

**“UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ
BIBLIOTECA PROF. "CARLOS ALBERTO DE BUARQUE BORGES"**

**Ferramentas do *Lean Manufacturing* aplicadas
em uma indústria de luminárias**

**Guaratinguetá
2011**

LEANDRO TOMIO KODAMA

FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING APLICADAS EM UMA
INDÚSTRIA DE LUMINARIAS

Trabalho de Graduação apresentado
à Faculdade de Engenharia de
Guaratinguetá – UNESP, como
parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de
Engenheiro Mecânico, orientado
pelo Prof. Dr. MESSIAS BORGES.

Guaratinguetá
2011

K769f	Kodama, Leandro Tomio Ferramentas do Lean Manufacturing aplicadas em uma indústria de luminária / Leandro Tomio Kodama – Guaratinguetá : [s.n], 2011. 50 f : il. Bibliografia: f. 46 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011. Orientador: Prof. Dr. Messias Borges da Silva 1. Logística empresarial I. Título CDU 658.5
-------	--



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING APLICADAS EM UMA
INDÚSTRIA DE LUMINÁRIA

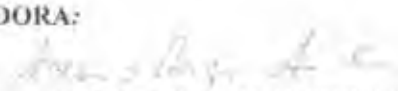
LEANDRO TOMIO KODAMA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO**
EM ENGENHARIA MECÂNICA

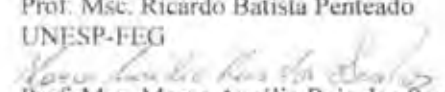
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Msc. Ricardo Batista Penteado
UNESP-FEG


Prof. Msc. Marco Aurélio Reis dos Santos
UNESP-FEG

Guaratinguetá / SP
Dezembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus e aos meus pais, Luiz e Tereza, que sempre me deram todo o suporte para que eu pudesse crescer em todos os sentidos e realizar o curso de graduação em engenharia mecânica,

aos meus irmãos, Luciane e Fábio, que sempre estiveram ao meu lado

aos amigos que sempre me ajudaram nos momentos difíceis

à República Inferninho, minha segunda família, por partilhar experiências importantes, engraçados, felizes e tristes onde pude aprender que a faculdade é mais do que apenas livros,

aos professores da faculdade de engenharia de Guaratinguetá que dedicam suas vidas ao ensino e à educação de qualidade,

à Itaim e seus colaboradores pelo suporte necessário para a realização deste trabalho,

ao meu orientador, Professor Messias pelo todo apoio, dedicação e tempo oferecido para realização deste trabalho.

à Deus novamente por ter posto todos estes acontecimentos e pessoas em minha vida.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmãos que sempre me deram suporte e incentivo para os estudos e acima de tudo acreditaram em mim.

EPIGRAFE

“Podemos escolher recuar em
direção a segurança ou avançar em
direção ao crescimento.
A opção pelo crescimento tem
quer ser feita repetidas vezes.
E o medo tem quer ser
superado a cada momento.”

Abraham Maslow

Kodama, L. T. . **Ferramentas do *Lean Manufacturing* aplicadas em uma indústria de luminárias** 2011. 50 f. Trabalho de graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

Resumo

Devido à globalização, é cada vez mais freqüente as empresas tornarem seus produtos mais competitivos. Com este panorama, as indústrias procuram formas mais eficientes de produzir. O presente trabalho tem por objetivo analisar as ferramentas do *Lean Manufacturing* aplicadas em uma indústria de luminárias, abordando os aspectos positivos. Foram aplicadas ferramentas como mapeamento de fluxo de valor, *Kanban*, redução do setup e programa 5S. Com a aplicação dessas ferramentas obteve melhoras nos processos, redução do lead time da fábrica e diminuição do custo das luminárias.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean manufacturing*, sistema enxuto, indústria de luminárias e eliminação de desperdícios.

Kodama, L. T. . **Lean Manufacturing Tools applied in an industry luminaries** 2011. 50 f. Academic Work (Graduation in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011

Abstract

Due to globalization, is increasingly common for companies to make their products more competitive. With this background, the industries seek more efficient ways to produce. This paper aims to examine the tools of Lean Manufacturing applied in an industry luminaries ,addressing the positive aspects. Were applied tools like value stream mapping, Kanban, setup reduction and 5S program. With the application of these tools obtained improvements in processes, reducing lead time from factory and reducing the cost of the luminaries.

Keywords: Lean manufacturing, industry luminaries and elimination of waste.

Lista de figuras

Figura 1- Símbolos usados no mapeamento de fluxo de valor	19
Figura 2 - Exemplo de mapeamento de fluxo de valor	20
Figura 3- Pilares da sustentação da Manutenção Produtiva Total	24
Figura 4- Luminária da família-piloto 2005	28
Figura 5- Corpo completo da luminária 2005 e seus principais componentes	29
Figura 6- O conjunto ótico montando e seus principais componentes.....	30
Figura 7- A luminária 2005 completa	30
Figura 8- Mapeamento de fluxo de valor estado atual	32
Figura 9- Foto da Itaim iluminação mostrando a formação de lotes	33
Figura 10- Mapeamento de fluxo de valor estado Futuro.....	35
Figura 11- Antigo caminho percorrido pelos materiais na metalurgia.....	37
Figura 12- Novo caminho percorrido pelos materiais na metalurgia.....	38
Figura 13- Antigo layout e o caminho percorrido pelos materiais na fábrica	39
Figura 14 - Novo layout e o caminho percorrido pelos materiais na fábrica	40
Figura 15- Supermercado da pintura de corpos	41
Figura 16 - Kanban do supermercado da metalurgia	42
Figura 17- Quadro kanban da metalurgia	42
Figura 18- Organização das bobinas	44
Figura 19- Quadro análise da produção.....	45
Figura 20- Diagrama de Ishikawa	46
Figura 19- Foto retirada antes do programa 5S.....	46
Figura 20- Supermercado de parafuso, porcas e rebites 5S	48
Figura 21- Organização das ferramentas	48
Figura 22- Redução dos lotes	49
Figura 23- Gráfico do lead time da luminária 2005	50

Lista de abreviaturas e siglas

MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
VSM	<i>Value Stream Map</i>
5S	Os 5Ss são as iniciais de cinco palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke .
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TRF	Troca rápida de ferramenta
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
CNC	Controle numérico computacional
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
PCP	Planejamento do controle da produção
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
FIFO	<i>First in / First out</i>
4M	Material, Método, Máquina e Mão de obra

Sumário

1 Introdução	14
1.1 Contextualização do problema	14
1.2 Objetivo	14
1.3 Justificativa.....	15
1.4 Estrutura do trabalho	15
2 Fundamentação teórica.....	16
2.1 Surgimento do <i>Lean Manufacturing</i>	16
2.2 O que é <i>Lean Manufacturing</i>	17
2.3 Princípios do <i>Lean Thinking</i>	18
2.4 Ferramentas utilizadas no <i>Lean Manufacturing</i>	20
2.4.1 Mapeamento do fluxo de valor ou <i>Value Stream Map</i> (VSM)	20
2.4.2 Kanban	22
2.4.3 Programa 5S.....	23
2.4.4 Manutenção Produtiva Total	24
2.4.5 Troca rápida de ferramenta (SMED)	26
2.4.6 Gestão Visual.....	27
3 Desenvolvimento	28
3.1 Descrição da empresa.....	28
3.2 O projeto.....	28
3.3 O produto.....	28
3.4 O Processo.....	29
3.5 Mapeamento de fluxo de valor.....	32
3.5.1 Mapeamento do fluxo de valor estado atual.....	32
3.5.2 Mapeamento do fluxo de valor estado futuro	34
3.6 Ações do projeto	37
3.6.1 Mudanças no Layout	37
3.6.2 Implementação dos kanbans	41
3.6.3 Redução dos setups.....	43
3.6.4 Aumento da disponibilidade das máquinas e estabilidade na produção	45
3.6.5 Programa 5S.....	47

4 Discussão dos resultados	50
5 Conclusão	52
6 Sugestões para continuidade do trabalho	53
7 Referências bibliográficas.....	54

1. Introdução

1.1.Contextualização do problema

No decorrer da história podem-se verificar modos distintos de organizar o processo de trabalho que surgiu de acordo com as necessidades da época condicionados por fatores econômicos, políticos, culturais e sociais.

Atualmente com a globalização e a liberalização da economia crescente as empresas buscam tornar seus produtos globais, por consequência disso, os mercados estão mais competitivos. Com este novo cenário mundial, as empresas ligadas a manufaturas necessitam atender de melhor forma os seus clientes cada dia mais exigentes.

Assim, é necessária uma busca de novos sistemas de gestão que consigam utilizar menos recursos, produzir mais em menos tempo e aumentar a sua qualidade. Esses são desafios para garantir a sobrevivência de uma indústria.

As indústrias japonesas destacaram-se pela criação de uma nova filosofia de produção, embasada em otimizar os processos e os procedimentos através da eliminação de desperdícios. Devido ao sucesso alcançado por essa filosofia conhecida como *Lean Manufacturing*, *Lean Production* ou Sistema Enxuto de Produção muitas empresas aderiram a esse sistema.

1.2.Objetivo

O objetivo deste trabalho é analisar os impactos que as ferramentas do *Lean Manufacturing* causam no desempenho da indústria de luminárias, na redução do *Lead time*.

1.3.Justificativa

Devidos as constantes mudanças, as indústrias buscam formas mais eficazes de produzir que as tornem mais competitivas no mercado. Deste modo a filosofia *Lean Manufacturing* destacou-se como um processo produtivo. Assim, o estudo, a

divulgação e aplicação dos conceitos *Lean Manufacturing* são fundamentais para a capacitar e desenvolver um profissional que deseja atuar na melhoria contínua na empresa.

1.4.Estrutura do trabalho

O capítulo dois apresenta a fundamentação teórica abordando o surgimento, os princípios e as principais ferramentas do *Lean Manufacturing*. O capítulo três apresenta o desenvolvimento do trabalho, descreve as ferramentas que foram utilizadas na fábrica abordando os principais benefícios.

No último capítulo discutem-se os resultados obtidos deste trabalho e assim como proposta para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

2.1.O surgimento do *Lean Manufacturing*

Após a derrota do Japão na Segunda Guerra Mundial em 1945, este encontrava-se arrasado. As empresas japonesas, juntamente com o governo, tinham como objetivo a reconstrução do país. As indústrias para se recompor possuíam uma série de dificuldades, principalmente no setor automobilístico de acordo com Womack e Jones (2004):

- As indústrias estavam devastadas pela guerra e com grandes dificuldades para comprar tecnologias de produção ocidental mais recente.
- O mundo exterior estava repleto de imensos produtores de veículos motorizados ansiosos por operarem no Japão, e dispostos a defenderem seus mercados consagrados contra exportações japonesas.
- O mercado interno era pequeno e demandava uma vasta gama de veículos.
- Alto preço do combustível.
- As novas leis trabalhistas, inseridas pela ocupação norte-americana, fortaleceram significativamente a posição dos trabalhadores. Os sindicatos representando todos os empregados de uma companhia garantiram a participação nos lucros da na forma de pagamentos em bônus.
- Ao contrário do ocidente, não existiam os trabalhadores-hóspedes ou minorias com opções ocupacionais limitadas, isto é, imigrantes temporários dispostos a enfrentar condições precárias de trabalho, em troca de remuneração compensadora. No ocidente, tais indivíduos haviam constituído o grosso da força de trabalho na maioria das companhias de produção em massa, portanto o operário era melhor remunerado no Japão.

