto final, é função das 4200 OPs disponíveis na área produtiva.

Figura 8 - Material em processo (*WIP*) para atender o *takt time* – antes da melhoria.



Fonte: Empresa Metalúrgica, 2010.

3.3.3 Dados coletados após a implantação da melhoria

Na tabela 2 são apresentados os tempos das operações que permaneceram no processo produtivo dos componentes, ou seja, desconsiderando-se as operações sem agregação de valor ao produto.

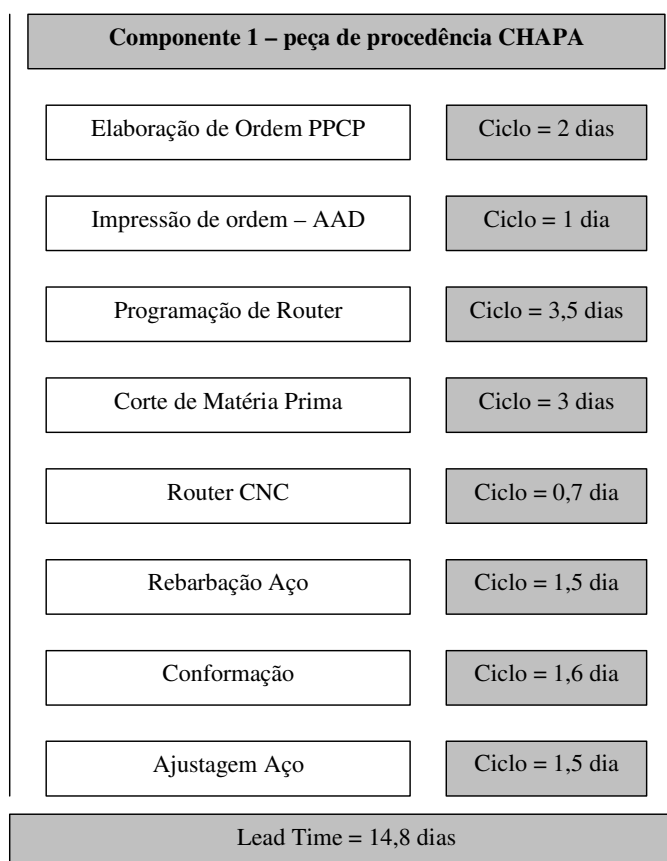
Tabela 2 – Tempo das Operações - depois da implantação da melhoria

Estágio da Produção	Tempo Produtivo (minutos)
Corte de material	1
Usinagem	15
Ajustagem	5
Conformação	2
Limpeza	1
Solda	15
Total	39

Fonte: Empresa Metalúrgica, 2010.

