

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

ANDRÉ FABIANO DOS SANTOS BRAMBILLA

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA NOS
SETORES DE ESTAMPARIA, SOLDAGEM E MONTAGEM DE UMA EMPRESA
METALÚRGICA**

Botucatu-SP
Dezembro – 2011

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

ANDRÉ FABIANO DOS SANTOS BRAMBILLA

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA NOS
SETORES DE ESTAMPARIA, SOLDAGEM E MONTAGEM DE UMA EMPRESA
METALÚRGICA**

Orientador: Prof. Esp. José Carlos Omodei Junior

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

Botucatu-SP
Dezembro – 2011

Agradecimentos

Primeiramente à Deus pela vida e saúde para chegar até aqui e por ouvir minhas orações nos momentos em que mais precisei;

À minha querida filha Heloíse, fonte de amor e carinho, por ter ficado muitas noites sem mim enquanto eu estava em aula e me recebia com alegria no meu retorno, por quem todos os esforços foram e são válidos;

À minha amiga, companheira e querida esposa Elisangela por todo amor e compreensão, pelo incentivo desde o dia em que falei em prestar o vestibular, pela força e apoio em todos os momentos difíceis;

À minha mãe Marta por me dar a vida, me ajudar com suas orações e, principalmente, por entender as minhas ausências neste período;

Ao meu pai Cláudio (*in memorian*), que em tão pouco tempo ao meu lado, me passou toda a base de como ser um homem honesto e um grande pai de família;

Aos meus sogros Flávio e Ana por me ajudarem estando sempre à disposição de minha família durante minhas aulas e por entenderem os dias em que não pudemos estar juntos durante este período;

Ao meu amigo e orientador Prof. Esp. Junior Omodei, por permitir, incentivar, ajudar e acreditar em mim para o desenvolvimento deste trabalho;

À Prof. Ms. Bernadete, Coordenadora do Curso de Logística, pelos conhecimentos e conselhos transmitidos, e também pela amizade sincera durante estes anos;

Aos amigos Guilherme, Cesar, Jéssica, Andrézinho, Fogueiral, Érica, Nathalia, Laura e Cassiano, que durante este período me ajudaram, incentivaram e proporcionaram momentos de alegria e que muitas vezes tornaram mais agradável a permanência em sala de aula, cujo convívio possibilitou o nascimento de grandes amizades;

A todos os amigos de sala com que convivi estes anos.

“Logística é aquela coisa que se você não tiver o suficiente,
sua guerra não será vencida tão breve quanto poderia.”

Nathaniel Green, General Intendente do Exército Revolucionário Americano

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a análise de resultados obtidos com a implementação de sistema de produção enxuta no setor de soldagem de uma empresa metalúrgica de médio porte, localizada na cidade de Botucatu. A empresa em estudo possui um elevado número de itens a serem soldados, o que torna crítica e de extrema importância as atuações em conjunto dos setores de programação e controle de produção (PCP) e de soldagem. Foram analisados os dados coletados dos setores com o sistema de produção empurrado, a proposta com as atividades para migração para o sistema de produção puxado, a aplicação de conceitos e técnicas da produção enxuta e algumas ferramentas da qualidade amplamente utilizadas em diversas organizações em todo o mundo, como os 5S's e o evento *kaizen*. As principais atividades desenvolvidas para a implementação foram alterações no leiaute, implementação de supermercado, inclusão de abastecedor ao processo e de programação por cartão *kanban*, o que reduziu o *lead time* (tempo de produção) e aumentou a produtividade significativamente.

PALAVRAS-CHAVE: 5S. Evento *kaizen*. *Lead time*. Produção enxuta. Sistema empurrado. Sistema Puxado.

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 - Famílias de processo	22
2 - Sistemas de controle de componentes.....	35
3 - Divisão por famílias	36