Este era o cenário encontrado no Japão pós-guerra, os japoneses a procura de novas soluções, visitaram indústrias em outros países, principalmente nos EUA,

que se tornara líder mundial em manufatura. Os principais engenheiros de produção da Toyota, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda chegaram à conclusão que utilizar o sistema de produção em massa ou Fordismo, modelo idealizado pelo empresário americano Henry Ford no qual empregava à risca os princípios da padronização, simplificação em linhas automatizadas, não convinha à indústria japonesa. Este sistema somente serviria para um mercado de massa. No Japão, como a demanda era pequena e com um mercado diversificado de automóveis precisava de uma nova forma de produzir. Desse início experimental nasceu o que a Toyota veio a chamar de Sistema de Produção Toyota que vem se aperfeiçoando até os dias atuais.

2.2.O que é *Lean Manufacturing*?

Segundo o *Lean Institute* Brasil (2011) o termo *Lean Manufacturing* foi cunhado no final da década de 80 através de uma pesquisa do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) sobre a indústria automobilística mundial. A pesquisa revelou que a Toyota havia desenvolvido um novo e superior paradigma de gestão nas principais dimensões dos negócios (manufatura, desenvolvimento de produtos e relacionamento com os clientes e fornecedores).

O *Lean Manufacturing* tem como objetivo a eliminação de todo o tipo de desperdício, ou seja, excluir o que não tem valor para o cliente e produzir velocidade à empresa. Taiichi Ohno (1997) observaram os sete grandes tipos de desperdícios citados a seguir:

- Excesso de produção (produzir mais que o cliente necessita);
- Transporte (movimentação do produto que não agrega valor);
- Movimento (movimentação de pessoas que não agrega valor);
- Espera (tempo ocioso porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão prontos);
- Processo (esforço que não agrega valor do ponto de vista para o cliente);
- Estoque (excedente de materiais, peças ou produtos);

- Defeitos (trabalho que contém erros, enganos ou falta de alguma coisa necessária).

Segundo Womack e Jones (2004) *Lean Thinnking* ou pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupções toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma mais eficaz. Em suma, o pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles querem.

2.3.Princípios do *Lean Thinking*

São cinco os princípios do *Lean Manufacturing* de acordo com o *Lean Institute* Brasil a seguir:

2.3.1. Especifique valor

“O ponto de partida para a mentalidade enxuta consiste em definir o que é Valor. Diferente do que muitos pensam, não é a empresa e sim o cliente quem define o que é valor. Para ele, a necessidade gera o valor e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico, a fim de manter a empresa no negócio e aumentar os lucros via melhoria contínua dos processos, reduzindo os custos e melhorando a qualidade” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, http://www.lean.org.br/5_principios.aspx).

2.3.2.Fluxo de valor

“O próximo passo consiste em identificar o **Fluxo de Valor**. Significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e, por fim, aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente. Apesar de continuamente olharem para sua cadeia produtiva, as empresas continuam a focalizar em reduções de custos não acompanhadas pelo exame da geração de valor, pois olham apenas

para números e indicadores no curto prazo, ignorando os processos reais de fornecedores e revendedores. As empresas devem olhar para todo o processo, desde a criação do produto até a venda final (e, por vezes, inclusive o pós-venda).” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, http://www.lean.org.br/5_principos.aspx).

2.3.3. Fluxo contínuo

A seguir, deve-se dar "fluidez" para os processos e atividades que restaram. Isso exige uma mudança na mentalidade das pessoas. Elas têm que deixar de lado a ideia que têm de produção por departamentos como a melhor alternativa. Constituir **Fluxo Contínuo** com as etapas restantes é uma tarefa difícil do processo. É, também, a mais estimulante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto uma "atualidade": a empresa pode atender a necessidade dos clientes quase que instantaneamente. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, http://www.lean.org.br/5_principos.aspx).

2.3.4. Produção Puxada

“Isso permite inverter o fluxo produtivo: as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor (desovando estoques) através de descontos e promoções. O consumidor passa a puxar o fluxo de valor, reduzindo a necessidade de estoques e valorizando o produto. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, conectam-se os processos através de sistemas puxados.” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, http://www.lean.org.br/5_principos.aspx).

2.3.5. Perfeição

“Perfeição, quinto e último passo da Mentalidade Enxuta, deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. A busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa em processos transparentes, onde todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, http://www.lean.org.br/5_principos.aspx).

2.4.Ferramentas utilizadas no *Lean Manufacturing*

As ferramentas do Lean são utilizadas para atingir os cinco princípios. A seguir serão apresentadas as principais ferramentas.

2.4.1.Mapeamento do fluxo de valor ou *Value Stream Map* (VSM)

O mapeamento do fluxo de valor são fluxogramas que indicam o fluxo de matérias, de informações, de pessoas e de processos. Segundo Womack e Jones (2004) o objetivo da criação de um mapa de fluxo de valor é identificar ações que realmente criam valor, conforme percebido pelo cliente, das ações que não criam valor para que estas possam ser eliminadas.

O VSM é uma ferramenta construída utilizando símbolos gráficos (ícones) para documentar e apresentar visualmente a sequência de todo fluxo de uma empresa. A Figura 1 mostra alguns destes ícones.

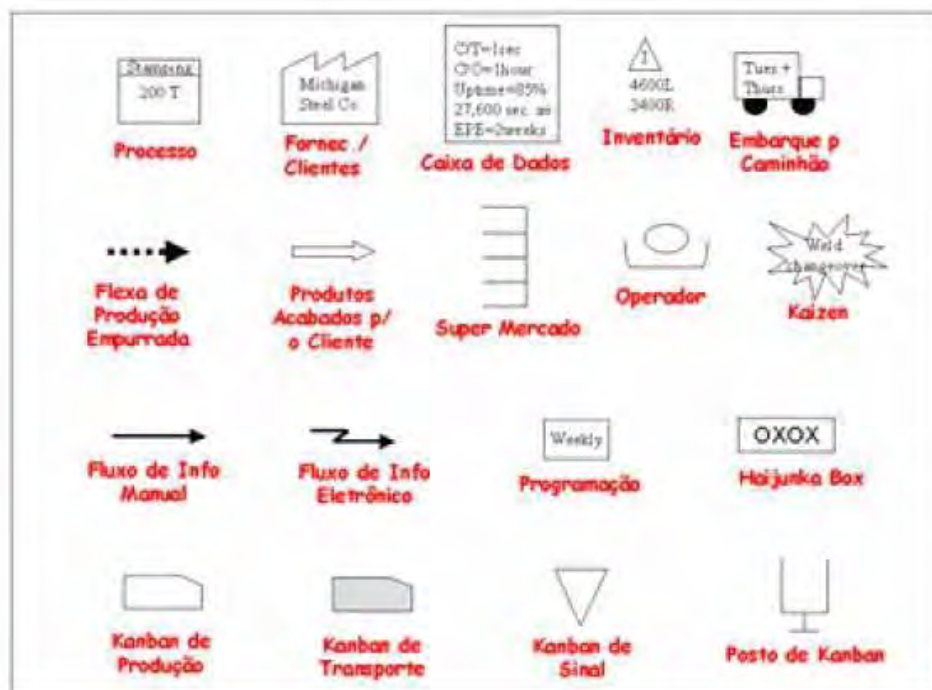


Figura 1- Símbolos usados no mapeamento de fluxo de valor, disponível na página web: www.engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com

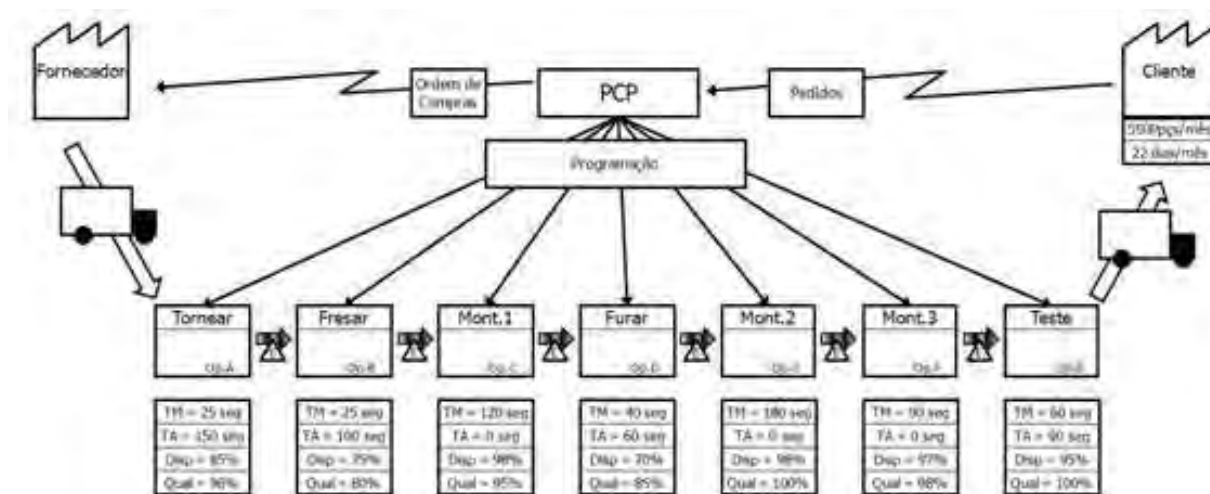


Figura 2 - Exemplo de mapeamento de fluxo de valor, disponível na página web:
www.taktica.wordpress.com/2011/06/17/gestaoacelula/

A Figura 2 indica um exemplo de mapeamento de fluxo de valor, o fluxo de material é desenhado na parte inferior dos mapas, da esquerda para direita na medida em que se percorre o fluxo de material de uma família de produtos. Deste modo podem-se encontrar lugares em que os estoques se acumulam, esses pontos são importantes para serem ilustrados no mapa da situação atual, pois mostram onde o fluxo está interrompendo.

O fluxo de informação como ilustrado na Figura 2 fica na parte superior dos mapas da direita para a esquerda. Desta forma se descobre como cada processo é informado sobre o que fazer e quando fazer para seu processo cliente. Podem ser identificados movimentos que são empurrados pelo produtor ao invés de ser puxado.

É Importante estar familiarizado com os seguintes nomenclatura típica que são utilizados no mapeamento do fluxo de valor de acordo com Rother e Shock (1999):

Lead Time - Representa o tempo total que um produto, desde seu início até o produto acabado, podendo este trecho ser uma linha ou a fábrica como um todo, desde sua entrada até a saída para o cliente.

Tempo de ciclo – Representa o tempo consumido na produção de um dado processo.

Takt Time - É a velocidade na qual os clientes solicitam os produtos acabados. Ela é determinada pela divisão do tempo disponível de produção pela necessidade do cliente.

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponivel\ diário}{demanda\ de\ luminarias\ requerida\ por\ dia} \quad (1)$$

2.4.2. Kanban

Kanban, cartão visual em japonês, é uma ferramenta que tem a finalidade de estabelecer uma visualização rápida e clara do processo em andamento, permitindo gerenciar o sistema de forma ágil. Deste modo controla visualmente o processo que avisa no momento da necessidade do reabastecimento ou da produção do que está sendo solicitado, respeitando a devida quantidade do lote, o que possibilita o fluxo de produção puxado, segundo Giannini (2007).