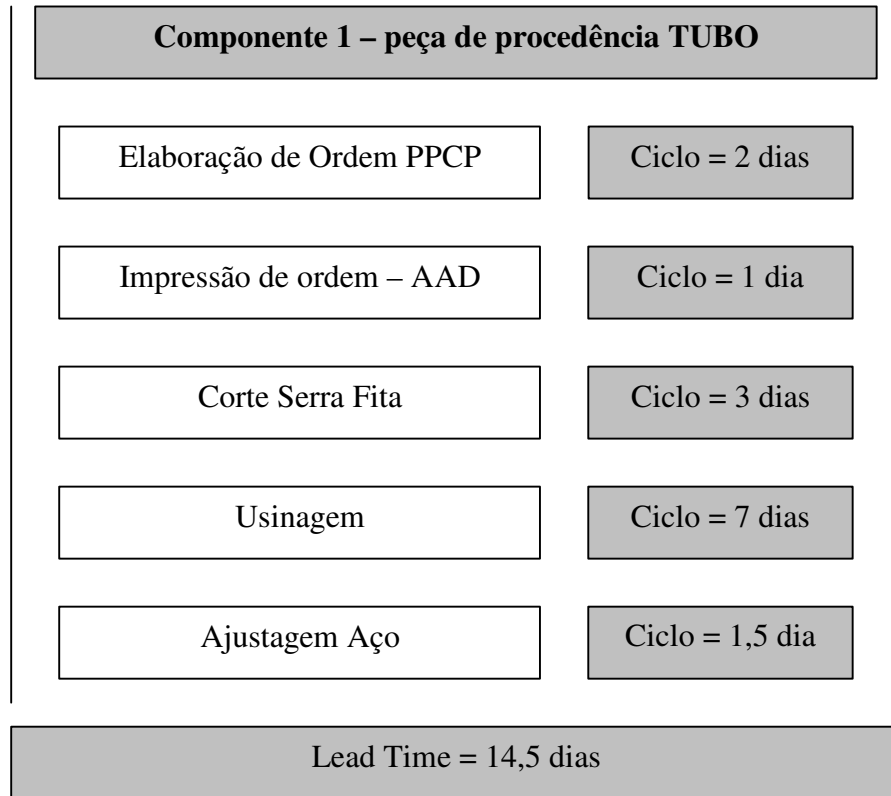
As Figuras 9 e 10 demonstram como ficou o fluxo das peças pelos centros de trabalho e o ciclo ou tempo de fila destas peças em cada um deles. A empresa continua trabalhando com dois turnos de segunda-feira a quinta-feira e, em cada turno é considerado um tempo de 8 horas trabalhadas, então cada dia equivale a 16 horas de trabalho.

Figura 9 - Ciclo dos centros de trabalho após a implantação da melhoria – Matéria Prima Tipo Chapa



Fonte: Empresa Metalúrgica 2010.

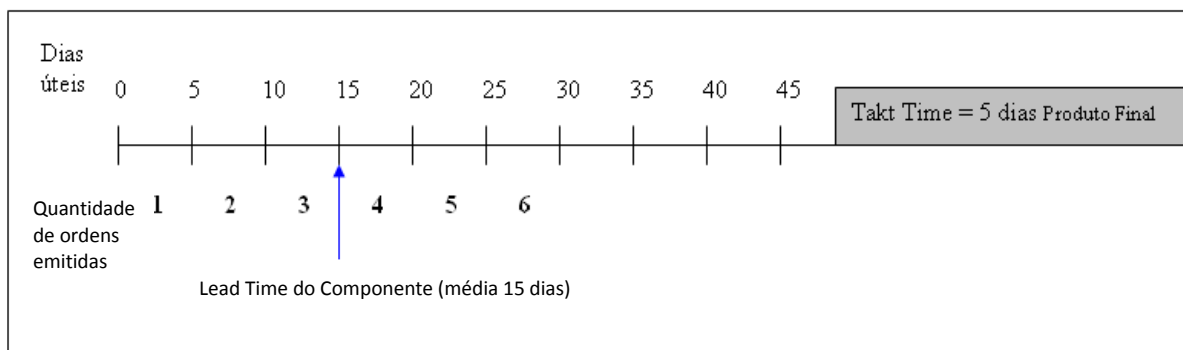
Figura 10 - Ciclo dos centros de trabalho após a implantação da melhoria – matéria prima tipo tubo



Fonte: Empresa Metalúrgica 2010.

Na Figura 11, a simulação com dados reais mostra que é necessário ter-se três ordens de produção (com uma peça), para atender a montagem/ solda no momento correto, para que possa ser cumprido o *takt time*. Tomando-se como base que o *WIP* para a fabricação de uma peça é em função da quantidade de OPs que, neste caso, são três, pode-se afirmar que o *WIP* necessário para a fabricação das 700 peças necessárias para obter-se o produto final é função das 2100 OPs disponíveis na área produtiva.

Figura 11 - Material em Processo (WIP) para atender o *takt time* – após a melhoria.



Fonte: Empresa Metalúrgica 2010.

