

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

**THIAGO SCARPELINI MORAIS**

**APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *KAIZEN* NA INSPEÇÃO DO PRIMEIRO ARTIGO:**  
**UM ESTUDO DE CASO**

Botucatu – SP

Junho - 2015

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

**THIAGO SCARPELINI MORAIS**

**APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *KAIZEN* NA INSPEÇÃO DO PRIMEIRO ARTIGO:  
UM ESTUDO DE CASO**

Orientadora: Prof.a Dr.a Fernanda Pierre

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

Botucatu – SP

Junho - 2015

## RESUMO

O sucesso de uma organização deve-se à busca da excelência empresarial e da eficiência operacional, baseado em um sistema que visa elevar a gestão, os processos e os produtos ao nível de excelência. Diante disso as empresas aplicam em seus processos a filosofia *Lean*, inspirada no Sistema Toyota de Produção (STP). O presente trabalho teve como objetivo a aplicação de um *Kaizen* para melhorar a eficiência operacional em itens que passam pelo processo de *first article inspection* (FAI) que significa Inspeção do Primeiro Artigo, melhorar os índices de qualidade no setor peças primárias e reduzir a movimentação de peças e pessoas. Com a aplicação da metodologia *Kaizen* e com o envolvimento de várias áreas da empresa, permitiu-se identificar alguns desperdícios com operações que não agregavam valor, portanto, visou-se eliminar estes desperdícios e implantar um fluxo contínuo, desde o corte de matéria prima até a conclusão do produto final. O estudo foi realizado no ambiente de produção de uma empresa, por meio de levantamento de dados dos processos e de qualidade, o primeiro passo para implantação das melhorias foi o aprofundamento nas ferramentas e técnicas do sistema de manufatura enxuta, o segundo passo foi a quebra de paradigmas relacionadas ao método de fabricação. Concluiu-se que o envolvimento e responsabilidades balanceadas entre engenharia, qualidade e produção no processo FAI, resultou em uma melhoria nos índices de qualidade, redução de movimentação de peças e pessoas, com baixo investimento de recursos financeiros, somente alterando a metodologia de trabalho com ideias simples implantadas pelos próprios colaboradores, com foco na melhoria contínua.

**Palavras-chave:** *Kaizen*. Manufatura Enxuta. Movimentação. Qualidade.

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Sistema Puxado de Produção Enxuta .....	11
2 <i>Takt Time</i> .....	17
3 Os Sete Desperdícios .....	18
4 Diagrama de Causa e Efeito .....	21
5 Escala GUT .....	23
6 Matriz GUT .....	23
7 Folha A3 .....	33
8 Objetivos <i>Kaizen</i> .....	34
9 Aplicação da matriz GUT .....	34
10 Não conformidades 2013 .....	37
11 Roteiro antes da implantação da melhoria .....	38
12 Roteiro após a implantação da melhoria.....	39
13 Não conformidades 2014 .....	40
14 <i>Layout</i> antes da implantação da melhoria .....	41
15 <i>Layout</i> após a implantação da melhoria .....	42
16 Objetivos alcançados .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Dados da Célula Engenharia de Manufatura .....	31
2 Dados da Célula de Produção .....	31
3 Tempo das operações no processo FAI antes da implantação da melhoria.....	35
4 Tempo das operações no processo FAI após a implantação da melhoria .....	36

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

JIT – *JUST IN TIME*

SAP – SISTEMAS, APLICATIVOS E PRODUTOS PARA PROCESSAMENTO DE DADOS

STP – SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Justificativas</b> .....	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1 Cenário de concorrência globalizado</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2 O pensamento enxuto</b> .....	<b>10</b>
2.2.1 Os cinco princípios .....	12
2.2.1.1 Especificação de valor .....	12
2.2.1.2 Identificação da cadeia de valor .....	12
2.2.1.3 Fluxo de valor .....	12
2.2.1.4 Produção puxada .....	12
2.2.1.5 Busca pela perfeição .....	13
2.2.2 A manufatura enxuta do ponto de vista técnico .....	13
2.2.3 Conceito de manufatura enxuta .....	13
2.2.4 Filosofia <i>Just in time</i> .....	14
2.2.5 Conceito de produção puxada.....	15
2.2.6 Conceito de produção empurrada .....	16
2.2.7 Conceito <i>Takt Time</i> .....	17
<b>2.3 Eliminação de desperdícios</b> .....	<b>17</b>
2.3.1 Desperdício por produtos defeituosos ou retrabalho .....	18
2.3.2 Desperdício por tempo de espera .....	18
2.3.3 Desperdício por movimentação .....	19
2.3.4 Desperdício por excesso de produção .....	19
2.3.5 Desperdício por transporte.....	19
2.3.6 Desperdício por processamento desnecessário .....	20
2.3.7 Desperdício por estoque .....	20
<b>2.4 Garantia da Qualidade</b> .....	<b>20</b>
2.4.1 Diagrama de causa e efeito .....	20
2.4.2 Matriz GUT .....	22
<b>2.5 Conceitos de ganhos nas melhorias</b> .....	<b>23</b>
2.5.1 Ganhos de área.....	24
2.5.2 Ganhos de investimentos .....	24
2.5.3 Ganhos intangíveis .....	24
<b>2.6. Kaizen</b> .....	<b>26</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1 Materias</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2 Métodos</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3 Estudo de caso</b> .....	<b>30</b>
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIA</b> .....	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com toda evolução tecnológica dos últimos anos, há uma grande competitividade no ramo aeronáutico e uma forte pressão por parte da concorrência, exigindo-se das empresas a redução de custos, melhorias nos níveis de produtividade e qualidade.

As empresas buscam implantar em seus processos produtivos a filosofia *Lean*, utilizando diversas ferramentais, tais como o *Kaizen* que visa a melhoria contínua, para que as empresas se mantenham competitivas, garantindo assim a sobrevivência nesse mercado altamente desafiador.

Nos últimos anos, outros países como Canadá, China, Rússia e Japão estão investindo neste mercado e desenvolvendo novas aeronaves, portanto, para que a indústria aeronáutica brasileira continue crescendo e acompanhando as demais concorrentes, se faz necessário o investimento na manufatura enxuta, buscando sempre a redução dos desperdícios. Deve-se produzir somente o necessário no momento correto, reduzir ao máximo a movimentação de peças e pessoas, minimizar os custos de não qualidade, reduzir estoques e otimizar os recursos necessários para manufatura do produto e conseqüentemente aumentar o valor agregado em todo processo produtivo.

Levando-se em consideração todos os argumentos citados, é necessário uma busca pela otimização dos processos, e esta somente será possível com a implantação da manufatura enxuta, cuja responsabilidade principal é das áreas de Engenharia, Planejamento e Produção pois, são as áreas responsáveis por apresentar soluções e se antecipar aos futuros problemas, reduzir o tempo total de fabricação desde o início do produto na empresa até a sua entrega para o cliente final, cumprindo todos os requisitos de qualidade, custos e prazos para satisfazer as necessidades dos clientes.



Para garantir um produto final que atenda todos os requisitos de projeto ao menor custo possível, é necessário um processo produtivo robusto e capaz, que consequentemente trará lucro às empresas e satisfação aos clientes, sejam eles internos ou externos.

Uma das ferramentas utilizadas é o FAI - *FIRST ARTICLE INSPECTION* (INSPEÇÃO DO PRIMEIRO ARTIGO) que consiste em um processo de inspeção física e funcional completo, independente e documentado, para verificar se os métodos de produção prescritos produzem um item aceitável, conforme especificado pelos desenhos de engenharia, planejamento, ordem de compra e/ou outros documentos de projeto aplicáveis. O objetivo do FAI é validar os meios de produção do produto definidos em sua concepção e se necessário aplicar ações corretivas para otimizar a maturidade do produto.

## 1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é realizar um Projeto *Kaizen* dentro de uma indústria do ramo aeronáutico, visando redução dos custos operacionais, com abordagem nos quesitos de movimentação, qualidade e agilidade no atendimento da engenharia.

## 1.2 Justificativas

Atualmente para as empresas sobreviverem e se manterem competitivas é preciso um sistema organizacional. Diante disso a empresa escolheu o *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta), cujo foco principal é a eliminação de desperdícios que não agregam valor ao Produto.

Há vários desperdícios no ambiente produtivo, um deles é o alto tempo da engenharia de preparação de toda documentação do produto para que o mesmo possa entrar em linha de produção, causando freqüentes paradas na produção ao longo de seu processo-produto que impactam o cliente interno.

As paradas na produção afetam diretamente às áreas de montagens finais de conjuntos e/ou subconjuntos, pois os mesmos necessitam de peças primárias para realizar a sua montagem, assim sendo as peças primárias precisam estar disponíveis no momento certo e com a qualidade especificada em projeto.

Todo primeiro artigo/peça passa por um processo detalhado de Inspeção do Primeiro Artigo para garantir a sua qualidade durante o processo produtivo e consequentemente entrar em série, ou seja, fabricar vários lotes deste produto.

Identificou-se um alto valor de HH (homem/hora) investido neste processo para a devida execução de todas as etapas do mesmo, portanto se faz necessária uma investigação sobre as possíveis causas dos desperdícios inerentes ao processo que poderiam ser eliminadas e conseqüentemente não afetar o cliente interno.

Por se tratar do primeiro item a ser fabricado e considerando as diversas formas e tamanhos é preciso uma atenção redobrada para que, no momento que o produto entrar em série, o mesmo não tenha falhas durante o processo produtivo. Controlar esse processo de Inspeção do Primeiro Artigo garantirá um produto mais robusto, com maior qualidade e que atenderá todos os requisitos de projeto.

A realização desse estudo pretende contribuir com a empresa no fornecimento de dados sobre a situação atual e as melhorias possíveis ao obter com a implementação do *KAIZEN* no processo de Inspeção do Primeiro Artigo (FAI).