Ohno (1997) destaca as seis funções do Kanban, são elas:

1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar;
2. Fornecer informação sobre a produção;
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo;
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias;
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz;
6. Revelar problemas existentes e manter o controle dos estoques.

De acordo com Chambers, Slack e Johnston (2002) existem três tipos principais de *kanbans* são eles:

2.4.2.1. *Kanban* de produção;

O *kanban* de produção dispara a produção de um lote de peças de determinado tipo. Nenhuma operação de produção é efetuada, exceto na linha de montagem, sem que haja um *kanban* de produção autorizado.

2.4.2.2. *kanban* de movimentação ou transporte;

O *kanban* de transporte permite a movimentação do material pela fábrica, do centro de produção que determinado item fabrica para o centro de produção que o consome em seu estágio do processo.

2.4.2.3. Kanban do fornecedor;

Kanban de fornecedor é empregado para avisar ao fornecedor que é necessário despachar materiais ou componentes para um estágio da produção. Ele é análogo ao *kanban* de movimento, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

2.4.3. O programa 5S

De acordo com Imai o programa 5S tem o objetivo de melhoria da qualidade e produtividade, deve iniciar-se com a mudança de hábitos dos colaboradores quanto à limpeza, à organização, ao asseio e à ordem do local de trabalho. O programa 5S pode tornar os processos mais eficientes e melhora o bem estar do trabalhador. Sua principal contribuição é a redução do desperdício de materiais, de tempo e de espaço. Os 5Ss são as iniciais de cinco palavras japonesas que possui o significado descrito abaixo:

Seiri – Organização, Seleção e Utilização.

Seiton – Ordem e Arrumação.

Seiso – Limpeza e Padronização.

Seiketsu – Higiene e Asseio.

Shitsuke – Disciplina.

A seguir, será feita uma descrição de cada uma destas etapas, baseadas nas descrições de Imai (1996).

Seiri – Senso de utilização

O importante nesta etapa é a diferenciação entre o necessário e o desnecessário. Há a necessidade de se desfazer do desnecessário, remover tudo o que não for necessário para a atividade de produção no futuro próximo. A intenção é criar um ambiente organizado de trabalho. São alguns exemplos que podem ser retirados do ambiente de trabalho: estoque em processo, semiacabados que não

estão sendo utilizados, ferramentas sem utilidade, máquinas desnecessárias, produtos com defeitos, papéis, documentos e lixo.

Seiton – Senso de organização

O princípio básico nessa etapa é ter um lugar para tudo e manter tudo no seu lugar, pronto para uso a qualquer momento. Condicionar as ferramentas, os equipamentos e matérias de acordo com o local de uso e a sua frequência de utilização.

Seiso – Senso de limpeza

Tornar hábito a limpeza e o asseio, começando por si mesmo. O objetivo é manter o local limpo e evitar que este fique sujo para transmitir uma mensagem de que se espera um trabalho de qualidade. Limpeza suficiente para evitar problemas de qualidade, manutenção e para promover a visibilidade. A limpeza faz parte também da Manutenção Produtiva Total.

Seiketsu– Senso de padronização

Criar e seguir um padrão resultante do desempenho adequados nos três primeiros Ss. Mostra à padronização das práticas de trabalho como manter os objetos do setor em locais que devem estar neste setor de acordo com a sua classificação.

Shitsuke– Senso de padronização

É o senso de manter todos os resultados alcançados de forma a minimizar o trabalho de refazer as tarefas. É imprescindível somar todos os ganhos obtidos e tirar o que de melhor aconteceu e levar como experiência para outros departamentos. É registrar ou documentar o estado atual dos resultados e não permitir o regresso às antigas práticas.

2.4.4. Manutenção Produtiva Total

Manutenção produtiva total ou *Total Productive Maintenance* (TPM) abrange uma série de atividades que visa atingir a máxima eficiência do sistema de produção, maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes buscando perda zero. A palavra total significa que deve ser aplicada a todos os departamentos de uma empresa, envolve todos os funcionários para que alcancem a produtividade e desempenho total. (Moreira 2003).

Esta ferramenta significa falha zero e a quebra zero das máquinas, juntamente do defeito zero nos produtos e perda zero no processo. Desse modo a falha zero é conquista em elaborar uma máquina sem nenhum defeito desde o seu projeto. Já a alcance da quebra zero das máquinas e equipamentos está relacionada com a manutenção preventiva, ou seja, é a intervenção em um equipamento ou máquina antes de sua quebra. Normalmente, a quebra zero é uma atividade de responsabilidade do setor de manutenção. Por último, defeito zero nos produtos é a perda zero no processo, relacionada à qualidade dos produtos, ou seja, é evitar que haja retrabalho, fazendo as operações de maneira correta logo na primeira vez. O defeito zero é uma responsabilidade atribuída tanto ao setor de produção como também ao setor de qualidade. (Nakajima, 1989)

Na Figura 3 é ilustrado oito pilares para implementação da Manutenção Produtiva Total, sendo cada pilar responsável por um sistema gestão e integrando com os demais pilares.

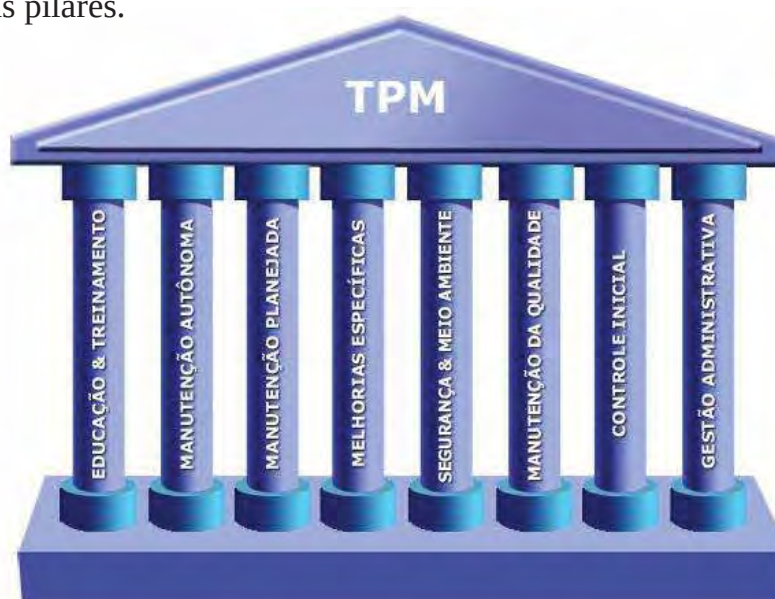


Figura 3- Pilares da sustentação da Manutenção Produtiva Total disponível na pagina web: <http://engenhariadamanutencao.blogspot.com>

2.4.5.Troca rápida de Ferramenta (SMED)

De acordo com *Lean institute* Brasil, *setup* é o processo de mudança da produção de um item para outro em uma mesma máquina ou equipamento que exija troca de ferramenta e/ou dispositivo. O tempo de *setup* é compreendido entre a última unidade produzida de um ciclo até a primeira unidade, com qualidade, do ciclo seguinte.

A troca rápida de ferramentas (TRF) ou *Single Minute Exchange of Die* (SMED – livremente traduzida por TRF em tempos inferiores há 10 minutos) tem por objetivo reduzir o tempo de preparação (ou *setup*) de equipamentos minimizando períodos não-produtivos no chão de fábrica. Como consequência, é possível a redução do tamanho dos lotes de produção na manufatura. A TRF fundamenta-se em técnicas que enfatizam o trabalho cooperativo em equipe e a proposição de formas criativas de melhoria de processos.

De acordo com Shingo (2000) é constituído de quatro estágios para troca de ferramenta rápida. No primeiro estágio, não existe distinção entre *setup* interno (que ocorrem com a máquina parada) e externo (que ocorrem com a máquina em operação). O objetivo é analisar a operação atual de *setup*, com participação dos operadores envolvidos na preparação em estudo. O estágio 2, considerado o mais importante da implantação da TRF, ocorre a distinção entre as operações de *setup* interno e externo. No 3º estágio ocorre análise da operação de *setup*, com o objetivo de conferir a possibilidade de converter operações de *setup* interno em externo (diminui o tempo de máquina parada) e por último é realizada análise de cada ação das operações de *setup* interno e externo, buscando sua racionalização por meio da eliminação de ajustes e operações do *setup*.

2.4.6.Gestão visual

A Gestão Visual é um sistema de planejamento que visa diminuir o tempo de respostas, eliminando as atividades desnecessárias, através de ferramentas visuais

simples tornando o trabalho mais transparente para todos. Isso contribui para reduzir controles e a necessidade de sistemas complexos de informação.

O conceito é colocar em local de boa visibilidade de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos.

Os benefícios da gestão visual são:

- Melhoria da comunicação entre setores e turnos de trabalho e do *feedback* entre operadores, supervisores e gerentes.
- Aumento da compreensão sobre o funcionamento da produção.
- Acréscimo da rapidez de resposta na ocorrência de imprevistos.
- Visualização imediata da performance diária dos processos.
- Evidenciar os procedimentos operacionais padrão utilizados.
- Melhoria da capacidade de colocar e apresentar prioridades de trabalho.
- Aumento da conscientização para a eliminação de desperdícios.

3.Desenvolvimento

3.1.Descrição da empresa

Fundada em 1965 a Itaim Iluminação é uma empresa 100% nacional e fabricante de sistemas de iluminação. É uma das principais empresas em seu segmento, produzindo luminárias do tipo comercial, industrial, decorativa, específica, externa e L.E.D.

Atualmente possui uma fábrica de 30 mil m² e cerca de 400 colaboradores fornecendo luminárias de alta qualidade para todo o Brasil.Utiliza um moderno laboratório que faz ensaios fotométricos, elétricos e mecânicos.

O processo de fabricação produtos conta com dobradeiras automáticas, centro de dobra, prensas hidráulicas e puncionadeiras CNC, pintura eletrostática e um controlado processo de inspeção.

A empresa tem a certificação da ISO 9001 que estabelece requisitos para gestão da qualidade, 14001 estabelece um sistema de gestão ambiental e OHSAS 18001 sistema de gestão de segurança e saúde.

3.2.O projeto

O *Lean Manufacturing* está em processo de implementação em uma das linha de produção de uma fábrica de luminárias. Esta linha foi escolhida porque produz luminárias normais de linha que possui maior demanda. Sendo este um projeto piloto que pretende ser expandido para as demais linhas da fábrica. O projeto conta com consultores do *Lean Institute* Brasil que auxilia no planejamento.

3.3.O produto

As luminárias produzidas na linha-piloto são luminárias de sobrepor e embutir, feitas de chapa de aço SAE 1008 de 0.5 mm de espessura e tratado em pintura eletrostática epóxi-pó na cor branca. Possuem conjunto óptico confeccionados em alumínio brilhante formado por capa V, lateral refletora e aletas. A Figura 4 mostra a luminária 2005.