3.3.4 Fatores relevantes para a implantação do projeto

A 1ª fase para a implantação da nova metodologia foi eliminar-se as operações que eram realizadas somente para que as peças fossem estocadas, ou seja, jateamento, aplicação de óleo temporário, conformidade final, transporte para o almoxarifado, entrada no almoxarifado e saída do almoxarifado para atender uma nova ordem de produção.

Cabe salientar que toda vez que era solicitado um componente para o setor de almoxarifado, este demorava em média quatro dias para ser entregue, devido à grande quantidade de componentes e produtos, chamada de competição entre programas. O ciclo altíssimo desta área implicava no aumento do *lead time* do produto, e como se sabe, quando há um aumento no *lead time*, também há um aumento na quantidade de material em processo para atender o *takt time*.

Desta forma, separou-se a fabricação do produto final em seis grandes subconjuntos, criando seis roteiros para a fabricação destes e um roteiro para a união dos seis subconjuntos já formados, com os demais componentes pertinentes a esta montagem.

Eliminou-se também a administração de ordens de produção, que antes eram utilizadas para a fabricação independente de 634 componentes. Não foram eliminadas as emissões totais de ordens equivalentes a 700 itens devido a 60 itens destinados ao supermercado de peças usinadas da solda e às seis ordens dos grandes subconjuntos.

A Figura 12 demonstra, através de um gráfico de espaguete, como era a movimentação das peças, antes da implantação da nova metodologia. Tem-se, para exemplificar, uma peça de origem de chapa e outra de origem de tubo, as quais percorrem 460 metros e 650 metros, respectivamente.

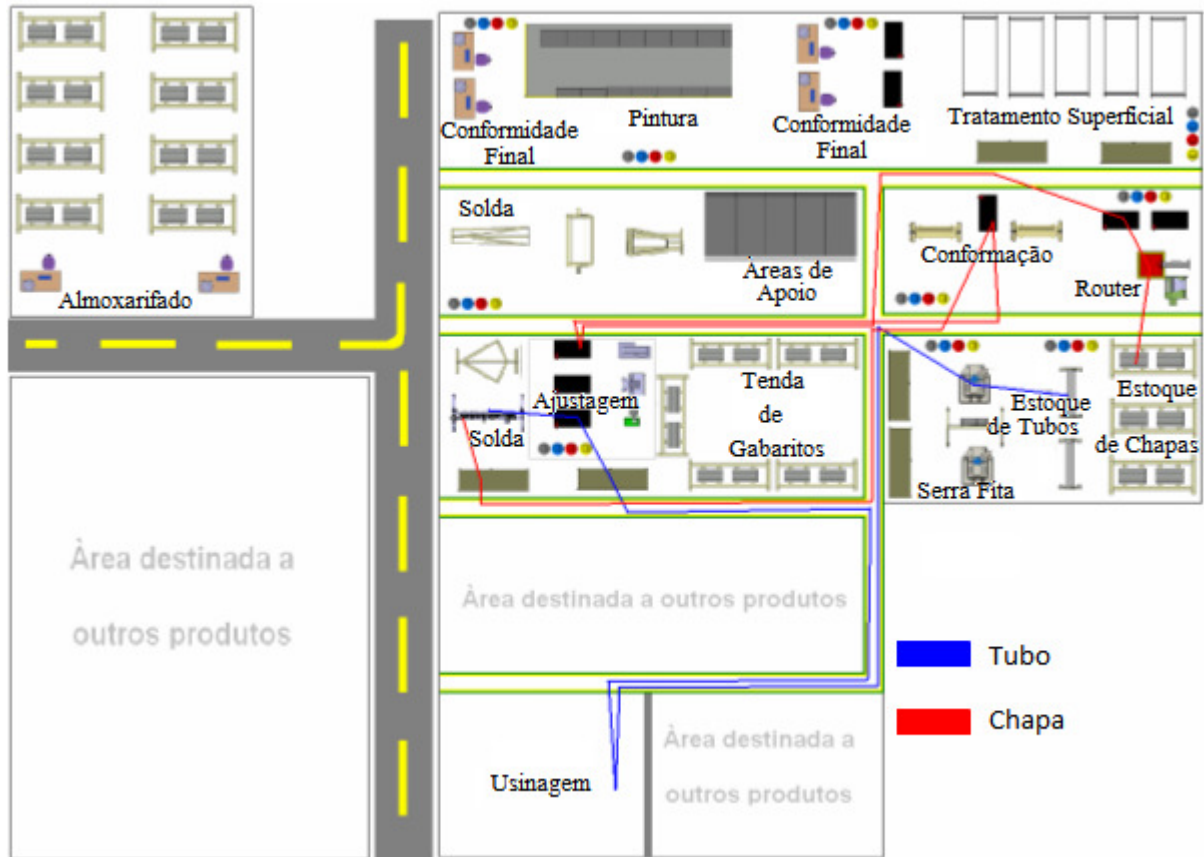
Figura 12 - Movimentação das peças antes da implantação da melhoria.