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cenário de concorrência globalizado**

O índice de competitividade de seus produtos é o fator que garante a sobrevivência das empresas no atual cenário de competição globalizada. A competitividade, esta baseada por sua vez nos requisitos de custo, tempo e principalmente qualidade. Em um mercado global e com evolução frequente, o perfil do consumidor atual exige produtos com baixo custo e alta qualidade. A empresa deve ser muito ágil para se adaptar e responder esta demanda. Um produto tardiamente lançado terá sua fatia do mercado consumida por um concorrente ou já não satisfará as necessidades do mercado consumidor (FERREIRA, 1997).

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

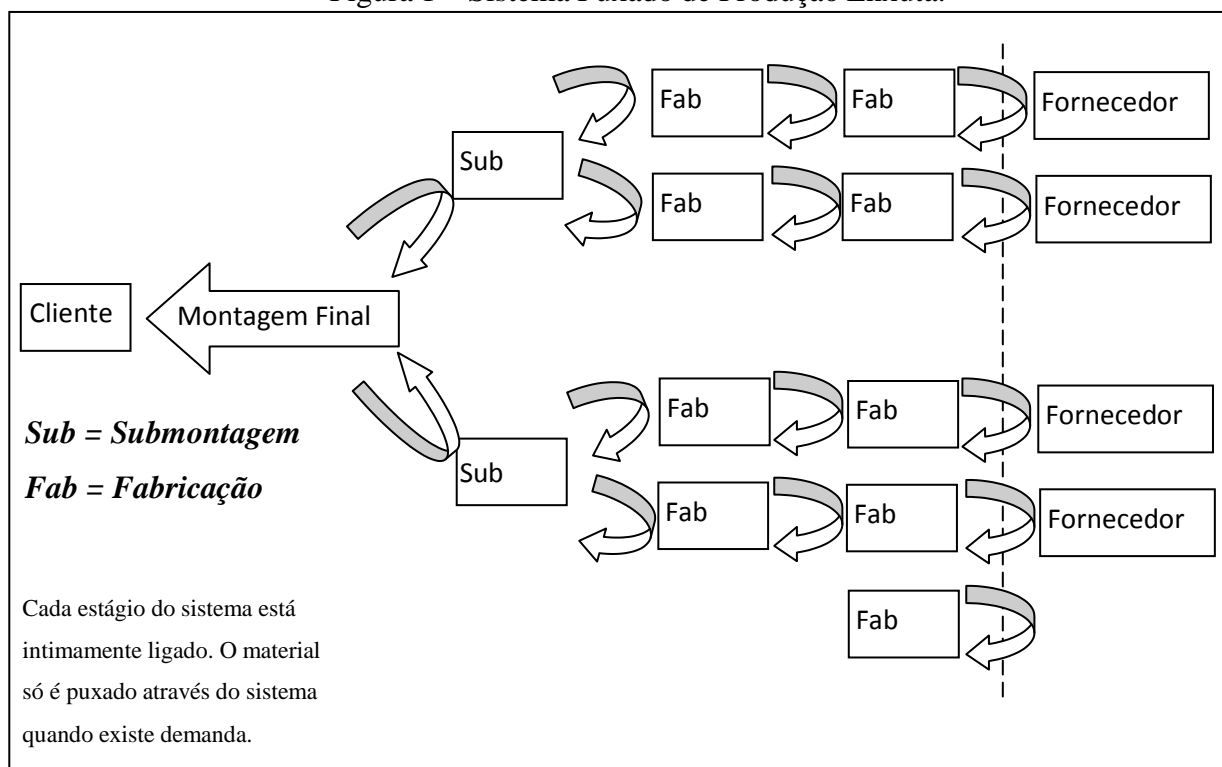
### **2.2 O pensamento enxuto**

*Muda* é uma palavra originária do japonês que significa “desperdício”. Neste conceito, principalmente são apontadas quaisquer atividades humanas que absorvem recursos, porém, não agregam valor ao processo ou produto. Dentre estas atividades podemos salientar: produção de itens desnecessários, erros que necessitam de retrabalho, 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 executadas e passam rapidamente pela operação. O *just in time* 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 última posição no sistema – a montagem final, nesse caso. Isso dispara um pedido para a linha de produção da fábrica 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 e corte 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.



### 2.2.1 Os cinco princípios

Estes cinco princípios são de fundamental importância para o pensamento enxuto, quando pensamos na eliminação de desperdícios. Os princípios são parâmetros a serem seguidos pelas empresas, quando se querem alcançar de forma enxuta os objetivos sempre respeitando o valor agregado do ponto de vista do cliente (WOMACK E JONES, 1998).

#### 2.2.1.1 Especificação de valor

A definição do valor para o produto é o primeiro fator a ser observado, sendo que, este valor deve ser determinado pelo cliente e não pelo fabricante. Para ocorrer que isso, o produto deve atender pontualmente os requisitos especificados, respeitando os custos e prazos (WOMACK E JONES, 1998).

#### 2.2.1.2 Identificação da cadeia de valor

Significa mapear a cadeia de valor do produto, com ações necessárias e específicas, afim de cumprir as etapas gerenciais críticas para a empresa. As dificuldades e problemas devem ser verificados e solucionados desde o nascimento até o lançamento do produto, passando pelas áreas de Projeto e Engenharia e posteriormente, com o recebimento do pedido até a entrega para o cliente (WOMACK E JONES, 1998).

#### 2.2.1.3 Fluxo de valor

Segundo Womack e Jones (1998), é necessário que o valor tenha sido especificado e precisamente aplicado ao produto. O fluxo de valor deve ser mapeado e devem ser eliminadas as atividades que não agregam valor ao produto, para que as atividades fluam continuamente.

#### 2.2.1.4 Produção puxada

Trata-se de produzir somente aquilo que é necessário, visando evitar o acúmulo de estoques, sendo que quem determina a fabricação é o cliente (WOMACK E JONES, 1998).

Na visão de Corrêa e Corrêa (2005), a produção pode ser “empurrada” ou “puxada”, sendo que no segundo caso, o material somente é processado quando solicitado pela operação subsequente. Já no primeiro caso, a produção é feita da forma considerada tradicional, onde os sistemas empurram a produção do produto desde a compra da matéria prima bruta, até os estoques.

#### 2.2.1.5 Busca pela perfeição

Deve ser um aspecto constantemente verificado na cadeia de valor, levando-se em conta a aplicação dos quatro princípios anteriores. Dessa forma, criam-se oportunidades de melhorias, que podem ser realizadas continuamente (WOMACK E JONES, 1998).

#### 2.2.2 A manufatura enxuta do ponto de vista técnico

Após a segunda guerra mundial, passou a utilizar novas formas de manufaturas. Estas práticas visavam que para as empresas se sustentar diante da competitividade global precisavam aumentar a produtividade, sendo nesta época as técnicas batizadas de produção enxuta.

A técnica da manufatura enxuta visa identificar os desperdícios na cadeia produtiva e eliminá-los, levando em consideração o que agrega valor e eliminar o que não agrega valor do ponto de vista do cliente final.. Entre os principais desperdícios estão: superprodução, tempos de espera (pessoas e equipamentos), transporte desnecessário de materiais, processos inadequados, erros que necessitam de retrabalho, inventário desnecessário e movimentação desnecessário de peças e pessoas (WOMACK E JONES, 1998).

#### 2.2.3 Conceito de manufatura enxuta

Iniciou-se na década de 40 no Japão com o STP (Sistema Toyota de Produção). Inicialmente os japoneses pretendiam utilizar o método de manufatura em massa adotado por Ford para a fabricação de automóveis nos Estados Unidos. No entanto, a tentativa de produzir em larga escala foi problemática, devido a fatores como: limitação do mercado, necessidade de se fabricar vários modelos de automóveis para atender a necessidade do mercado.

Devido a isso, a Toyota desenvolveu um novo conceito para produzir e administrar a produção simultaneamente, visando fabricar modelos em baixa escala, reduzindo custos e seguindo os mesmos processos, surgindo assim a manufatura enxuta (OHNO, 1997).

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.

- Aperfeiçoar continuamente as atividades em busca de excelência: Com as etapas posteriores alcançadas, deve-se considerar que os processos de redução de tempo, custos, espaço e eliminação de desperdícios são constantes e podem sempre ser melhorados.

- Treinar empregados para o trabalho em equipe: É importante que os empregados estejam conscientizados e treinados para se autodesenvolver, visando renovar os processos e habilidades.

- Identificar e eliminar os desperdícios: Deve-se identificar e eliminar todas as atividades que não agregam valor e ter em mente que o aumento da eficiência só se dará se estiver associada à redução de custos.

#### 2.2.3.4 Filosofia *Just in time* (JIT)

O princípio deste conceito visa produzir ou fornecer bens e serviços no período correto e nas quantidades necessárias. Esta tarefa, porém, não é atingida imediatamente, sendo necessário tempo, envolvimento e aderência dos funcionários em todos os níveis, sendo que o aprimoramento do conceito deve ser constante e o trabalho em equipe deve ser fator primordial (SLACK, 1997).

Segundo Martins e Laugeni (2005), o sistema JIT foi desenvolvido visando, sobretudo o combater os desperdícios. Toda atividade que não agrega valor ao produto e consome recursos 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 reduzidas ou eliminadas ao máximo.

Monden (1984) define JIT como “produzir as unidades necessárias em quantidades necessárias no tempo necessário”.

Moura (1989) considera que a filosofia JIT 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.

Posteriormente, o conceito JIT se expandiu e hoje é mais uma filosofia gerencial, que não procura apenas eliminar os desperdícios, mas também fabricar o componente certo na hora certa e lugar certo. Assim diminuindo estoques, tendo os custos mais baixos e maior qualidade do que nos sistemas convencionais, o que leva a empresa a obter maiores retorno sobre o investimento e aumentar seus lucros.