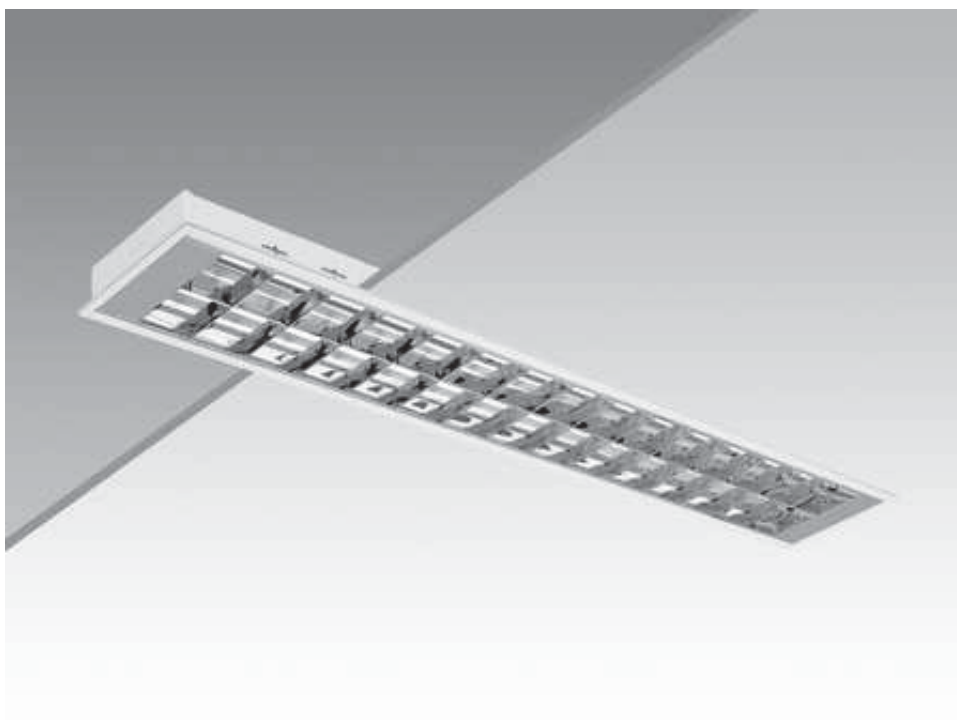


Figura 4- Luminária da família-piloto 2005 disponível na pagina web:
<http://www.itaimiluminacao.com.br>

3.4.O processo

O processo de fabricação é dividido em duas partes: a primeira parte corresponde ao corpo da luminária e a segunda parte ao conjunto óptico da luminária.

Inicia-se a fabricação do corpo da luminária utilizando-se uma puncionadeira (máquina CNC de estampagem que emprega bobinas de aço). Através dela são feitas rasgos, furos e cortes formando o chassi da luminária. No próximo processo é utilizado prensa hidráulica que tem o objetivo de formar o basculante (abertura retangular que serve para fazer a manutenção do reator) da luminária. Na próxima etapa são utilizadas dobradeiras hidráulicas que desenvolvem o perfil da luminária. As guilhotinas cortam as cabeceiras no tamanho desejado. Depois são passados em prensas hidráulicas e utilizam ferramentas que dão o formato final a estes componentes. Por fim, as máquinas de solda-ponto fazem a junção do chassi com as cabeceiras da luminária e de seus componentes (porta-soquetes, passa-fio e etc).

Após este processo o corpo é levado para tratamento químico, utilizam-se banhos de desengraxante e antioxidantes. No final do tratamento é posto numa estufa para receber a pintura eletrostática. A pintura eletrostática é um processo de pintura no qual

as partículas de tinta recebem um potencial elétrico negativo e as peças, devidamente aterradas, têm um potencial elétrico positivo, criando-se assim uma atração das partículas de tinta pela luminária a ser pintada. A cura da camada de tinta depositada é obtida através de uma estufa convectiva. O corpo é retirado da estufa e o processo da formação do corpo é finalizado. A Figura 5 mostra o corpo da luminária e seus principais componentes.

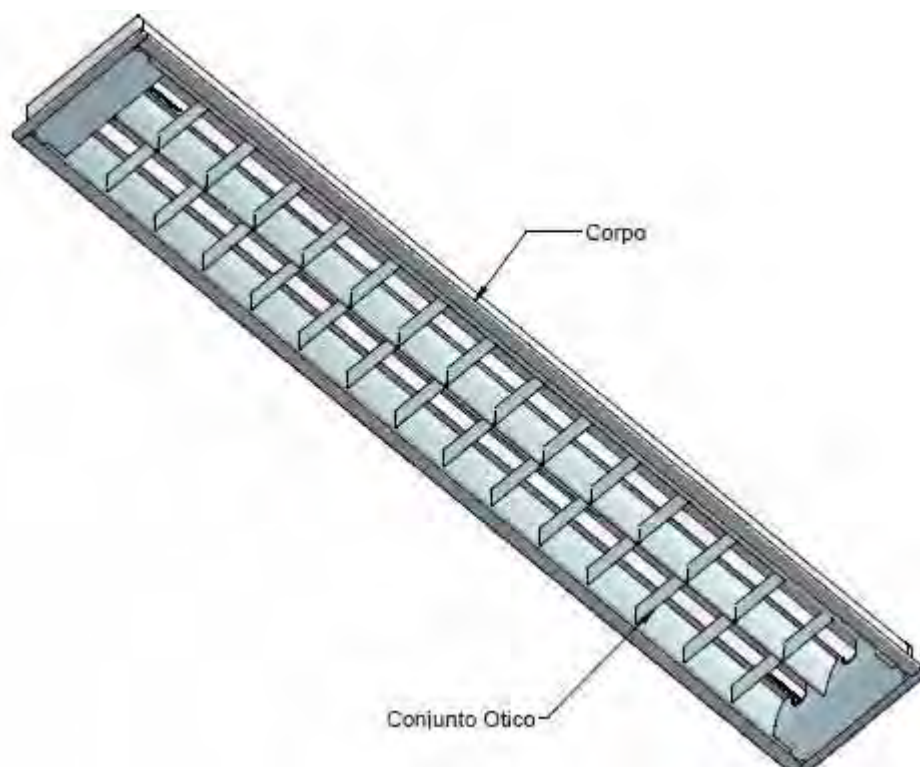


Figura 5- O corpo completo da luminária 2005 e seus principais componentes

O conjunto óptico é a peça interna da luminária sua função é modificar a distribuição espacial de um fluxo luminoso emitido por uma fonte de luz, formada por principalmente capa V, lateral refletora e aleta. A capa V e lateral refletora passam por processos semelhantes. Primeiramente, passam pelo endireitador de bobina de alumínio para regularizar o formato da bobina em seguida, vão para uma prensa excêntrica programável para fazer a estampagem e por último, passam na calandra para dobrar em raio ou em dobradeiras que as dobras em perfil. Já as aletas são feitas de chapas de aço ou alumínio e podem ser estampadas em puncionadeiras. Finalizados, os componentes do conjunto óptico são separados e levados à linha de

montagem de ópticos. A Figura 6 indica conjunto óptico da luminária 2005 seus componentes.

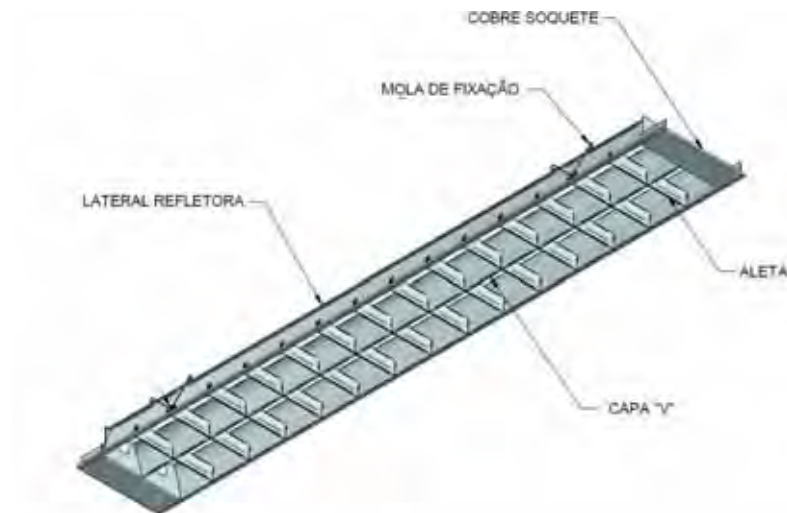


Figura 6- O conjunto ótico montando e seus principais componentes

Após receber o tratamento e a pintura, o corpo é levado para a linha de montagem, juntamente com o conjunto óptico e seus respectivos componentes (reatores, lâmpadas, soquetes e fiações) passando pela montagem final.

A Figura 7 mostra a luminária 2005 montada com corpo e juntamente com o conjunto óptico.

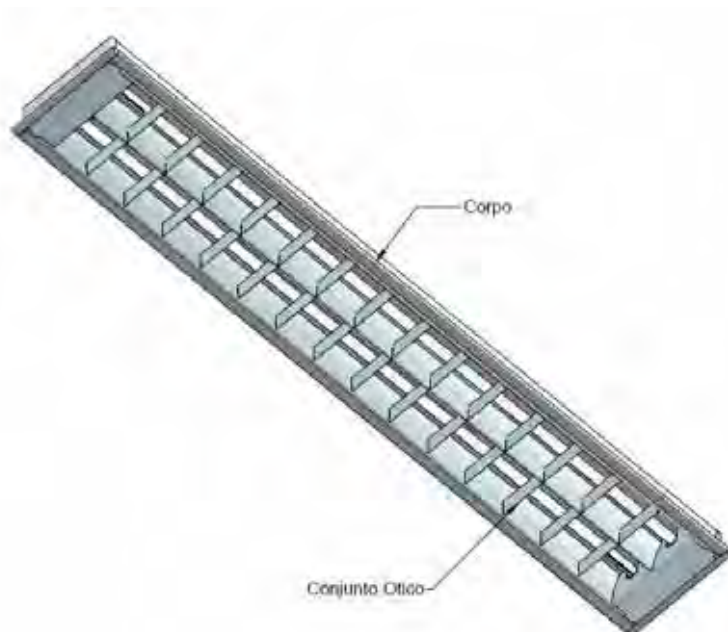


Figura 7- A luminária 2005 completa

3.5.Mapeamento de fluxo de valor

3.5.1.Mapeamento de fluxo de valor do estado atual

No dia 17 de junho de 2010 foi realizado o mapeamento de fluxo de valor da família de luminária de 2005. A luminária em questão foi escolhida por possuir maior demanda e passar por etapas de processamento semelhantes às das outras famílias da linha piloto.

O mapeamento do fluxo de valor do estado atual será demonstrado na Figura 8. Através do mapeamento verificou-se que:

- A produção era empurrada, os processos-fornecedores produziam partes das quais seus processos-clientes não precisavam naquele momento. Tais partes eram empurradas para estoques, ou seja, gerando o acúmulo de semi-acabados nos processos intermediários;
- Cada processo tinha sua própria programação, operando como uma ilha isolada, não conectada ao processo seguinte, em que cada um produz em um ritmo diferente gerando lotes.
- Uma ordem de fabricação-mãe era distribuída para a metalurgia que a separava em ordens de fabricação-filha. O responsável pela programação era a metalurgia não o PCP, portanto o excesso de informação não agregava valor ao produto e a desorganização do PCP dificultava a programação e aumentava os atrasos.
- O software MRP (*Material Requirement Planning*) não era confiável, dificultava a programação. Não era possível identificar a quantidade real de material dentro da fábrica.