Fonte: Empresa metalúrgica, 2010.

A figura 13 demonstra como ficou a movimentação das peças após a implantação da nova metodologia. Têm-se também para exemplificar, uma peça de origem de chapa e outra de origem de tubo, as quais percorrem 349 metros e 326 metros, respectivamente.

Figura 13 - Movimentação das peças após a implantação da melhoria.

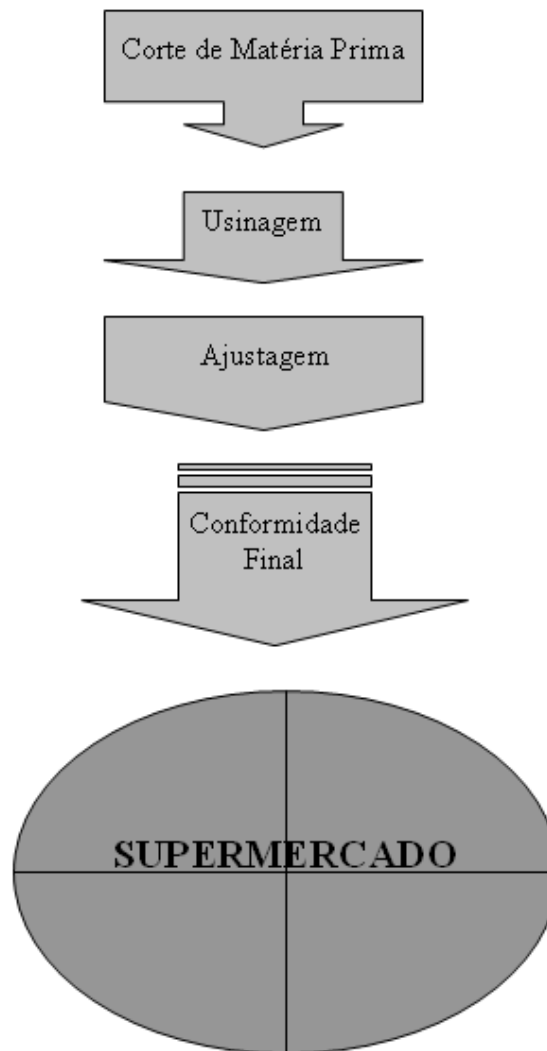


Fonte: Empresa metalúrgica, 2010.

Os 60 itens destinados ao supermercado passaram a ter uma fabricação com lote econômico, suficiente para suprir a montagem pelo período de 15 dias.

Na Figura 14 é possível visualizar como ficou o fluxo dos componentes fabricados destinados ao supermercado da montagem/ solda.

Figura 14 – Fluxo das peças destinadas ao supermercado.