Corrêa e Corrêa (2009) relatam que haja embora quem diga que o sucesso do sistema do JIT esteja nas características culturais do povo japonês, mais e mais essa filosofia esta sendo aplicadas em toda parte do mundo, pois os gerentes tem-se convencido que essa filosofia é composta de práticas gerenciais. Algumas expressões são utilizadas para traduzir aspectos da filosofia just-in-time:

- produção sem estoques;
- produção enxuta;
- eliminação de desperdícios;
- manufatura de fluxo contínuo;
- esforço continuo na resolução de problemas.

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

#### 2.2.5 Conceito de produção puxada

Esse conceito trata-se de produzir somente do que é necessário, visando evitar o acúmulo de estoques, sendo que quem determina a fabricação é o cliente (WOMACK; JONES, 1998).



Corrêa e Corrêa (2009) citam que nesse sistema o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação posterior do processo, que, quando necessita, envia um sinal à operação fornecedora para que esta dispare a produção e a abasteça. Se um sinal não é enviado, a operação anterior não é disparada.

Neste tipo de sistema, o gerenciamento do fluxo de valor da cadeia produtiva é de mais fácil administração, sendo que para buscar o ideal, atua-se preventivamente e com maior preocupação em fabricar somente o necessário, com qualidade e sem interromper o processo produtivo (SLACK, 1997).

Este tipo de sistema de produção pode ser considerado como enxuta, onde os materiais somente são movimentados quando solicitada a próxima etapa do processo. Normalmente, os lotes de materiais são pequenos e os *lead times* são menores, comparando-se com o sistema de produção tradicional.

#### 2.2.6 Conceito de produção empurrada

No sistema de produção empurrado, também conhecido como sistema de produção tradicional, os materiais são movimentados para as etapas posteriores assim que acabam de ser processados, e normalmente os lotes são grandes e os *lead times* mais longos. Dessa forma, a administração dos materiais se torna uma tarefa complicada e lenta.

Esse conceito trata-se de um sistema que, “empurra” a produção, desde a compra de matérias-primas até os estoques de produtos acabados. Nesse caso, as operações são disparadas por três condições:

1. pela disponibilidade dos recursos necessários;
2. pela disponibilidade de material a processar;
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.

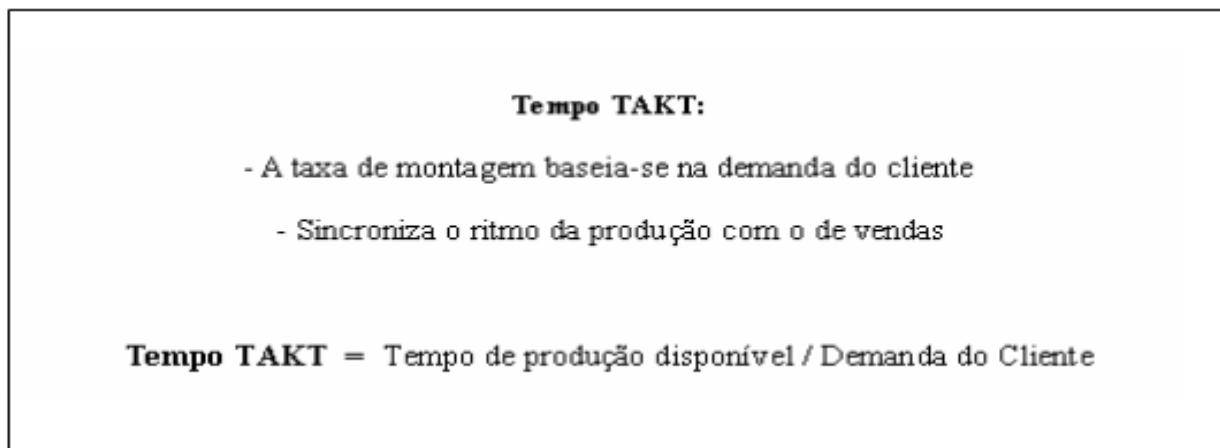
A atividade de gerenciamento para este caso é feita pensando-se em utilizar toda a capacidade da produção, estocando o material excedente quando se atingem os objetivos inicialmente acordados. Esse método existe muita dificuldade em atender o cliente, pois, alguns problemas de processo acabam passando despercebido, não flui o fluxo dos materiais, a qualidade não cumpre os requisitos e conseqüentemente os custos não são competitivos com relação ao mercado (SLACK, 1997).

### 2.2.7 Conceito *Takt Time*

Para Rother e Shook (1998) o conceito de *takt time* é o tempo que um produto deve ser produzido, baseado nas informações de demanda das vendas, visando atender o cliente.

Segundo Queiroz et al. (2004), para calcular o *takt time* é dividindo o tempo disponível de trabalho pelo volume da demanda do cliente e é utilizado para ditar o ritmo da produção sincronizando-se com o volume de vendas, reduzindo as perdas, automaticamente produzindo-se mais com menos recursos e maior competitividade, evitando assim um excesso de produção, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – *Takt Time*



Fonte: Indústria Metalúrgica, 2015.

### 2.3 Eliminação de desperdícios

Segundo Tubino (2000), eliminação de 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 realmente tem valor para o cliente do produto (informações para melhorar o projeto de produção dos bens/ serviços) e, em segundo, identificar o que não agrega valor ao produto.

Para Ohno (1997), o conceito de produção enxuta consiste em eliminar sete tipos de desperdícios, que também podem ser encarados como perdas para a empresa. Sobre a visão do

cliente, tudo o que não agrega valor ao produto é desperdício, sendo que, todo o desperdício é considerado um sintoma e não a causa da discrepância.

A Figura 3 ilustra os sete tipos de perdas que comumente ocorrem nas organizações:

Figura 3 - Os Sete Desperdícios



Fonte: Indústria Metalúrgica, 2015.

### 2.3.1 Desperdício por produtos defeituosos ou retrabalho

Esse desperdício é uma resultante da manufatura de produtos que possuam alguma característica que esteja fora do especificado, não atendendo os requisitos de utilização. A produção de itens defeituosos significa desperdício de matéria prima, equipamentos, mão de obra, inspeção, etc,

Para solucionar esse desperdício, é necessário aperfeiçoar os processos / métodos e controlar a qualidade atuando na causa raiz da fonte onde o problema está ocorrendo (OHNO, 1997).

### 2.3.2 Desperdício por tempo de espera

Esse desperdício acontece quando nenhum tipo de processo, transporte ou inspeção é efetuado. Quando ocorre longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em lead times longos. Os desperdícios podem ser divididas em três tipos: Desperdícios no processo, quando falta matéria prima e o processamento fica impossibilitado

de ocorrer; Desperdícios no lote, quando algumas peças já foram processadas e outras atrasam esta seqüência; Desperdícios do operador, quando este fica ocioso, somente acompanhando uma máquina em operação (OHNO, 1997).

### 2.3.3 Desperdício por movimentação

Acontece pelas divergências que ocorrem entre as operações de trabalho e movimento. Esse desperdício está relacionado pela desorganização do ambiente de trabalho e também com movimentos realizados pelos operadores desnecessariamente.

Para eliminação dos desperdícios, é necessário que sejam feitos estudos métodos dos tempos e processos definidos para a fabricação dos produtos. Outro fator importante para a minimização das operações é automatizar as operações (OHNO, 1997).

### 2.3.4 Desperdício por excesso de produção

Consiste em produzir excessivamente ou cedo demais. Devido a este tipo de produção, os produtos acabam ficando estocados gerando um excesso de inventário e as peças somente serão utilizadas assim que as etapas posteriores dos processos solicitem.

O desperdício de superprodução é considerada uma dos piores desperdícios, pois, acabam gerando outras situações de desperdícios como: custos com áreas de estocagem e inventário, 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).

### 2.3.5 Desperdício por transporte

É o desperdício onde são efetuados movimentos excessivos de pessoas, informação ou peças desnecessariamente, Estas atividades devem ser minimizadas ao máximo e quando possível devem ser eliminadas através da estruturação de um arranjo físico adequado, diminuindo as distâncias percorridas.

Uma forma de minimização deste desperdício é a adequação das entregas dos materiais diretamente no local de utilização (OHNO, 1997).

### 2.3.6 Desperdício por processamento desnecessário

Trata-se do desperdício que ocorre devido a máquinas e / ou equipamentos serem utilizados de forma incorreta ou procedimento, levando-se em consideração a capacidade de desempenhar as operações. Portanto, é muito importante que os métodos de aplicação e análise de valor sejam bem definidas pelas áreas de Engenharia, visando a redução dos desperdícios (OHNO, 1997).

### 2.3.7 Desperdício por estoque

Consiste no desperdício onde a matéria-prima, os materiais em estoque e os produtos acabados ficam estocados por muito tempo resultando em custos excessivos e baixo desempenho do serviço prestado ao cliente, sendo que os recursos financeiros ficam perdidos no sistema de produção. A minimização deste desperdício deve ser feita através da eliminação dos estoques e da sincronização dos fluxos dos processos.

Para Ohno (1997), do ponto de vista da manufatura enxuta, os desperdícios só acarretam custos e aumento de tempo durante a fabricação.

## 2.4 Garantia da Qualidade

Campos (1992) assinala que ela é uma função a ser assumida pela empresa, tendo, como principal finalidade, que confirmar se todas as atividades da qualidade estão sendo conduzidas da forma requerida. Isso significa atestar se todas as ações necessárias para o atendimento das exigências dos clientes estão sendo conduzidas de forma mais completa e melhor do que a empresa concorrente.

### 2.4.1 Diagrama de causa e efeito

Este diagrama permite estruturar hierarquicamente as causas de um determinado problema e relacionar com seu efeito (Slack; Chambers; Johnson, 2007). Criado pelo Prof. Kaoru Ishikawa pode ser chamado também de diagrama espinha-de-peixe, pois tem uma estrutura parecida com uma espinha de um peixe. O Diagrama de Ishikawa representa graficamente as possíveis causas que levam a um efeito, defeito ou falha.