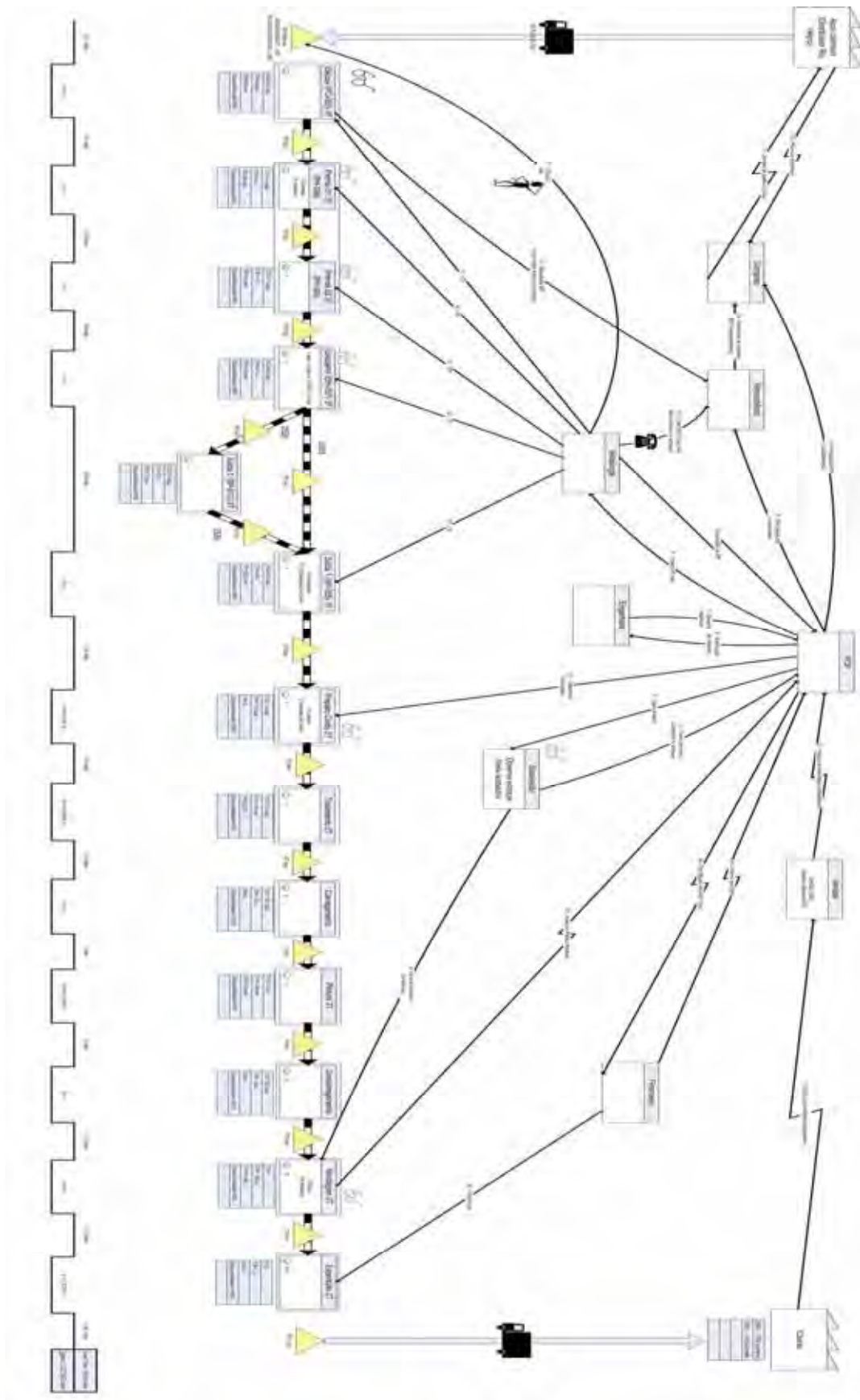


Figura 8-Mapeamento de fluxo valor do estado atual

Essa era situação encontrada na empresa e verificou-se um lead-time alto de aproximadamente 34,05 dias. A produção era totalmente empurrada, formavam-se enormes quantidades de estoques ao longo dos processos. A Figura 9 ilustra muitos lotes parados na fábrica com baixa rotatividade característica do sistema empurrado de produção.



Figura 9- Foto da Itaim iluminação mostrando a grande quantidade de lotes

3.5.2.Mapeamento de fluxo de valor estado futuro

Foi montado um mapeamento do fluxo de valor futuro organizado de maneira enxuta para tanto, foram seguidas algumas regras coerentes aos princípios do *Lean* apresentados a seguir:

- Produzir de acordo com o *Takt-Time*, calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho pelo volume da demanda do cliente, utilizado para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo de vendas de acordo com a equação 1

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponível\ diário}{demanda\ de\ luminarias\ requerida\ por\ dia} \quad (1)$$

Para aplicar o sistema puxado foi calculado o *Takt-Time* da empresa

calculado com a equação 2. O tempo disponível correspondente a um dia operando durante dois turnos era 17 horas de trabalho e a demanda necessária por dia era de 2730 luminárias.

$$\text{Takt time} = \frac{17\text{ horas} \times 3600\text{ s}}{2730\text{ luminárias}} = 22,41\text{ s} \quad (2)$$

Portanto a cada 22,41 segundos deveria sair uma luminária pronta.

- Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível, isto é, produzir uma peça de cada vez, no qual cada item será passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada, diminuindo desperdícios.
- Utilizar supermercados e *kanban* para controlar a produção onde não é possível utilizar um fluxo contínuo. O processo-cliente vai ao supermercado e retira somente o que precisa e quando há necessidade, tendo a obrigação o processo-fornecedor produzir apenas para abastecimento.
- A programação deverá ser feita somente para um único processo de produção, o chamado processo puxador, através da utilização do sistema puxado com supermercados. O processo puxador define o ritmo de todos os outros processos anteriores.
- Nivelar o mix de produção, ou seja, distribuir a produção em diferentes produtos de forma uniforme, no decorrer do tempo e no processo puxador porque ao agrupar todos os produtos e produzi-los todos de uma única vez impede o atendimento aos clientes que querem algo diferente do lote.

A Figura 10 é o fluxo de valor do estado futuro verifica-se a diminuição do Lead-time de 34,05 dias com a meta de 10,78 dias. Na Figura 10 os pontos em amarelo indicam lugares em que devem ser feitas melhorias.

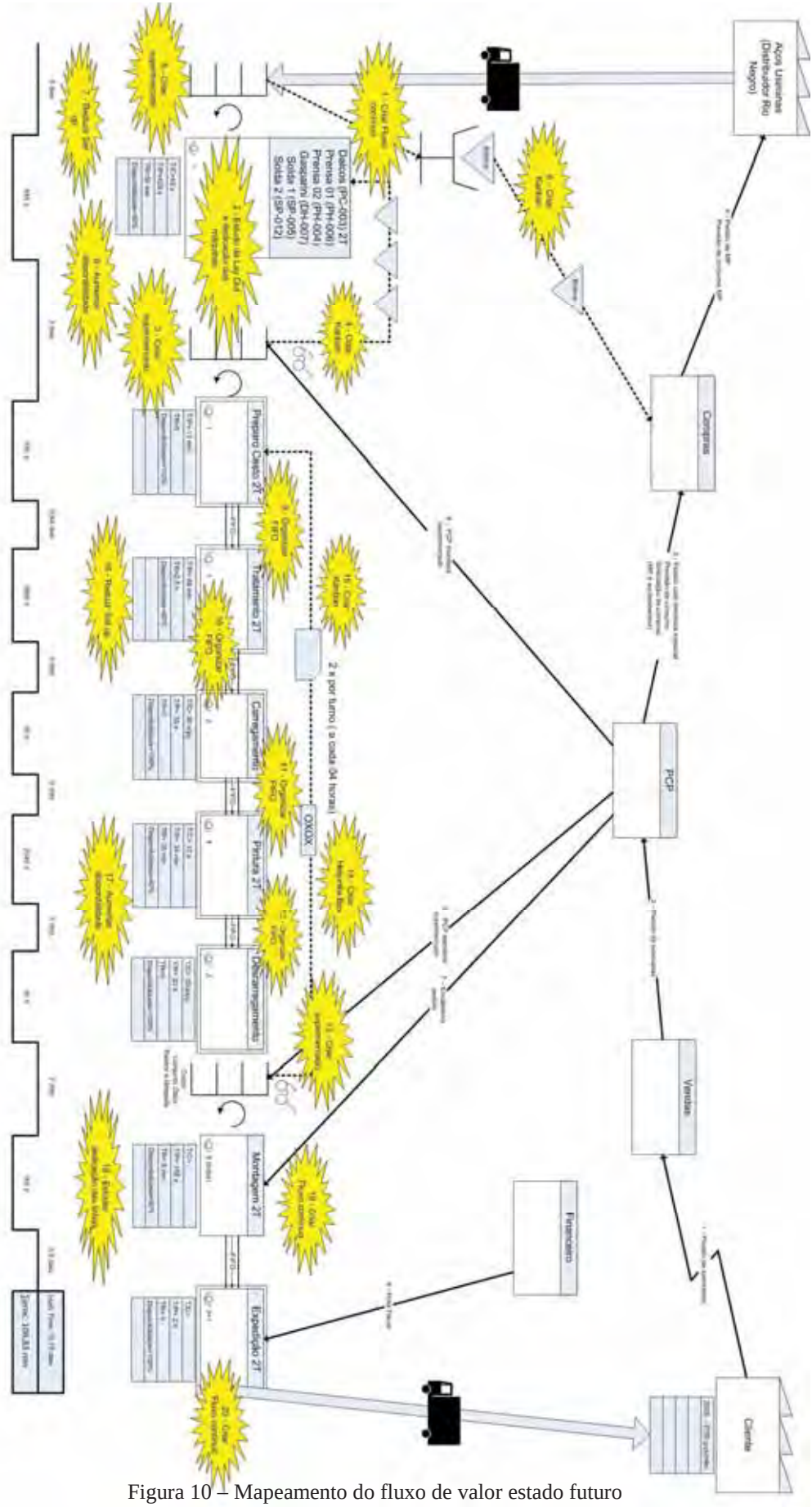


Figura 10 – Mapeamento do fluxo de valor estado futuro

3.6.Ações do projeto

Através do mapeamento do fluxo de valor do estado futuro foram avaliados pontos de oportunidades para aplicação das ferramentas do *Lean*. As ações do projeto teriam como objetivo a redução do Lead-time através das seguintes ações:

- Mudança de layout para criação de fluxo contínuo e redução do desperdício em relação ao transporte de peças dentro da fábrica.
- Criação de supermercados e *kanbans* para obtenção de maior organização da produção
- Diminuição do setup das máquinas.
- Melhorias dos processos através do aumento da disponibilidade e da estabilidade dos processos.
- Organização da produção através da construção de Fifos (*First in/First out*) e programa 5S na montagem.