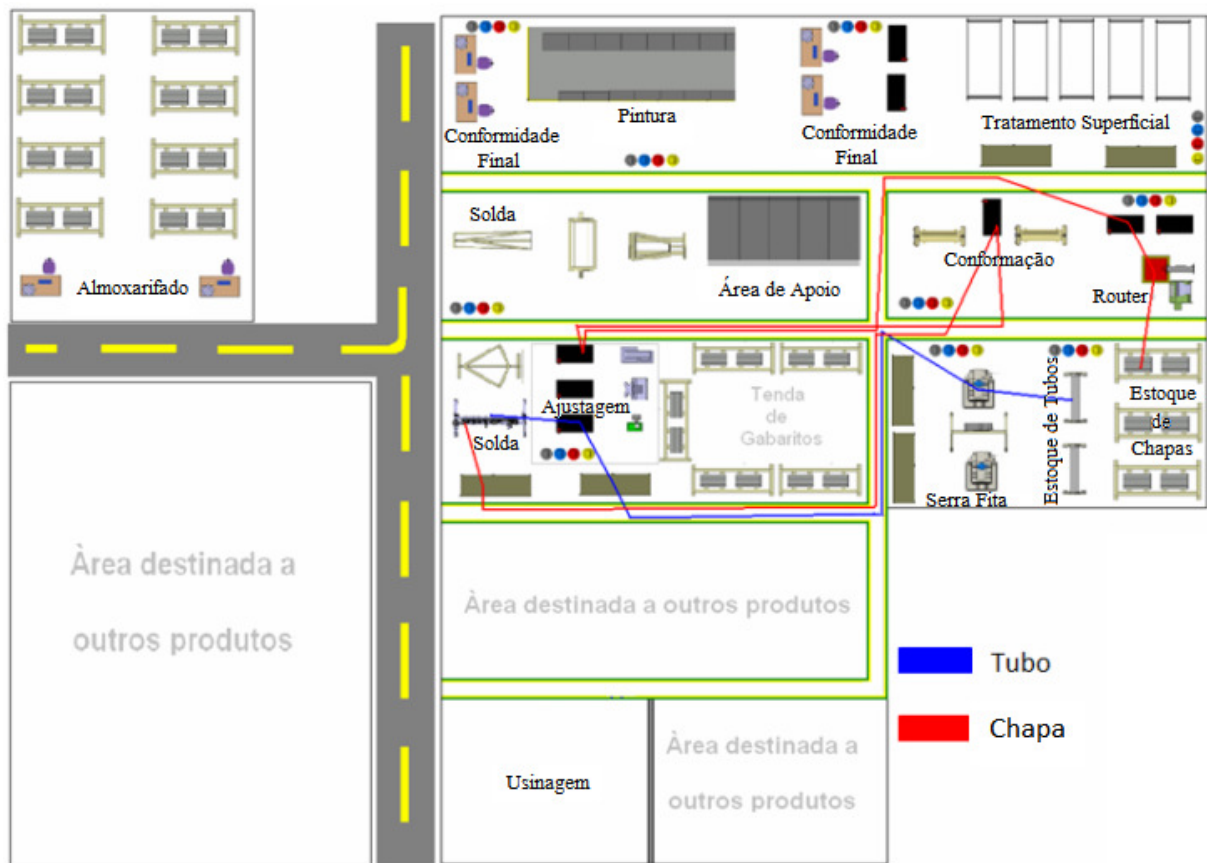


Fonte: Empresa metalurgia, 2010.

O supermercado fere o conceito *just in time*, porém, nos casos onde há um centro de trabalho com ciclo superior ao *takt time*, é inevitável criar-se um plano “B” e, neste projeto, o supermercado contendo peças disponíveis para 15 dias foi à melhor opção, pois além de atender a montagem, otimizou o tempo de *set-up* da usinagem que não havia condições de ser reduzido com a tecnologia atual.

A figura 15 demonstra como ficou a movimentação das peças após a implantação do supermercado de peças usinadas. Agora, as peças que não têm a operação de usinagem no seu processo produtivo não precisam mais acompanhar as peças que devem ser usinadas. Têm-se também para exemplificar, uma peça de origem de chapa e outra de origem de tubo, porém, somente 60 componentes de origem de tubo passavam pela usinagem. Como se pode visualizar pela Figura 15, o fluxo de peças ficou ainda mais “enxuto”, sendo percorridos na média, somente 135 metros para as peças procedentes de tubo que não necessitam do processo de usinagem.