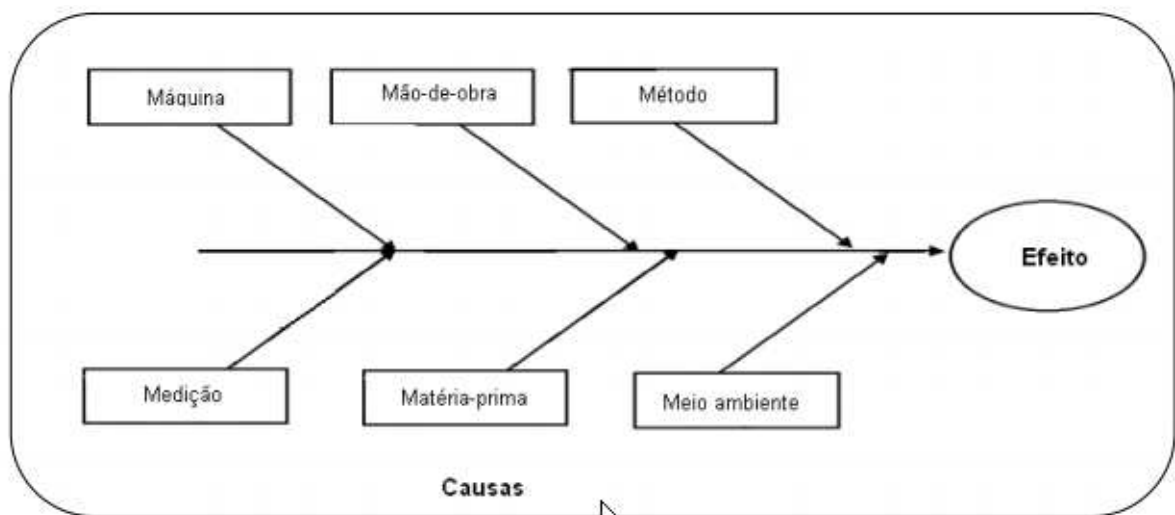
No diagrama de espinha de peixe as causas são normalmente conhecidas como 6 M's: Material, Mão-de-Obra, Meio Ambiente, Máquina, Método, Medida e o Efeito que estas causas geram são os problemas ou objetivos previamente identificados.

Colenghi (2007) indica um roteiro para construção de um diagrama de espinha de peixe, onde esse se inicia pela definição do problema, em seguida são apresentadas às causas que geraram o mesmo. Nesse processo, é empregada a técnica do questionamento ou 5 porquês, ou devendo essa ser usada quantas vezes forem necessárias, até se chegar à causa do problema.

A construção de um diagrama de espinha de peixe segue alguns passos, onde a coluna do meio, sinalizada por uma seta, representa o efeito ou consequência, na parte lateral, a cima e abaixo da seta, estão às causas que interferem no processo. A Figura 4 demonstra um modelo de gráfico de espinha de peixe.

No entendimento de Werkema (1995) o diagrama causa e efeito, é utilizado para auxiliar na identificação das causas raízes, por meio de uma “representação gráfica entre o processo (efeito) e os fatores (causas) do processo”. Essa representação gráfica facilitará o entendimento do problema e o alcance de uma solução para o problema, pois apontará as várias influencias que comprometem o processo, tornando possível a análise do conjunto e não apenas do problema de forma pontual. Dessa forma, podem-se distribuir as ações e priorizar os esforços na solução.

Figura 4 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Werkema, 1995

É possível se perceber no diagrama que o mesmo possui 6 ramificações, sendo elas:

Máquina: se refere a variações e defeitos das máquinas e equipamentos alocados no processo.

Mão-de-obra: se refere à qualificação e competência dos profissionais.

Método: se refere a maneira de como as coisas acontecem.

Medição: se refere aos meios de controle do processo.

Matéria-prima: se refere a todo material utilizado.

Meio-ambiente: se refere as influências que o meio ambiente pode exercer no processo.

#### 2.4.2 Matriz GUT

Gravidade, Urgência e Tendência São parâmetros tomados para se estabelecer priorizar os problemas e posteriormente trata-los, especialmente se forem vários e relacionados entre si.

Segundo Grimaldi (1994), a técnica de GUT foi desenvolvida com o objetivo de orientar decisões mais complexas, isto é, decisões que envolvem muitas questões. A mistura de problemas gera confusão. Nesse caso, é preciso separar cada problema que tenha causa própria. Depois disso, é hora de saber qual a prioridade na solução dos problemas detectados. Isto se faz com três perguntas:

1. Qual a gravidade do desvio? Indagação que exige outras explicações. Que efeitos surgirão em longo prazo, caso o problema não seja corrigido? Qual o impacto do problema sobre coisas, pessoas, resultados?

2. Qual a urgência de se eliminar o problema? A resposta está relacionada com o tempo disponível para resolvê-lo.

3. Qual a tendência do desvio e seu potencial de crescimento? Será que o problema se tornará progressivamente maior? Será que tenderá a diminuir e desaparecer por si só.

Para cada problema ou risco potencia, são atribuídos graus de 1 a 5 ao “G” ao “U” e ao “T”. Pela multiplicação desses três fatores, determina as prioridades das ações, quanto mais alto for o resultado mais prioritário é a solução, quanto mais baixa o resultado menos prioritário é.

A matriz GUT é uma ferramenta excepcional, pois possibilita uma avaliação quantitativa e qualitativa, fornecendo números consistentes e com um específico grau de prioridade, com a matriz é possível priorizar ações corretivas e preventivas que extinguem ou diminuem os problemas identificados conforme a Figura 5.

Figura 5 - Escala GUT

<b>PONTOS</b>	<b>G GRAVIDADE CONSEQUÊNCIA SE NADA FOR FEITO</b>	<b>U URGÊNCIA PRAZO PARA TOMADA DE AÇÃO</b>	<b>T TENDÊNCIA PROPORÇÃO DO PROBLEMA NO FUTURO</b>
<b>5</b>	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato
<b>4</b>	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
<b>3</b>	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
<b>2</b>	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo
<b>1</b>	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar ou pode até melhorar

Fonte: Galvão; Mendonça (1999, p 43) citado por, Marshall Junior et. al. (2005)

Uma apresentação prática da matriz GUT é mostrada na figura 6.

Figura 6 - Matriz GUT

<b>Problemas</b>		<b>G</b>	<b>U</b>	<b>T</b>	<b>GxUxT</b>
1	Concepção do imóvel em não conformidade com as expectativas do mercado	5	4	1	20
2	Demora na formação do grupo de investidores	5	5	4	100
3	Retração dos investidores por tendências macroeconômicas	4	3	3	36
4	Desistência de 25% dos investidores durante execução da obra	5	5	2	50
5	Esfriamento do mercado imobiliário	4	3	3	36
6	Mão-de-obra adequada não disponível no momento requisitado	5	5	3	75
7	Planejamento de custos inconsistente, com incorrência em gastos não-orçados	4	3	3	36
8	Planejamento de compras inconsistente	5	3	2	30
9	Aumento do preço de insumos básicos e de acabamento	5	5	4	100
10	Longos períodos de chuvas	4	3	2	24

Fonte: Galvão; Mendonça (1999, p 43) citado por, Marshall Junior et. al. (2005)

Analisando essa matriz a priorização de atuação deve ser 2, 9, 6, 4, 3, 5, 7, 8, 10, 1 nesta ordem

## 2.5 Conceito de ganhos nas melhorias

Segundo Escobar (2010), os ganhos nas melhorias devem ser levando em consideração os ganhos de área, investimento e intangíveis.



### 2.5.1 Ganhos de área

Melhoria onde se obtém redução da área física utilizada, podendo gerar um retorno financeiro em alguns casos. Caso o ganho de área permita à empresa economizar em termos de construir novos galpões ou ter que alugar novas áreas para fabricação, deve-se contabilizar este valor como valor mensal economizado. Outra possibilidade de ganho com área física é quando o ganho de área possibilita que a empresa venda ou alugue um imóvel gerando mais receita para empresa. Caso essa situação ocorra, deve-se contabilizá-la também. Exceto nos casos citados acima, as organizações geralmente não contabilizam ganho de área de forma financeira, contudo, mesmo assim, é importante registrar a melhoria na área utilizada.

### 2.5.2 Ganhos de investimentos

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

### 2.5.3 Ganhos intangíveis

Financeiramente são ganhos difíceis de contabilizar, existem ganhos que são importantes e devem, ao menos, ser registrados. Neste grupo incluem-se, por exemplo, ganhos com segurança, ergonomia e ações de organização (5S's, por exemplo), são ganhos que é difícil mensurar mais devem ser lembrados ou registrados.

Martins e Laugeni (2005) dizem que existem quatro estágios e um preliminar para melhoria dos processos industriais e estão relatados a seguir:

Estágio preliminar – Uma nova maneira de pensar.

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

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

- a) Observar as máquinas e ferramentas 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 encontrá-lo e entendê-lo, e para isso utiliza-se representações gráficas e a modelos conceituais.

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.
2. Geração de ideias para a solução. Importante que ocorra um envolvimento com o problema. Uma das maneiras mais eficazes para solução do problema é gerando ideias para solucionar o mesmo utilizando o método *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: tem como objetivo prevenir possíveis problemas (que sejam razoavelmente prováveis), eliminando as causas dos problemas. A pergunta chave para verificar que ações de prevenção devem ser estruturadas é: O que pode dar errado?;

Ações de proteção: visam impedir que o problema se alastre, caso tenha ocorrido, como uma ação de contenção;

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 com o problema.

Devem ser analisadas todas as ações antes que o problema ocorra.