3.6.1.Mudanças no *layout*

O desenvolvimento de um novo *layout* tem como objetivo principal reduzir os desperdícios. Se o arranjo físico não estiver em sintonia com o processo pode acarretar padrões de fluxo longos ou complicados, estoque de produtos, fila de clientes em excesso formados ao longo do processo, tempos de processo demorados, operações pouco flexíveis e processos que não agregam valor.

O Layout pensado em fluxo contínuo é a forma mais eficiente de produzir. Na empresa em questão, não havia fluxo contínuo, mas ilhas de produção que fabricavam por lotes aumentando o tempo de processo de cada luminária, além do transporte de produtos ser desorganizado e com grandes desperdícios em relação ao transporte. Um exemplo era o caminho percorrido para o processo de produção do corpo da luminária. A Figura 11 indica a sequência de 1 a 6 do caminho percorrido pelo os materiais. Iniciava-se no estoque de bobinas, a empilhadeira transportava a bobina até a puncionadeira responsável pela estampagem, a seguir era levado para as prensas hidráulicas para fazer o rasgo do basculante. Após isso, era transportado até a

dobradeira para a dobra do chassi por fim, terminava com a solda-ponto era levado para o tratamento.

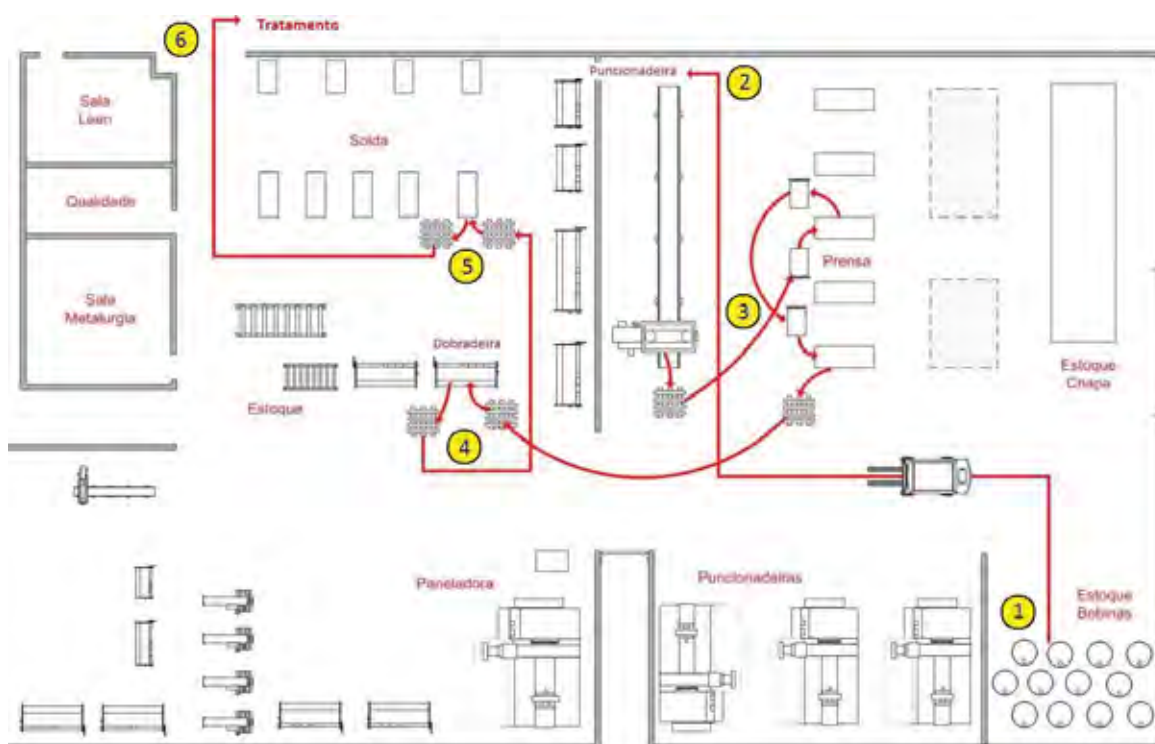


Figura 11- Antigo caminho percorrido pelos materiais na metalurgia até sair o corpo da luminária para o tratamento

No layout futuro da linha-piloto foi comprado mais uma puncionadeira e uma ponte rolante para abastecer com bobinas as puncionadeira eliminando o uso das empilhadeiras. Pode-se evidenciar a eliminação dos excessos de transporte de materiais e a produção tornou-se fluxo contínuo eliminando os lotes intermediários entre os processos. A Figura 12 mostra a sequência de 1 a 6 do novo caminho percorrido ficando mais compacto. Inicia-se com a ponte rolante abastecendo as duas puncionadeiras, indo para prensa hidráulica, depois passas pelas as dobradeiras Gasparini e por fim a solda-ponto termina processo da metalurgia e inicia-se o tratamento.

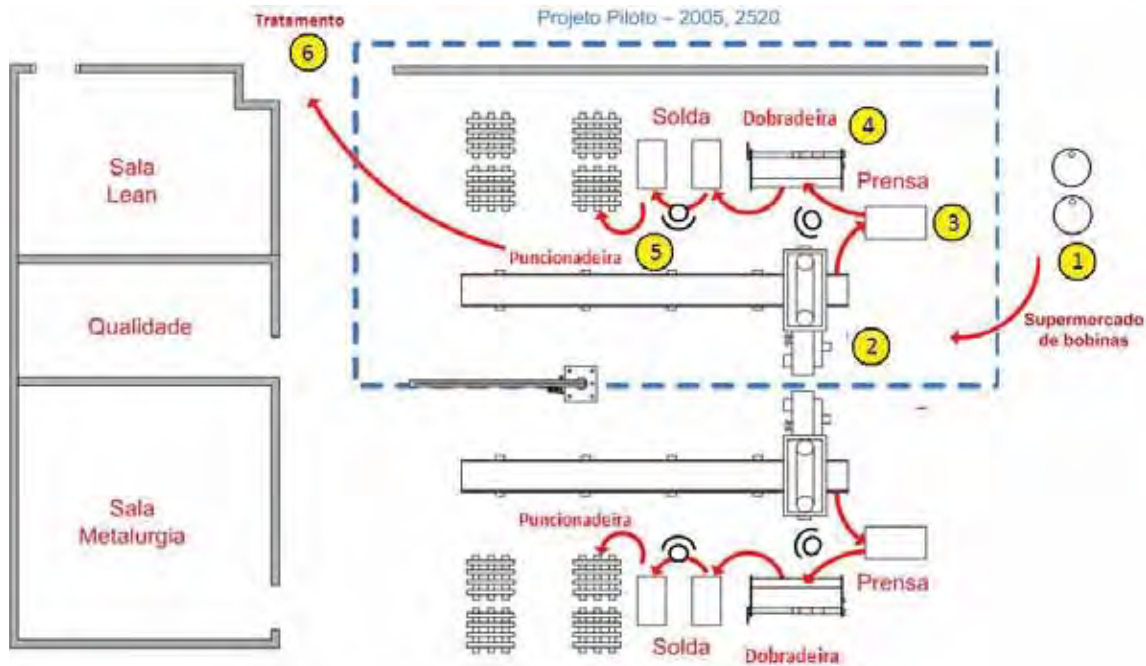


Figura 12- Novo caminho percorrido pelos materiais na metalurgia até sair o corpo da luminária para o tratamento

Outra mudança foi no *layout* da linha de montagem das luminárias, pois a localização do setor não foi estudada em função do fluxo de materiais ficando desorganizada e para implantação do sistema puxado houve a necessidade da modificação, principais análise foram feitas sobre o estado antigo da linha de montagem:

- A montagem funcionava como uma ilha isolada e desconectada do cliente fluxo acima (almoxarifado).
- Sistema empurrado; materiais se acumulam antes, no meio e depois da montagem.
- A distância entre o almoxarifado e a montagem é de aproximadamente 90 metros.
- Localização do PCP dificulta interação com a montagem.
- Excesso de movimentação das bobinas de alumínio.
- Montagem de ópticos não possui organização nem setor definido.
- Almoxarifado não consegue armazenar as importações.

Na Figura 13 os números de 1 a 7 e as setas vermelhas mostram o caminho percorrido do início do produto até luminária pronta e as setas pretas significa a movimentação de materiais.

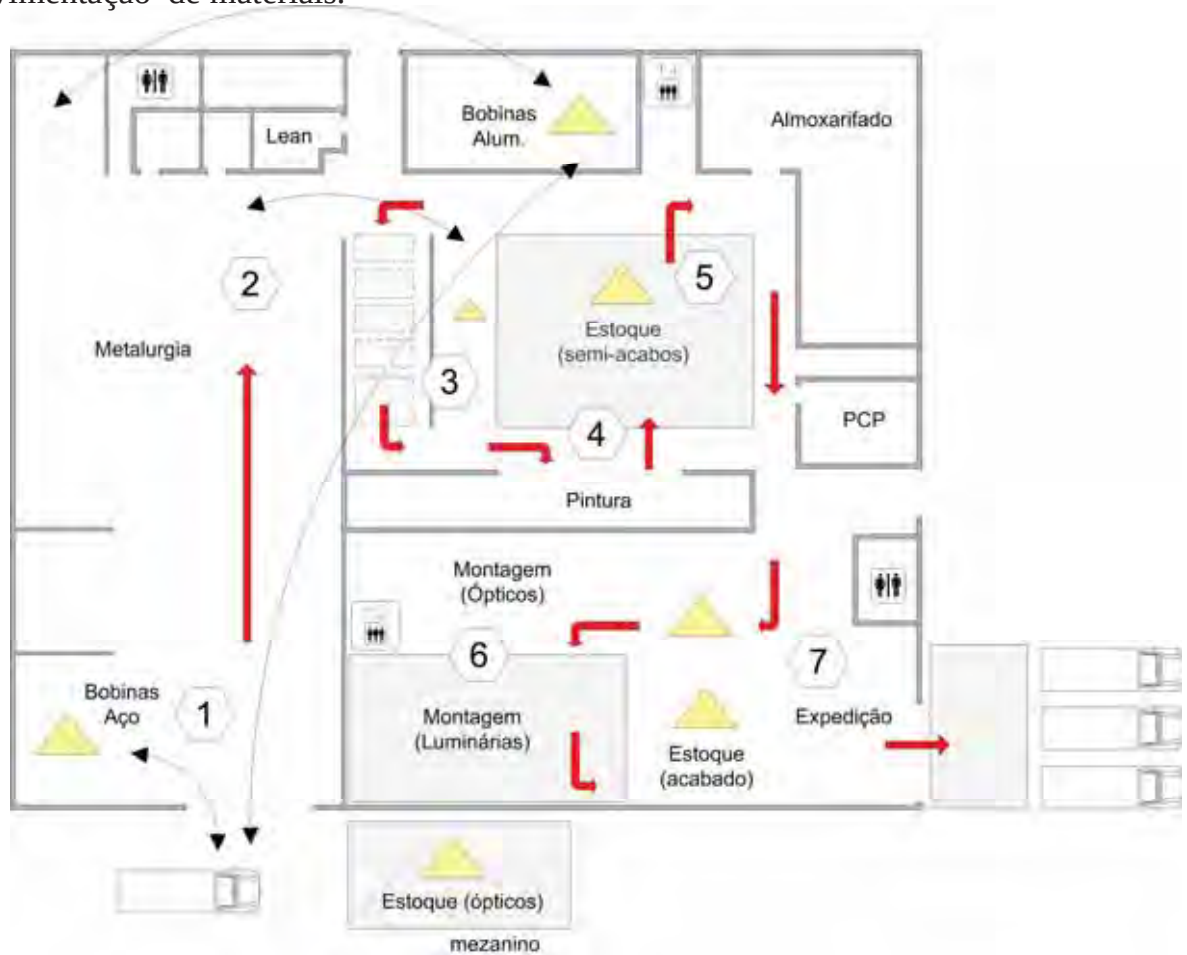


Figura 13- Antigo layout e o caminho percorrido pelos materiais na fábrica até sair a luminária pronta

O estado futuro da linha de montagem ficou mais próximo da linha do almoarifado e as bobinas de alumínio ficaram junto com as bobinas de aço ficando mais organizado, o novo layout mostrado na Figura 14 apresentou melhorias no processo como:

- Melhorar o fluxo operacional minimizando o transporte excessivo de materiais.
- Criar supermercado de semi-acabados coerente com a demanda.
- Eliminar a superprodução com a limitação do espaço.
- Facilitar a criação de fluxo contínuo entre pintura e montagem.
- Reduzir a movimentação das bobinas.

supermercado da metalurgia que trabalha através de *kanban* de disparo, quando atingia a quantidade indicado no *kanban* como ilustrado na Figura 16 este era levado para o quadro de *kanban* da metalurgia ilustrado na Figura 17 para disparar a produção de luminária.