Figura 15 - Movimentação das peças após a implantação do supermercado de peças usinadas.



Fonte: Empresa metalúrgica, 2010.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação dos tempos produtivos, feita através da análise das Tabelas 1 e 2, as quais apresentam os tempos produtivos totais antes e após a implantação da melhoria, de 51 minutos/ peça e de 39 minutos/ peça, respectivamente, mostra uma redução de 12 minutos/ peça que equivalem a uma redução de 23,5% de tempo, o qual era consumido com processos sem agregação de valor ao produto.

Considerando-se que o produto final possui 700 peças, obtém-se uma redução de 8400 minutos/ produto ou 140 horas/ produto. Portanto, para a demanda anual de produtos, atualmente de 48 unidades, atinge-se uma redução de 403.200 minutos/ ano ou 6.720 horas/ ano, o que resulta em uma redução 16 horas/ funcionário/ mês ou 192 horas/ funcionário/ ano, uma vez que a empresa possui 35 funcionários diretamente ligados ao processo produtivo.

A redução do *lead time* de fabricação dos componentes com procedência de chapas e de tubos metálicos antes e após a implantação da melhoria é demonstrada na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparação do *lead time* de fabricação antes e após a melhoria

<i>Lead Time</i> (dias)	Chapa	Tubo
Antes	28,3	28
Depois	14,8	14,5
Total	13,5	13,5

Fonte: Empresa Metalúrgica, 2010.

Conforme a Tabela 3, a redução foi de 13,5 dias para ambos os tipos de materiais, que equivalem a uma redução no *lead time* do processo produtivo de 47,7% para peças de procedência de chapa e 48,2% para peças de procedência de tubo.

Com esta redução do *lead time*, ocorreu a conseqüente redução da quantidade de material em processo produtivo (*WIP*), conforme demonstrado nas Figuras 8 e 11 e simplificadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação do WIP antes e após a melhoria

Quantidade de OPs	Antes da Melhoria	Após a melhoria
Para 1 peça	6	3
Para 700 peças	4200	2100
%	100%	50%

Fonte: Empresa Metalúrgica, 2010.

A movimentação das peças quando simuladas nas Figuras 12, 13 e 15 considerando-se uma peça de origem de chapa e outra de origem de tubo, fornece o resultado demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Redução de movimentação das peças em metros.

Situação	Chapa	Tubo
Antes da Implantação	460	650
Após a Implantação	349	326
Com Supermercado	349	135
Redução (%)	24,1%	79,2%

Fonte: Empresa Metalúrgica, 2010.

Como se nota, a redução de maior impacto positivo foi à movimentação das peças de origem de tubo, que foi de aproximadamente 79%.

Estes resultados vêm confirmar que para o setor de solda de estrutura metálica desta empresa, as ferramentas do sistema de Manufatura Enxuta ou Sistema Toyota de Produção são eficazes, uma vez que aplicadas, resultaram em grandes benefícios não somente para o setor estudado, mas como para a empresa como um todo. Cabe salientar que cada setor de uma empresa e até mesmo cada empresa deve adaptar-se conforme sua realidade ao que diz a literatura, pois o que é aplicável para uma pode não ser aplicável para outra. Porém, pode-se afirmar que é possível efetuar grandes melhorias, desde que seja bem estudado e mapeado o sistema atual da empresa e confrontado com as boas práticas do *Lean Manufacturing*, filtrando o que pode ser de fato aplicado e o que ainda não é viável.