## 2.6 *Kaizen*

Segundo Martins e Laugeni (2005), “o termo *Kaizen* é formado a partir de KAI, que significa modificar, e ZEN, que significa para melhor.” *Kaizen* (literalmente “melhoria contínua”) é uma palavra de origem japonesa com o significado de melhoria contínua, gradual, na vida em geral (pessoal, familiar, social e no trabalho). Para o *Kaizen*, é sempre possível fazer melhor, nenhum dia deve passar sem que alguma melhoria tenha sido implantada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua metodologia traz resultados concretos, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a um baixo custo (o que, conseqüentemente, aumenta a lucratividade), por uma equipe reunida para alcançar metas estabelecidas pela direção da empresa.

Segundo Rother e Shook (1999), a palavra *Kaizen* significa a melhoria contínua dos processos e dos fluxos intrínsecos na cadeia de valores, com foco na eliminação dos desperdícios. O *Kaizen* pode ser dividido em dois níveis:

*Kaizen* de fluxo ou de sistema: Onde o foco é o fluxo de valor voltado para o gerenciamento da produção como um todo.

*Kaizen* de processos: Onde o foco acontece nos processos individuais e é voltado para as equipes de trabalho e seus líderes.

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

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

Corrêa e Corrêa (2009) apresentam um conceito importante em termos de melhorar os processos, que foi trazido pelos modelos de gestão: o objetivo é de estabelecer metas de desempenho operacional ideais, ainda que não atingíveis. Seguem exemplos:

zero defeito;  
 lote de produção unitário;  
 quebra zero de equipamentos.

A ideia de metas intangíveis é evitar que os envolvidos no processo se autolimitem e se acomodem, ou que se limitem às metas estabelecidas. Ou seja, um processo estabelece a meta de produzir até 5% de peças defeituosas, se o processo obtém 4% de peças defeituosas, haverá uma tendência de acomodação, embora ainda esteja produzindo dentro da meta já estabelecidas. Segue um exemplos de efeito que é dado pelos defensores do estabelecimento de metas ideais: não se considera aceitável que um enfermeira de um berçário ganhe um bônus de final de ano porque derrubou “apenas” 0,5% dos bebês que carregou.

Para IMAI (1990) existem dez regras básicas para implantação da metodologia *Kaizen*:

- 1- Todo tipo de desperdício deve ser eliminado;
- 2- Melhorias graduais devem ser feitas continuamente e ininterruptamente;
- 3- Todos os colaboradores devem ser envolvidos, desde a gerência até o chão da fábrica;
- 4- As melhorias devem ser feitas sem grandes investimentos. Deve usar a criatividade para a realização de mudanças simples que surtam grande efeito nos resultados, ou seja, gastar pouco e pensar muito;
- 5- Aplica-se a qualquer lugar, não dentro só da cultura japonesa ;
- 6- Apoia-se em um gestão visual, numa total transparência de procedimento, processos e valores;
- 7- Foco no chão de fábrica;
- 8- Orienta-se para os processos;
- 9- Prioriza as pessoas e acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de ua nova mentalidade e do estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação do moral, auto-disciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo);
- 10- O lema essencial da aprendizagem organizacional é “aprender fazendo”.

Para que possa haver uma intensa melhoria, uma ferramenta é amplamente utilizada pela empresa no mundo todo, um evento (ou projeto) *Kaizen*. Trata-se de um projeto de curto prazo focado para melhorar um processo. Essa ferramenta enfatiza a utilização de esforços humanos, comunicação, trabalho em equipe, treinamento e envolvimento, sendo uma abordagem de baixo custo e melhoria (HANASHIRO, 2005).

É um método utilizado pela manufatura enxuta que consiste em definir uma equipe de trabalho dedicada, com o objetivo de programar ações em uma área pré-determinada, visando a melhoria contínua em um curto período de tempo (ROTHER E SHOOK, 1999).

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Materiais**

Para realizar o estudo de viabilidade de implantação desse projeto, foram utilizados um banco de dados com base no *Microsoft Excel*, contendo o histórico de não conformidades durante o processo produtivo após aprovação do Primeiro Artigo e uma estimativa de peças a serem produzidas. Todas as informações foram retiradas do Sistema Integrado de Gestão (SIG) que a empresa possui que é o SAP (que significa em português Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados). Os dados contidos nesse banco de dados permitiram a realização de uma previsão de benefícios para alguns segmentos da empresa.

Utilizado também o *layout* da área com a melhoria para visualizar a movimentação das peças ao longo do processo produtivo.

### **3.2 Métodos**

Com as informações contidas no banco de dados (SAP), o primeiro passo realizado foi o mapeamento das operações que não agregam valor na preparação do Primeiro Artigo. O segundo passo foi separar os itens com não-conformidades após a Inspeção do Primeiro Artigo e estudar um método para eliminar todas as possíveis causas das não-conformidades identificadas. O terceiro passo foi mapear a alta movimentação de peças e pessoas com itens de Primeiro Artigo. Tendo cumprido os três passos, o próximo foi elaborar um projeto *Kaizen*.

Para a realização do *Kaizen* foi necessário reunir as áreas envolvidas diretamente com o processo FAI e também as pessoas que estão indiretamente ligadas a esse processo. A equipe

foi composta por 10 pessoas, formada por 6 colaboradores da área de Engenharia de Manufatura, sendo 1 líder e 1 colíder, e os demais pertencentes a áreas envolvidas como Engenharia de Qualidade, Produção, Planejamento e Logística.

Todos os envolvidos no *Kaizen* ficaram reunidos 4 horas por dia, durante 10 dias para a preparação do *Kaizen* e mais 8 horas diárias durante 5 dias consecutivos conhecidos como semana *Kaizen* para implantação das ideias propostas durante os 10 dias de preparação do *Kaizen*. Durante a preparação do *Kaizen* foram mapeados processos atuais com uso de papel fita, barbante para indicar os fluxos e refluxos e etiquetas *postit* para identificar os problemas e oportunidades de melhorias. Foi utilizada uma matriz GUT para priorizar a atuação e após identificar os maiores problemas elaborou-se um diagrama de *Ishikawa* para encontrar a causa raiz dos mesmos.

### 3.3 Estudo de caso

O trabalho foi realizado em uma filial de uma empresa metalúrgica, que possui 1800 funcionários, porém o estudo aplica-se somente em duas áreas da empresa. Assim, trabalhou-se com dois grupos de funcionários, o primeiro grupo com uma parcela de 25 funcionários da área de Engenharia de Manufatura, responsável pela preparação da documentação do FAI e o segundo grupo com uma parcela de 450 funcionários da área de Manufatura responsável pela fabricação produto, que passará pelo processo FAI.

Os produtos manufaturados na área estudada são enviados para serem montados em outros hangares e alguns são enviados para matriz da empresa, que se localiza a 450 km da filial.

Neste estudo foram levantados e comparados o processo de preparação do FAI, antes e após a implantação da melhoria proposta por esse projeto, e o aumento da qualidade após a Inspeção do Primeiro Artigo em peças primárias.

Este estudo também apresentou uma redução de movimentação dos materiais, gerando um fluxo de peças mais enxuto pela consequente redução da movimentação das peças. Desta forma, visa-se evidenciar as vantagens da aplicação da manufatura enxuta.

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

Definição de área de atuação.

O Projeto foi realizado em duas áreas da empresa conforme especificado abaixo:

Área 001 – Engenharia de Manufatura – conforme Tabela 1.

Área 002 – Produção – conforme Tabela 2.

Tabela 1 - Dados da Célula Engenharia de Manufatura

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>
Número de funcionários	25
HH Disponível / Funcionário / Mês	141
Área chão de fábrica (M2)	100
Itens Fabricados / Mês	7084

Fonte: O Autor, 2015

Tabela 2 - Dados da Célula de Produção

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>
Número de funcionários	450
HH Disponível / Funcionário / Mês	141
Área chão de fábrica (M2)	4230
Itens Fabricados / Mês	89000

Fonte: O Autor, 2015



## 4 RESULTADOS

O projeto *Kaizen* foi realizado na área de engenharia de manufatura de peças primárias, que é responsável por realizar a interface entre o projeto e a produção, e responsável por aplicar o processo de FAI e disponibilizar alguns recursos necessários para produção manufaturar o produto, tais como: definição do roteiro de fabricação (etapas do processo), parâmetros de fabricação, criação de programas utilizados em máquinas automáticas, definições de ferramentais e suportar tecnicamente os operadores a fim de garantir um produto conforme especificado em projeto.

O *Kaizen* foi elaborado visando reduzir ao máximo o tempo do processo FAI, a movimentação de peças e pessoas e garantir que todos os requisitos de projeto fossem atendidos, conseqüentemente atender os parâmetros de qualidade do produto.

No acompanhamento do processo produtivo realizado pela engenharia de manufatura em relação à qualidade dos itens do primeiro artigo, constatou-se que o setor de peças primárias não atingia os resultados considerados satisfatórios quanto ao indicador de qualidade, além disto houve um aumento na demanda de itens de primeiro artigo.

O tempo atual utilizado pela engenharia de manufatura para executar todo o processo FAI era muito alto, portanto este aumento na demanda poderia gerar um desbalanceamento entre a carga e a capacidade, assim a solução seria alocar mais pessoas ou reduzir o tempo atual otimizando o processo.

Para que os objetivos possam ser alcançados require-se um planejamento bem estruturado do projeto *KAIZEN*. Como estratégia a equipe utilizou uma ferramenta conhecida como folha A3, na qual é possível registrar todas as informações necessárias para executar o

projeto, conforme figura 7, além do apoio de todas áreas necessárias da empresa com respaldo da gerência e direção.