Figura 15- Supermercado da pintura de corpos

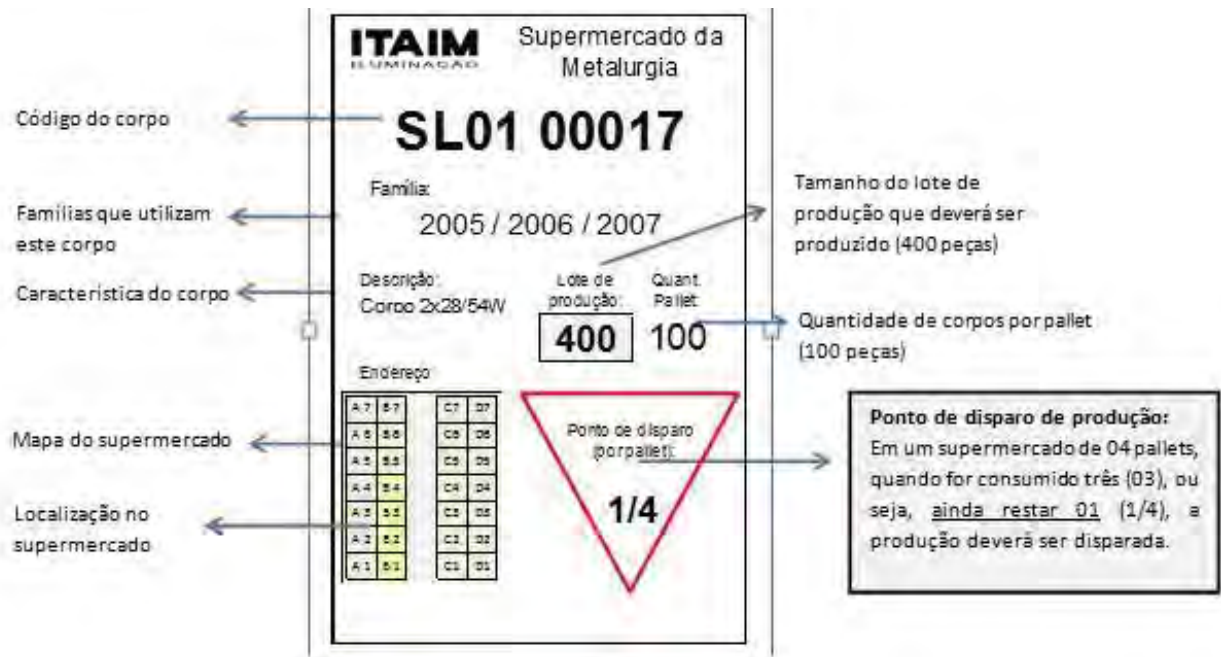


Figura 16- Kanban do supermercado da metalurgia com as respectivas descrições



Figura 17- Quadro Kanban da metalurgia

Kanban trouxe algumas vantagens para empresa:

- Minimizar o estoques de semiacabado, pois com *kanban* teve maior controle sobre a produção reduzindo as quantidades de lotes e melhorou a rotatividade da produção.
- Redução do *lead time* com a diminuição dos lotes

- Descentralização do controle da fabrica, pois com a gestão visual do Kanban torna mais simples para operário e não precisa conhecer toda a programação
- Circulação rápida de informação entre os posto de trabalho aumentando a capacidade de respostas da fabrica para os clientes

3.6.3.Redução do setup

Verificou-se que com a utilização do *kanban* havia a necessidade de uma reposição rápida dos supermercados para atender a demanda, para isso foi necessário diminuir os setups das máquinas. A máquina inicialmente escolhida foi a puncionadeira, ela possuía um tempo de setup muito grande de 42 minutos considerando tempo de transporte de bobina até o desbobinador, preparação da máquina e conferencia da primeira pessoa boa.

Foi criado um formulário para verificar o tempo de cada etapa do setup e também pontos de oportunidade conforme mostrado no apêndice A.

Ao analisar a situação atual que havia muito setup externo que este podia ser convertido em setup interno foram tomadas algumas medida como:

- O abastecimento da puncionadeira era através de empilhadeira, foi trocado por uma ponte rolante, não precisava mais esperar o empilhador.
- No momento do setup, utilizou-se 2 operadores um fazia a troca de ferramenta e outro operador fazia a mudança da bobina assim utilizando operações em paralelo
- Foi comprado ferramentas e módulos em pares deste modo sempre havia um modulo de ferramentas pronto para o próximo setup ou seja aumentou-se o o setup externo e diminui-se o setup interno.
- Organização dos FIFO (*first in – first out*) das bobinas fez com que melhorasse a organização, aumenta-se a facilidade de acesso e o ganho de espaço como ilustrado na Figura 18



(a)



(b)

Figura 18- Organização das bobinas: (a) Fotos antes da organização; (b) fotos depois da organização

Com estas medidas observou-se a diminuição do setup de 42 minutos para 15 minutos conforme mostrado no formulário com as modificações apêndice B.

3.6.4. Aumento da disponibilidade das máquinas e estabilidade na produção

Para que se atingisse o *takt time* era necessário aumentar a disponibilidade das máquinas e manter a estabilidade nos processos para isso foi utilizado nos processos da família piloto o quadro de análise da produção como mostrado na Figura 19, este quadro possui a finalidade de colocar os problemas de forma visual para que a liderança juntamente os supervisores pudesse resolver os problemas de forma mais rápida e procurando encontrar a sua causa raiz através do diagrama de Ishikawa (é desenhado para ilustrar as causas que afetam um processo como os 4Ms, material, mão-de-obra, máquina e método) como mostrado na Figura 20 com essa ferramenta era possível agir na causa raiz evitando deste modo acontecer novamente. Os com os quadros de análise de produção foi possível a correção e melhorias como:

- Diminuição dos setups das máquinas
- Criação de FIFOs em pontos críticos, que formavam espera ou acúmulo de trabalho

- Melhoria na manutenção preventiva ficou evidenciados regiões críticas das máquinas
- Redução dos problemas relacionados com a qualidade das chapas.
- Diminuição de erros de projeto das luminárias

ITAIM QAP - QUADRO DE ANÁLISE DA PRODUÇÃO

PROCESSO: LINHA 06 LIDER: MARIA/ DATA: 17/11

QUANTIDADE NECESSÁRIA: 1.025 luminárias "TAKT TIME": 69"

PRODUTO	QUANTIDADE	PLANO	PLANO	PLANO	PLANO	PLANO	PROBLEMAS	Δ	RESP
2004	530	6:00	38	07	30	07	Quantidade de chapas	Δ	Mano
2004/2005	6:00	7:00	60	51	90	58	Quantidade de chapas	Δ	Mano
2005/2006	7:00	8:00	60	02	150	60	Quantidade de chapas	Δ	Mano
2006	1:00	9:00	60	90	210	210	Quantidade de chapas	Δ	Mano
2006/2007	9:00	10:00	60	45	210	255	Quantidade de chapas	Δ	Mano
K170	8:00	11:00	20	15	330	270	Quantidade de chapas	Δ	Mano
	11:00	12:00	0	0	330	270	Quantidade de chapas	Δ	Mano
	12:00	13:00	60		390				
	13:00	14:00	60		450				
	14:00	15:00	75		525				
	15:00	16:00	30		555				
	16:00	17:00	60		615				
	17:00	18:00	60		675				
	18:00	19:00	60		735				
	19:00	20:00	60		795				
	20:00	21:00	30		825				
	21:00	22:00	30		855				
	22:00	23:00	60		915				
	23:00	24:00	60		975				
	24:00	25:00	50		1.025				

Figura 19- Quadro de análise da produção

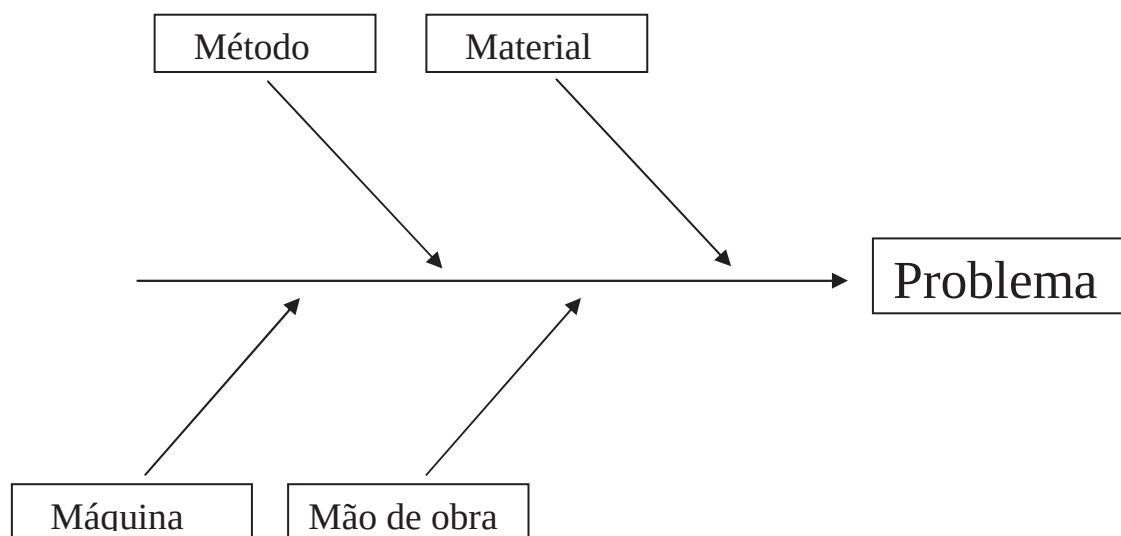


Figura 20- Diagrama de Ishikawa e as quatro causas que pode relacionar ao problema

3.6.5. Programa 5s

Programa 5S foi introduzido primeiramente na linha de montagem de luminárias em que se encontrava-se muita desorganizada, devido a cultura dos colaboradores pois estes sempre trabalharam dessa forma. A Figura 21 mostra a desorganização da montagem antes do programa.