Neste projeto, percebe-se que os itens usinados, por terem o tempo de fila do centro de trabalho superior ao *tack time* e, por terem um alto tempo de *set-up*, não puderam entrar no sistema *just in time*, tendo em vista que para esta empresa estaria ocorrendo uma perda ao invés de um ganho. Sendo assim, a escolha em trabalhar com o sistema de supermercado, utilizando-se de lotes econômicos, foi a opção menos prejudicial ao sistema de manufatura adotado. Isto deixa clara a questão da adaptação conforme a necessidade. Em uma empresa onde fosse possível reduzir drasticamente o tempo de *set-up*, em que o tempo de fila fosse inferior ao *tack time* e em que a necessidade mensal fosse baixa, possivelmente seria benéfico efetuar a fabricação nos princípios do *just in time*.

7 CONCLUSÃO

Com a obtenção da quantidade de redução anual de 6720 horas e, sabendo que o setor conta com 35 funcionários no processo produtivo das peças, chega-se à conclusão que cada funcionário tem 16 horas/ mês para dedicar-se às necessidades da empresa, que podem ser:

- ✓ empréstimo de mão-de-obra para a produção de outros produtos da empresa;
- ✓ para garantir a mesma qualidade e agilidade quando a cadência do produto estudado aumenta;
- ✓ para ser dedicado a treinamentos da equipe ou qualquer outra parada da produção para alinhamento de informações, o que é essencial para uma empresa que trata os funcionários como participantes importantes do negócio da empresa;
- ✓ para atividades de 5S's, boa idéia e outras práticas de melhoria contínua.

Em relação ao *lead time*, que ficou em média 50% menor, pode-se beneficiar de respostas e soluções mais rápidas para os problemas e novidades do dia-a-dia. Podem-se fazer alterações na linha, resolver problemas de má qualidade ou de projeto sem grandes desperdícios, devido ao estoque zero de produto acabado e à quantidade baixa de material em processo.

Já com a redução do *WIP*, que também ficou cerca de 50% menor, a empresa beneficia-se com 50% a menos de capital imobilizado com matéria prima em estoque e em processo, que pode ser investido em outros setores da empresa ou em novos negócios.

As reduções nas movimentações das peças, tanto de origem de chapa quanto de origem de tubo, as quais foram respectivamente 24,1% e 79,2%, vêm confirmar a redução do *lead time* de todas as peças e subconjuntos necessários para fabricação do produto final, além

de fornecer um fluxo de peças mais limpo, na mesma quantidade da redução da movimentação.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, H.L; CORRÊA, C.C. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 445 p.

ESCOBAR JEFFERSON. Contabilização de ganhos em projetos de melhorias, São Paulo. Disponível em: <http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/contabilizacao-de-ganhos-em-projetos-de-melhorias.html>. Acesso em: 26 out. 2010.

FERREIRA, M. G. G. **Utilização de Modelos para a Representação de Produtos no Projeto Conceitual**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de pós graduação em engenharia Mecânica. Florianópolis, SC.127p. 1997.

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão: configuração, relações com o planejamento e controle de produção e estudo exploratório na indústria de calçados**. 2004. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean. A guide to implementation: Lean Enterprise Research Center**, Cardiff, UK, 2000.

JACOB, F. R; CHASE, R.B. **Administração da produção e operações: o essencial**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KRAJEWSKI, L.R. et al. **Administração de Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice, 2009.

MONDEN, YASUHIRO. **Produção sem estoques: uma abordagem prática ao Sistema de Produção da Toyota Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM)**, São Paulo, 1984.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle de produção**. São Paulo: Imam, 1989.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

QUEIROZ, José A. et al. **Transformação Enxuta**: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis: ABEPRO, 2004.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre, Bookman, 1996

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo, SP: Atlas, 2002. 20 - 67 p

TUBINO, D. F.; DANNI, T. S. Ajuste dinâmico do número de kanbans de um sistema produtivo Just-in-time através da simulação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17 ENEGEP, 1997, Gramado, RS, 1997.

TUBINO, D. F.; **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 217 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Paulo Rogério Talamonte

De Acordo:

Prof. Dr. Celso Fernandes Joaquim Junior

Botucatu, ____ de _____ de 2012.

Prof. Esp. Adolfo Alexandre Vernini