Figura 7 – Folha A3

Nome do Projeto: <b>Melhoria nas atividades de aplicação do processo FAI</b>	
1- Informações gerais do processo	4- Situação atual & problemas (descrição do problema)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ FAI - FIRST ARTICLE INSPECTION</li> <li>✓ FAI- INSPEÇÃO DO PRIMEIRO ARTIGO</li> <li>✓ A organização deve usar um item representativo do primeiro lote de produção de um novo componente ou conjunto para verificar se os processos de produção, documentação de produção e ferramental são capazes de produzir componentes e conjuntos que atendam aos requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alta movimentação de peças e pessoas</li> <li>✓ Alto tempo para realização do processo FAI</li> <li>✓ Alto índice de não conformidade após aprovação FAI</li> <li>✓ Requisitos de Projeto não atendidos gerando não conformidade</li> </ul>
2- Quantidade de produção necessária (se aplicável)	5- Necessidades identificadas no Kaizen
3- Fluxo do processo	
<pre> graph TD     A[Definição do Projeto do Produto] --&gt; B[Desenvolvimento e Definição técnica]     B --&gt; C[Obtenção de Recursos para Fabricação]     B --&gt; D[Execução da FAI Validação do recursos]     C --&gt; D     D --&gt; E[Produção Padronizada e em Conformidade]     D --&gt; F[Item Liberado para fabricação]     E --&gt; F   </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reduzir ao máximo o transporte de peças e pessoas.</li> <li>✓ Reduzir o tempo do processo FAI</li> <li>✓ - Melhorar a qualidade após a FAI</li> <li>✓ - Garantir o atendimento de todos os requisitos de Projeto.</li> </ul>

Fonte: Autor; 2015

A folha A3 mostra em apenas uma folha: informações gerais do processo, fluxo do processo, situação atual e problemas e as necessidades identificadas pelo Kaizen .

Após o levantamento dos dados a equipe decidiu trabalhar em três frentes de trabalho: aumento da produtividade no processo FAI, aumento da qualidade de itens de primeiro artigo e redução da movimentação de pessoas e peças.

### **Dia um**

O primeiro dia foi marcado com abertura da semana *Kaizen* pela direção, foi designado um gerente como patrocinador do projeto para apoiar em todas as necessidades identificadas

pela equipe participante. Durante a abertura o líder do *Kaizen* apresentou a folha A3 contendo todas as informações do projeto, equipe envolvida, os objetivos, a situação atual, as metas e ganhos estimados estabelecidos para os 5 dias.

Figura 8 – Objetivos *Kaizen*

Objetivos	Situação atual (Início)	Meta	Ganho
Reduzir o tempo da Inspeção do Primeiro Artigo- Área Engenharia de Manufatura	<b>98 minutos/item</b>	<b>49 minutos/item</b>	<b>50%</b>
Melhorar o índice de Qualidade após aprovação do Primeiro Artigo	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>33%</b>
Reduzir a movimentação de peças	<b>651 metros</b>	<b>325 metros</b>	<b>50%</b>

Se a meta é menor que o início [ 1 - (Resultado final / inicial)] x 100

Se a meta é maior que o início [ (Resultado final / inicial) - 1 ] x 100

Fonte: Autor; 2015.

Foi realizada a avaliação dos objetivos, propondo uma meta para redução de tempo de 50% na Inspeção do primeiro artigo no setor de engenharia de manufatura, um aumento na qualidade em 33% e redução da movimentação de peças em 50%.

Também foi elaborada uma matriz GUT com os problemas encontrados durante a preparação do *Kaizen*, para priorizar atuação durante a semana.

Figura 9 - Aplicação da matriz GUT

Item	Descrição do Problema	G	U	T	GxUxT
1	Carga excessiva para engenharia de manufatura no processo FAI	4	5	4	80
2	Tempo excessivo para relatar todos as dimensões das peças.	3	4	4	48
3	Falta padrão de preenchimento de cotas durante produção de itens FAI	3	3	3	27
4	Grande movimentação da engenharia para análise de itens FAI	3	4	4	48
5	Ordem de produção FAI com quantidade de 01 peça dificulta verificação de desvios e eficácia do processo	2	3	3	18
6	Peça existe no sistema para engenharia validar o item FAI, mas não chegou fisicamente.	3	3	2	18
7	Desvios durante o processo não são relatados	4	4	3	48
8	Alto índice de sucata após aprovação da FAI	4	5	4	80
9	Falta de definição dos responsáveis por corrigir desvios durante a FAI	2	3	2	12

Fonte: Autor, 2015.

Com o resultado da matriz GUT a priorização de atuação deve ser 1, 8, 2, 4, 7, 3, 5, 6, 9, nesta ordem. Analisou-se os problemas e definiu-se que o trabalho deveria atuar em três frentes: aumento de produtividade, qualidade e diminuir a movimentação.

### **Dia dois**

Durante o segundo dia, a equipe priorizou em reduzir o tempo do processo FAI na área da engenharia de manufatura, durante o ano de 2013 foram inspecionados 963 itens pelo processo FAI, já no ano de 2014 foram inspecionados 7245 itens com o aumento da demanda de itens de primeiro artigo se mantivesse o tempo antes do *KAIZEN* a carga de trabalho seria maior que a capacidade de mão-de-obra. Pois, a maior parte do processo é realizado manualmente, tornando-se muito moroso e sujeito a erros.

Para o ano de 2015 a empresa tem uma estimativa de produzir 6377 itens novos que passarão pelo processo FAI e mais alguns itens que possivelmente sofrerão revisão de projeto e também devem passar pelo mesmo processo.

A Tabela 3 demonstra o tempo investido pela engenharia de manufatura para realização de todo o processo FAI. Esta tabela será utilizada para comparar com os ganhos obtidos após a implantação do *KAIZEN*.

Tabela 3 – Tempo das operações no processo FAI antes da implantação da melhoria

Estágio da Produção	Tempo Produtivo (minutos)
Criar Ordem de Produção	20
Baixar relatório da norma	3
Preencher relatório	38
Imprimir relatório	2
Levar o relatório a qualidade	10
Preencher relatório com resultado	7
Trazer relatório e escanear	15
Anexar relatório de medição no SAP (Engenharia de Manufatura)	3
<b>Total</b>	<b>98</b>

Fonte: Autor, 2015.

Observando o tempo investido pela engenharia de manufatura no processo FAI, constatou-se que existiam muitos estágios do processo que não agregavam valor ao produto mas eram necessárias devido as normas internas da empresa, que determinava que os itens do primeiro artigo a engenharia de manufatura deveria anexar um relatório, contendo todas as informações e requisitos de projeto tais como: cotas de aba, ângulos diâmetro de furos e cotas tridimensionais (quando aplicável) e comparando com o projeto.

Devido ao *KAIZEN* ser realizado com o envolvimento de várias áreas, constatou-se que a engenharia da qualidade gerava um relatório de inspeção das peças medidas na máquina tridimensional e o anexa-o no SAP que contempla os resultados de todas as cotas tridimensionais que a engenharia de manufatura anotava manualmente.

Para implantar esta melhoria foi necessário somente alterar uma norma interna que tinha uma restrição para esta ação, pois determinava que a engenharia de manufatura era responsável por todo o processo não podendo utilizar o relatório da engenharia da qualidade.

Devido ao fato do relatório contemplar as cotas tridimensionais se fez necessário acrescentar um *check-list* simplificado na ordem de produção para a própria produção realizar as medições convencionais com esta implantação houve um balanceamento nas atividades entre engenharia de manufatura, qualidade e produção.

Reduzindo assim consideravelmente o tempo da engenharia de manufatura no processo FAI conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Tempo das operações no processo FAI após a implantação da melhoria

Estágio da Produção	Tempo Produtivo (minutos)
Criar Ordem de Produção	20
Baixar relatório da norma	0
Preencher relatório	0
Imprimir relatório	0
Levar o relatório a Qualidade	0
Preencher relatório com resultado	0
Trazer relatório e escanear	0
Anexar relatório inspeção no SAP (Engenharia de Qualidade)	3
<b>Total</b>	<b>23</b>

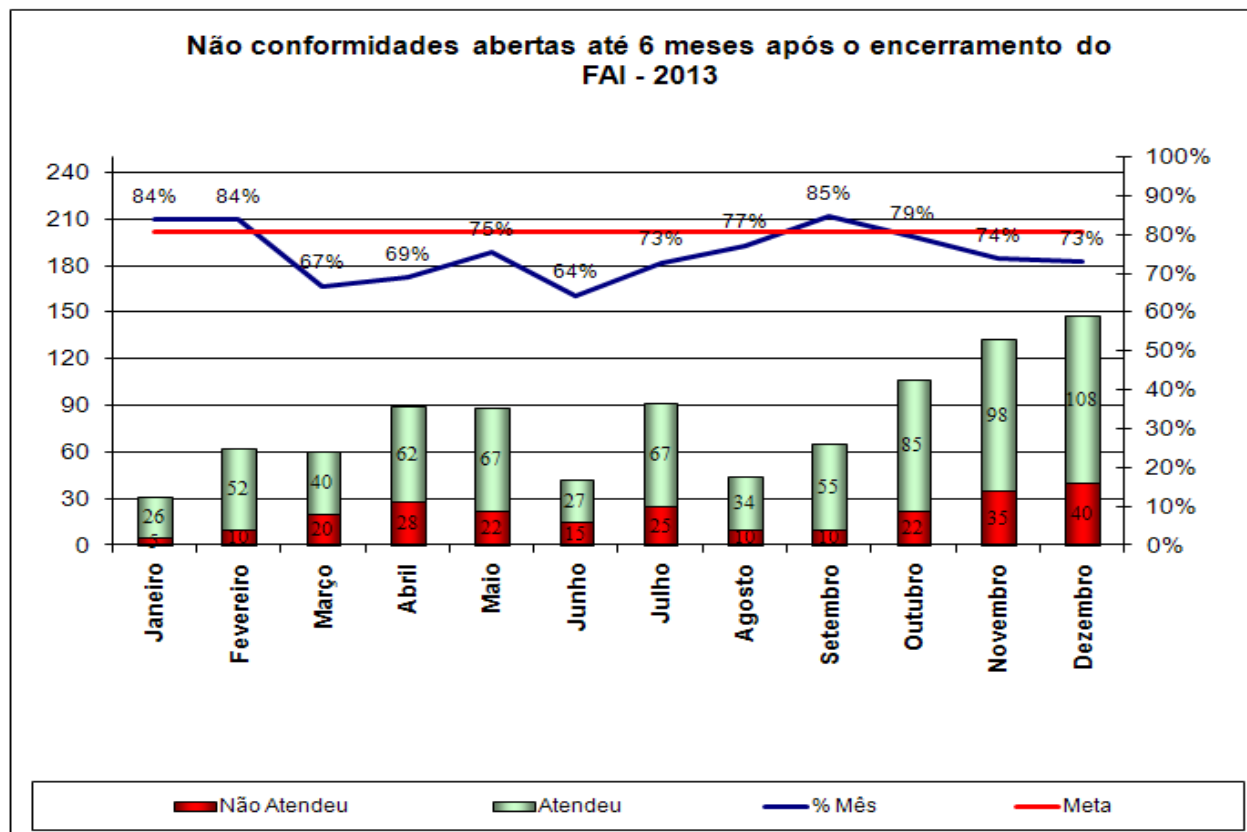
Fonte: Autor, 2015.