Figura 21- Foto retirada antes do programa 5S

Juntamente com o recursos humano foi iniciado a primeira etapa do programa a sensibilização da fábrica, através de treinamentos, cartazes e banners.

Com a produção sensibilizada da importância do programa 5S, o segundo passo era dia de descarte o dia no qual a linha de montagem foi parada e retirou-se tudo que havia demais na linha, ferramentas e equipamentos em más condições e verificou-se o grau de utilização de cada equipamento, material e ferramenta decidiu-se que tudo que era usado com muita frequência deveria ficar na linha, com média frequência iria ficar no armário da linha e muita pouca frequência iria para o almoxarifado e o que não seria usado deveria ir para região de descarte em que seria reformado ou reciclado.

A terceira etapa do programa consistia na demarcação, de piso onde cada equipamento, de palete e de ferramentas deveriam ter um local adequado, utilizou-se muito da gestão visual para manter a disciplina.

Departamento *Lean* criou um comitê responsável pela sustentação e comprimento do programa, tinha a responsabilidade de discutir e realizar *kaizens* (melhorias contínuas) e fazer as auditorias na linha de montagem verificando a organização, limpeza e a padronização.

Houve grandes melhorias no setor da montagem, pois utilizou um excelente comunicação visual, não perdia ferramentas e os colaboradores agora possuem mais zelo e dificilmente quebrava os equipamentos. O setor ficou mais organizado diminuiu o tempo de espera procurando ferramentas e observou-se uma maior motivação dos colaboradores.

A figura 22 mostra a organização dos supermercado de parafusos, porcas, soquetes antes do programa e depois do programa, enquanto a figura 23 a organização das ferramentas antes e depois do programa.



(a)



(b)

Figura 22- Supermercado de parafusos, porcas, soquetes e rebites: (a) fotos antes do programa 5S; (b) fotos depois do programa 5S



(a)



(b)

Figura 23 - Organização das ferramentas: (a) fotos antes do programa 5S; (b) fotos depois do programa 5S

4. Discussões dos resultados

Devido às grandes mudanças na cultura da empresa para implementação do projeto encontrou-se certa resistência por parte dos colaboradores, pois já era estabelecida uma forma tradicional de produzir luminária há mais de 30 anos. As mudanças não estão sendo implementadas conforme proposto pelo projeto mas de acordo com aceitação dos colaboradores. Por exemplo, o *Kanban* teve grande aceitação na fábrica por parte dos colaboradores, visto que, em pouco tempo todos já o estavam utilizando. Houve facilidade para a aplicação aos colaboradores de chão de fábrica, além da redução do *lead time* e do ganho de espaço.

Mudanças no *layout* podem ser mais críticas, já que o envolvem maiores investimentos e há pouca experiência por parte da empresa, gerou insegurança. Porém para Itaim iluminação foi fundamental para conseguir o fluxo contínuo, redução dos desperdícios em relação ao transporte e ao espaço.

A implementação do *kanban* foi essencial para a diminuição dos lotes e desta forma obteve maior ganho de espaço e aumento da rotatividade das luminárias. A figura 24 mostra com utilização dos *kanbans* pode reduzir os lotes e trazer a montagem mais próxima da metalurgia.



(a) (b)
Figura 24 – Redução dos lotes: (a) fotos antes da implementação dos *kanbans*; (b) fotos depois da implementação dos *kanban*

A montagem para implementação do programa 5s houve dificuldades na conscientização, como era a primeira vez, a inexperiência atrapalharam mas com muito treinamento empenho dos colaboradores conseguiram bons resultados com a melhora efetiva não só da qualidade da luminárias mas também dos montadores.

O *Lead time* como ilustrado na figura 25 não chegou ao esperado, porém, abaixou devido a eliminação dos desperdícios com o aumento da estabilidade das máquinas, fluxo contínuo nos processos, diminuição do setup e a utilização dos kanbans.

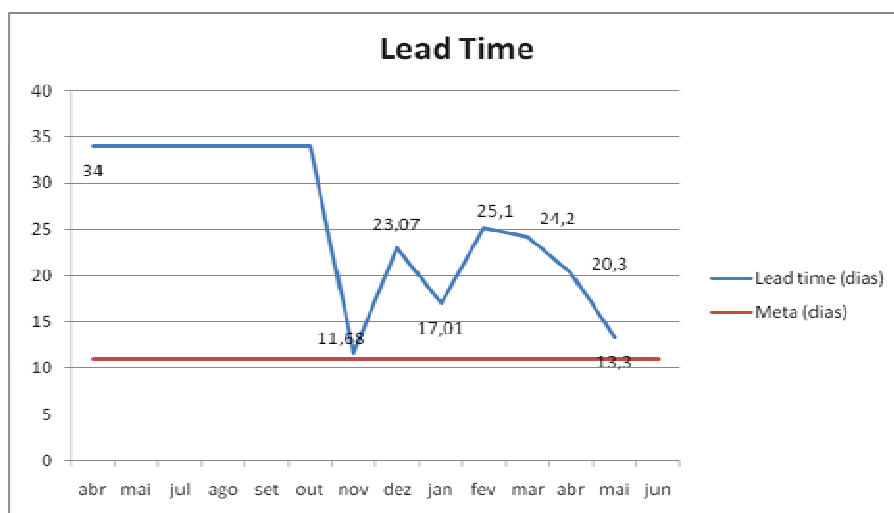


Figura 25- Lead time da luminária 2005

5. Conclusão

As ferramentas do *Lean manufacturing* aplicadas trouxe para Itaim uma redução de 45% no lead-time, um ganho de espaço dentro da fábrica, o produto ficou mais valorizado em qualidade. O custo do produto diminuiu visto que existe uma redução dos processos que não agrega valor. Estes resultados servem de referência para toda fábrica e que a implementação de *Lean* não é um processo rápido mas leva tempo e deve ser contínuo com constantes mudanças principalmente cultural e os resultados só chegam de acordo com a participação dos colaboradores, quanto mais envolvido, mais rápido e maiores são os resultados na empresa.

Com a implementação do *Lean* na empresa, toda a sociedade ganha, já que a empresa torna mais sustentável, os recursos são melhores aproveitados gerando menores impactos ambientais e sociais.

.

6.Sugestões para continuidade do trabalho

Tendo em vista as vantagens que a utilização de algumas ferramentas do Lean Manufacturing trouxeram para empresa, fica aberta a importância da continuidade de utilizar outras ferramentas para garantir a melhoria contínua dos processos.

Neste trabalho ficou pouco explorada a manutenção produtiva total e trabalho padronizado que garante a estabilidade dos processos para produzir conforme o *takt time*.

7.Referência Bibliográfica

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas. Rio de Janeiro: Elsevier ,2004. 408p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 2004. 342p.

SHINGO,S. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**.Porto Alegre: Editora Bookman,1996. 294p.

SHINGO,S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2000.327p.

ROTHER, MIKE; SHOOK, JOHN. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo : Lean Institute Brasil, ver.1.3 de junho de 2003. 102p.

MOREIRA,E. L. M., **Análise da implementação da manutenção produtiva total na área de estamparia em uma empresa do setor automobilístico** 2003, 54 p.

GIANNINI, RURI. **Aplicação de Ferramentas do Pensamento Enxuto na redução de Perdas em Operações de Serviços**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007

IMAI, M. **Kaizen- Estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo, Iman,1992

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

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

NAKAJIMA,S., **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**, São Paulo: IMC, 1989.

www.taktica.wordpress.com/2011/06/17/gestaocelula Acessado em 14 Dezembro de 2011

www.engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com/2009/07/mapa-de-fluxo-de-valor-stream-map-value.html Acessado em 14 de Dezembro de 2011

www.engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com/2009/07/mapa-de-fluxo-de-valor-stream-map-value.html Acessado em 14 de Dezembro de 2011

www.itaimiluminacao.com.br/catalogo/grupo/id/914 Acessado 14 de Dezembro de 2011

www.engenhariadamanutencao.blogspot.com/2011/04/tpm-manutencao-produtiva-total.html Acessado em 14 Dezembro de 2011

www.lean.org.br Acessado 14 Dezembro de 2011

Apêndice A- Formulário de análise de setup estado antigo

Formulário de Análise de SETUP				
Máquina:	DALCOS MACCHINA PXN		Célula/centro de custo:	
Nº peças:			Sequência Processo:	
Processo:			Peças / Hora:	
Operador:			Data:	Observação / Notas / Oportunidades de melhoria
Nº	Atividade (Incluindo Transporte, Espera, Deslocamento)	Potencial	Tempo	
		Interno ou externo		
1	Referenciar	Interno	1 min	
2	Soltando e retirando o módulo	Interno	3 min	Ferramentas ao lado da máquina (sem local fixo)
3	Trocando as ferramentas do módulo	Externo	7 min	Lubrificação/check list
4	Colocar o módulo e fixar na máquina	Interno	3 min	
5	Soltando os parafusos do desbobinador	Interno	2 min	
6	Chamando e esperando o Empilhador	Externo	7 min	Utilização de pórtico
7	Tirando a bobina antiga	Interno	5 min	Colocando durex/melhor utilização de uma fita
8	Colocando a nova bobina no desbobinador	Interno	5 min	Retirando durex/precisa de 2 pessoas para colocar
9	Apertar os parafusos do desbobinador	Interno	2 min	
10	Passar a bobina na máquina	Interno	3 min	
11	Colocando a bobina no eixo	Interno	1 min	
12	Puxando o programa	Interno	1 min	
13	Primeira peça sendo feita	Interno	1 min	
14	Conferir a primeira peça	Interno	1 min	

Total de tempo 40 min

Apêndice B- Formulário de análise de setup estado atual

Formulário de Análise de SETUP(Futuro)						
Máquina:	DALCOS MACCHINA PXN		Célula/centro de custo:			
Nº peças:			Sequência Processo:			
Operador:			Data:	Observação / Notas / Oportunidades de melhoria		
Nº	Atividade (Incluindo Transporte, Espera, Deslocamento)	Potencial Interno ou externo	Tempo			
1	Referenciar	Interno	1 min		Operador A	Operações em paralelo 11 min
2	Soltar os módulos que estavam em uso	Interno	3 min			
3	Troca dos módulos	Interno	2 min	Utilização de check list/ Setup externo		
4	Fixar os módulo que serão usados	Interno	3 min			
5	Soltar a bobina do desbobinador	Interno	2 min		Operador B	
6	Retirar a bobina que estava em uso	Interno	2 min	Utilização do pórtico		
7	Colocar a bobina que será usada no desbobinador	Interno	2 min	Utilização do pórtico		
8	Fixar a nova bobina no desbobinador	Interno	2 min	Utilização de fita ao invés de durex		
9	Passar a bobina no endireitador	Interno	3 min			
10	Colocar a bobina na máquina	Interno	1 min		Operador A	4 min
11	Chamar o programa	Interno	1 min			
12	Primeira peça sendo feita	Interno	1 min			
13	Conferir a peça	Interno	1 min	Gabarito?		
14	Setup externo	Externo		Organização do armário de ferramentas		Total 15 min