Com a implantação da melhoria proposta o tempo do processo FAI pela engenharia de manufatura passou de 98 minutos para 23 minutos gerando assim uma redução de 75 minutos por item, como a estimativa para 2015 é de 6377 a redução anual da engenharia de manufatura será de 7971 horas.

### Dia três

No terceiro dia, para a avaliação da situação atual no quesito qualidade, foi efetuado à análise dos dados de acompanhamento mensal das não conformidades evidenciadas após a aprovação dos itens, ou seja, itens que já passaram pelo processo FAI e foram aprovados. Desta forma, buscou-se evidenciar a eficiência do processo FAI e propor algumas soluções para melhorar a performance contribuindo com a qualidade do produto.

Figura 10 – Não conformidades 2013



Fonte: Autor, 2015.

A Figura 10 – demonstra a qualidade obtida pela área de produção após aprovação do primeiro artigo, para obter esses resultados a área de qualidade busca os itens aprovados no mês pela engenharia e verifica se ocorreu alguma não conformidade nos próximos 6 meses.

No ano de 2013 foram aprovados 963 itens, deste total 721 não houve registro de não conformidade, o restante dos itens (242) foi evidenciado algum tipo de não conformidade nos próximos 6 meses subsequentes a sua aprovação, resultando em uma média de aproximadamente 75% de itens aprovados sem não conformidade, sendo que a meta acordada com gerência da empresa era 80,6%.

Para melhorar o índice de qualidade a equipe decidiu focar no processo produtivo, portanto, analisou-se todas as não conformidades registradas e propôs implantar uma metodologia de trabalho que verificasse durante o processo produtivo as possíveis causas que poderiam ocorrer não conformidades, a equipe decidiu implantar um *check-list* em cada operação do processo produtivo informando o operador o qual os pontos críticos que ele deveria garantir em sua operação produtiva e incorporou no *check-list* uma ferramenta da qualidade, os 6M's (material, medição, método, meio ambiente, máquina e mão-de-obra) com objetivo de garantir um produto com maior qualidade atendendo todos requisitos de projeto. A Figura 11 ilustra o roteiro de produção antes da melhoria proposta e a Figura 12 ilustra a implantação da proposta de melhoria em apenas uma das operações do roteiro.

Figura 11 – Roteiro antes da implantação da melhoria

Item X - Roteiro de Produção	
Corte de chapas	Cortar chapa de 50 x 50mm = 1 peça
Router	Fazer furação e fresar contorno conforme programa
Rebarbação	Rebarbar peças
Conformação	Conformar peças conforme ferramental X
Desempeno	Desempenar conforme ferramental Y
Ajustagem	Fazer ajuste conforme ferramental Z
Tratamento superficial	Limpar superfície metálica
Pintura	Aplicar primer mais tinta
Conformidade	Conformidade final conforme procedimento

Fonte: Autor, 2015.

Figura 12 – Roteiro após a implantação da melhoria

Item X - Roteiro de Produção
<b>Conformação</b>
<b>(MEIO AMBIENTE)</b> – A tecnologia corresponde ao centro de trabalho? ( )sim ( )não ( )na
<b>(MÁQUINA)</b> – Os ferramentais estão liberados para realizar a conformação? ( )sim ( )não ( )na
<b>(MÉTODO)</b> – O ferramental está conforme e atende especificações da máquina? ( )sim ( )não ( )na
<b>(MÉTODO)</b> – O ferramental foi projetado e não possibilita inversão das peças? ( )sim ( )não ( )na
<b>(MÉTODO)</b> - A peça se encaixa satisfatoriamente no ferramental? ( )sim ( )não ( )na
<b>(MÉTODO)</b> - Se aplicável, para evitar trincas a peça foi polida? ( )sim ( )não ( )na
<b>(MÃO DE OBRA)</b> - Os operadores envolvidos com essa operação estão qualificados? ( )sim ( )não ( )na
<b>(MEDICÃO)</b> - Registrar os valores dimensionais encontrados Exemplo: Ângulos, Raios, Altura de abas, Dimensões lineares, etc. Ângulo projeto____Peça ____ Aba projeto____Peça ____ Raio projeto____Peça ____
<b>(MÉTODO)</b> - A operação foi concluída sem apresentar desvios? ( )sim ( )não ( )na

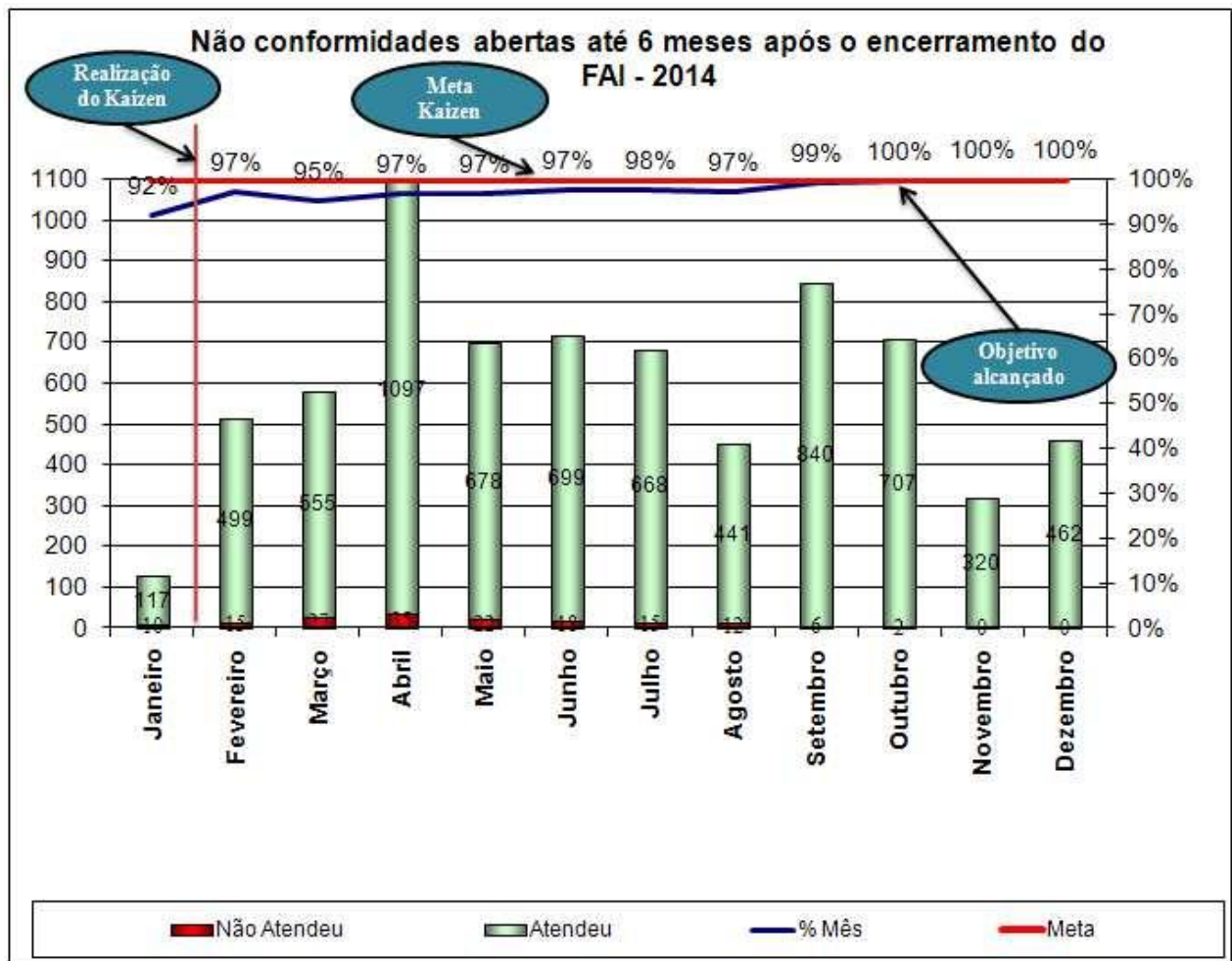
Se a resposta for "Não" solicitar parecer da engenharia de manufatura

Fonte: Autor, 2015.

Após a implantação do *check-list* e a nova metodologia de trabalho adotada, incorporando os 6M's em cada etapa do processo produtivo, houve uma melhora no índice de qualidade de forma contínua conforme mostra a Figura 13.



Figura 13 – Não conformidades 2014

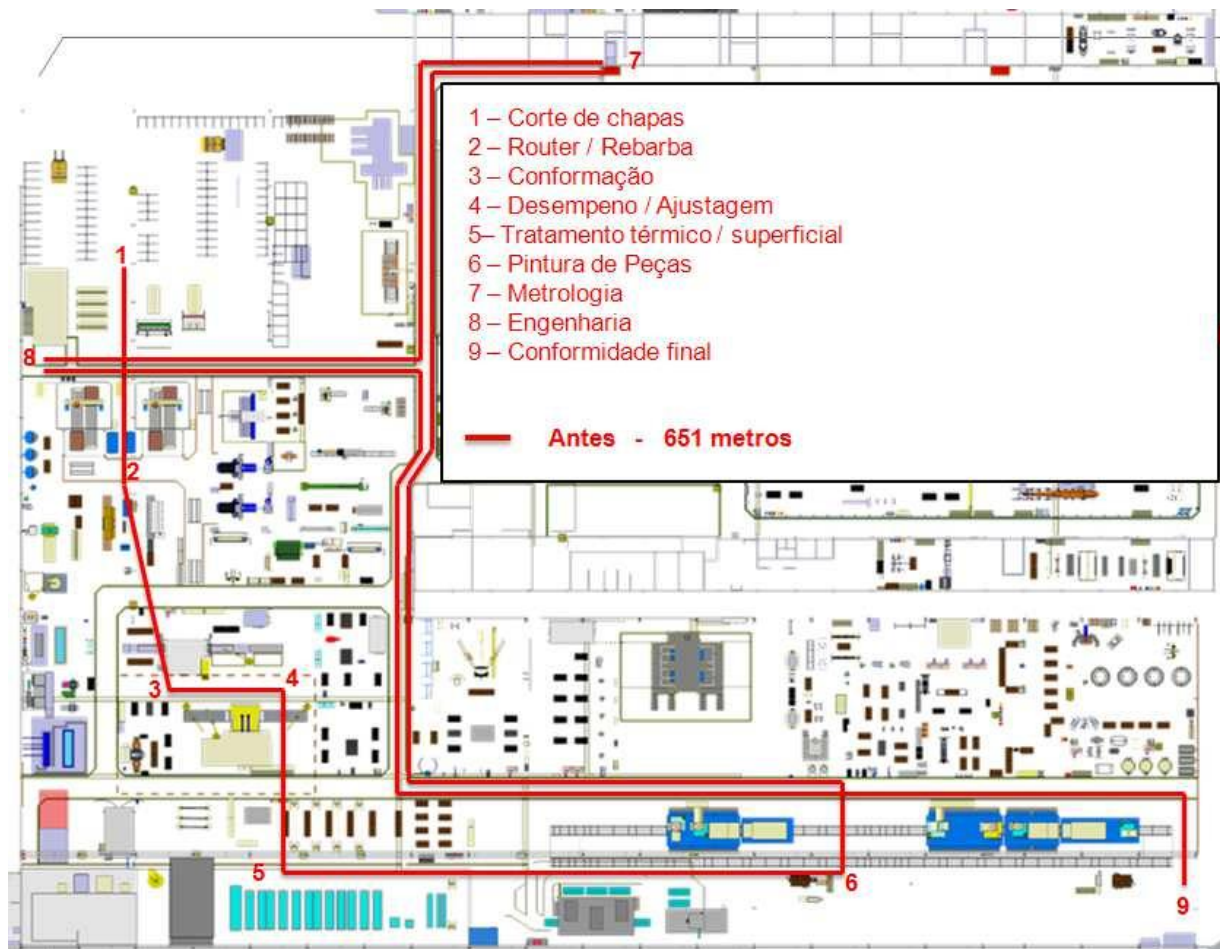


Fonte: Autor, 2015.

### Dia quatro

No quarto dia pela manhã, foi analisado o fluxo de peças e pessoas, a estratégia foi identificar no *layout* da empresa a condição atual de movimentação das mesmas e simular a movimentação destas peças e pessoas utilizando um novo fluxo proposto, implementando algumas melhorias no *layout* da empresa. A Figura 14 ilustra a movimentação das peças em produção de itens que passam pelo processo FAI antes da implantação da melhoria proposta.

Figura 14 – *Layout* antes da implantação da melhoria



Fonte: Autor, 2015.

No processo de fabricação o fluxo é um dos fatores mais relevantes, a situação ideal para obter uma economia de tempo, custos de fabricação e redução de movimentação de peças é implantar o fluxo linear e contínuo. Quando o fluxo de peças não é contínuo, se faz necessário, o deslocamento das peças através de transporte manual ou automatizado aumentando o ciclo e podendo ocorrer danos e/ou perdas de peças.

Após a análise do fluxo dos itens que passam pelo processo FAI, constatou-se que há necessidade dos itens passarem pela área da engenharia de qualidade para realizar as medições tridimensionais e posteriormente pela engenharia de manufatura. O percurso no qual as peças se deslocavam era muito alto, a ideia foi adequar o *layout* da empresa em forma linear, portanto, foi alocado todos os recursos necessários (instalações, máquinas, equipamentos e pessoas) em um mesmo espaço garantindo assim um fluxo contínuo linear.

Esta mudança relativamente simples na localização dos recursos afetou a eficiência geral da produção e diminuiu consideravelmente os custos e tempo de fabricação. Neste caso, a equipe decidiu disponibilizar todos os recursos de acordo com a sequência de fabricação do

produto, ou seja, um processo de produção após o outro, diminuindo o manuseio de peças e ganhando agilidade na fabricação.

A instalação de uma sala para a engenharia de qualidade e manufatura após a pintura de peças com todos os recursos tais como: pontos de energia, ar condicionado para máquina tridimensional e pontos de redes para os computadores foram algumas melhorias necessárias para garantir o fluxo em linha, reduzindo a movimentação conforme Figura 15.

Figura 15 – Layout após a implantação da melhoria



Fonte: Autor, 2015.

### Dia cinco

No quinto e último dia do Projeto *KAIZEN*, a equipe se reuniu logo pela manhã para realizar uma simulação com alguns itens FAI, afim de evidenciar os ganhos esperados com a implantação das melhorias propostas durante a semana *KAIZEN*, e acompanhar todo o novo processo de produção para validar se as melhorias implementadas irão atender os requisitos

conforme esperado. Após a simulação foram registrados os ganhos reais obtidos e os dados foram apresentados para a gerência e direção da empresa.

No período da tarde, foram explicadas todas as ações propostas e realizadas na semana pela equipe para atender aos objetivos propostos no primeiro dia, a situação atual a meta estabelecida e os resultados obtidos com o *KAIZEN* conforme mostra a Figura 16 abaixo:

Figura 16 – Objetivos alcançados

<b>Objetivos</b>	<b>Situação atual (Início)</b>	<b>Meta</b>	<b>Resultados</b>
Reduzir o tempo da Inspeção do Primeiro Artigo- Área Engenharia de Manufatura	<b>98 minutos/item</b>	<b>49 minutos/item</b>	<b>23 minutos/item</b>
Melhorar o índice de Qualidade após aprovação do Primeiro Artigo	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Reduzir a movimentação de peças	<b>651 metros</b>	<b>325 metros</b>	<b>217 metros</b>

Fonte: O Autor, 2015

Foi estabelecido um prazo de 4 meses para manutenção dos resultados e verificação da eficácia do projeto *KAIZEN*, incluindo as recomendações para validação do projeto através da auditoria realizada mensalmente pela equipe de melhoria continua da empresa.

Finalmente, após a apresentação foi encerrado a semana *KAIZEN* pela direção da empresa, com muita comemoração de toda a equipe e gerência, pois as metas estabelecidas foram superadas e os ganhos significativos.

## 5 CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo de caso, fica evidenciado que a implantação da metodologia *Kaizen* é de extrema importância, não só para a empresa estudada, mas para qualquer outra empresa que busque prosperidade no atual mercado competitivo. Com as ações e melhorias propostas no *Kaizen* foi implantado uma nova metodologia de trabalho, que melhorou a eficiência da engenharia de manufatura em 76%, um aumento da qualidade em 33% e uma redução da movimentação de peças em 67% em itens que passam pelo processo FAI. O estudo também mostrou que os resultados referentes à qualidade foi alcançada de forma progressiva, devido à adaptação ao novo método de trabalho.

O resultado final do *Kaizen* foi realizado por meio de uma auditoria final 120 dias após o encerramento do *Kaizen*. O resultado indicou que houve uma melhoria em relação à qualidade dos itens FAI (conforme Figura 13), alcançando no final de outubro de 2014 um resultado de 100%, índice que é considerado satisfatório em comparação a meses anteriores mostrando que a metodologia *Kaizen* atende o processo de melhoria contínua.

A implantação não necessitou de grandes recursos financeiros, foi necessário apenas a disponibilidade para participação de alguns colaboradores escolhidos de forma estratégica, instalação de uma sala para garantir um fluxo linear, mudança da metodologia de trabalho e o envolvimento de todas as áreas para atingir os propósitos definidos do *Kaizen*.

## REFERÊNCIAS

- CAMPOS, V.F. **Controle da qualidade total: no estilo japonês** Rio de Janeiro: Bloch, 1992.
- COLENGHI, V.M. **O & M e qualidade total: uma integração perfeita**. 3 ed. Uberaba: Ad Sumus, 2007.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2005.
- 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: 25 mar. 2015.
- 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 1997.
- GALVÃO, Célio A. C. & MENDONÇA, Mauro M. F. de, **Fazendo acontecer na Qualidade Total; análise e melhoria de processos**. IBQN, Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão: configuração, relações com o planejamento e controle de produção e estudo exploratório na indústria de calçados**. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- GRIMALDI, R. MANCUSO, J.H. **Qualidade Total**. Folha de SP e Sebrae, 17/04/1994, 6º e 7º fascículos.
- HANASHIRO, A. P. **Proposta de Modelo de Gestão do Conhecimento no piso de Fábrica: Estudo de caso de Kaizen em empresas do setor automotivo**. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 2005.
- IMAI, M **Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. 3 ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais – IMAM. 1990.
- JACOB, F. R; CHASE, R.B. **Administração da produção e operações: o essencial**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MONDEN, Y. **Produção sem estoques** – Uma abordagem prática ao Sistema de Produção da Toyota: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM), São Paulo, 1984.
- MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle de produção**: IMAM, São Paulo, 1989.

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

QUEIROZ, J.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.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997

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

SLACK, Nigel; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2007

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

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: 1995

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