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Exemplo do leiaute do quadro <i>kanban</i>	17
2 - Estrutura Organizacional.....	21
3 - Macro fluxo de valor antes da implementação.....	23
4 - Leiaute macro antes da implementação.	24
5 - Leiaute do setor de soldagem antes da implementação.....	25
6 - Leiaute do setor de montagem antes da implementação	26
7 - Macro fluxo de valor futuro	28
8 - Leiaute macro futuro	29
9 - Leiaute futuro do setor de soldagem	31
10 - Leiaute futuro do setor de montagem.....	32
11 - Macro fluo de valor e as atividades do evento <i>kaizen</i>	33
12 - Prateleiras do supermercado de solda.	34
13 - Caixas do supermercado de solda	34
14 - Informações do <i>kanban</i>	37
15 - Modelos dos quadros de solda.	37
16 - Quadro do <i>kanban</i> de solda.....	38
17 - Quadros do setor de corte laser.	38
18 - Quadro do setor de montagem.	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Objetivos.....	9
1.2 Justificativa e relevância do tema.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Manufatura Enxuta – Origem e Princípios.....	10
2.2 Sistema Puxado de Produção via <i>Kanban</i>	12
2.3 Sistema Puxado com Supermercado.....	13
2.4 Definição de Soldagem.....	13
2.5 Evento <i>Kaizen</i>	14
2.6 Mapeamento do Fluxo de Valor (<i>Value Stream Mapping</i>).....	14
2.6.1 Fluxo de materiais (diagrama espaguete).....	15
2.7 Os sete desperdícios.....	15
2.8 Metodologia para otimização de tempo de <i>setup</i> (SMED).....	16
2.9 Quadro ou Painel Porta <i>Kanban</i>	17
2.10 Programa 5S.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Material.....	19
3.2 Métodos.....	19
3.3 Estudo de caso.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Cenário antes da implementação.....	21
4.1.1 <i>Estrutura Organizacional do Processo de Transformação Enxuta</i>	21
4.2 Medição e mapeamento dos cenários antes da implementação.....	22
4.2.1 <i>Macro fluxo de valor antes da implementação</i>	23
4.2.2 <i>Leiaute macro antes da implementação</i>	24
4.2.2.1 <u><i>Leiaute do setor de montagem antes da implementação</i></u>	26
4.3 Definição do escopo do projeto e capacitação.....	26
4.3.1 <i>Sistema híbrido de planejamento e controle macro para a fábrica</i>	26
4.3.2 <i>Otimização dos sistemas de soldas</i>	27
4.3.3 <i>Otimização dos sistemas de montagem</i>	27
4.3.4 <i>Redução de tempo de setup na estamperia</i>	27
4.4 Desenvolvimento da situação futura.....	27

4.5	Projeção da situação futura.....	28
4.5.1	<i>Macro fluxo de valor futuro</i>	28
4.5.2	<i>Leiaute macro futuro</i>	29
4.5.3	<i>Inclusão de abastecedores aos processos</i>	29
4.5.3.1	<u>Dinâmica do abastecedor</u>	30
4.5.4	<i>Leiaute futuro do setor de soldagem</i>	31
4.5.5	<i>Leiaute futuro do setor de montagem</i>	31
4.6	Evento <i>kaizen</i>	32
4.6.1	<i>Equipe kaizen</i>	33
4.6.2	<i>Macro fluxo de valor e as atividades do evento kaizen</i>	33
4.7	Implementação de supermercado	34
4.8	Implementação de <i>kanban</i>	35
4.8.1	<i>Ordem da implementação do sistema de kanban</i>	36
4.8.1.1	<u>Cálculo e definição do <i>kanban</i></u>	36
4.8.1.2	<u>Cálculo do mix de produção</u>	36
4.8.1.3	<u>Implementação dos quadros de <i>kanban</i></u>	37
4.9	Melhorias após a implementação da manufatura enxuta.....	39
5	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ME – Manufatura Enxuta

MIT – *Massachusetts Institute of Technology* – Instituto de Tecnologia de Massachusetts

STP – Sistema Toyota de Produção

JIT – *Just-in-time* – Na hora certa

AWS – *American Welding Society* – Sociedade Americana de Soldagem

VSM – *Value Stream Mapping* – Mapeamento do Fluxo de Valor

SMED – *Single Minute Exchange of Die* – Troca Rápida de Ferramenta

PCP – Programação e Controle da Produção

WIP – *Working In Process* – Trabalho em Processo

LT – *Lead Time* – Tempo de Processamento

PA – Produto Acabado

TPT – Toda Parte Toda (Todos os cartões *kanban*)

1 INTRODUÇÃO

Na última década, o conceito de produção enxuta passou a fazer parte do vocabulário dos gestores das maiores e mais importantes empresas do mundo. A manufatura enxuta ou “*lean manufacturing*”, do idioma inglês, é baseado no Sistema Toyota de Produção, surgido no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Sistema este criado, como uma alternativa ao sistema de produção em massa, desenvolvido pelas montadoras de carros norte americanas, representadas principalmente pela Ford. Os japoneses, que no pós-guerra, apresentavam um profundo déficit econômico, não tinham como produzir de forma semelhante à escala americana.

No Brasil, a manufatura enxuta tem sido amplamente aplicada nos setores automobilístico, computação, entre outros, pois, numa economia globalizada, a sobrevivência das organizações depende de sua habilidade e flexibilidade de inovar e efetuar melhoria contínua. Portanto, a manufatura enxuta define seu papel nas indústrias, como um sistema integrado, focado na identificação e eliminação de desperdícios presentes em toda a cadeia de valor de um produto. Seu propósito é produzir produtos com qualidade, conforme a demanda do cliente e sem desperdício. Cada dia mais vem aumentando o número de indústrias brasileiras que buscam a aplicação dos conceitos e técnicas da manufatura enxuta como ferramenta para reduzir os desperdícios no fluxo de valor, melhorar sua produtividade e satisfazer às necessidades dos seus clientes.

Dentro deste contexto, a indústria de autopeças em estudo, aplicou os conceitos e técnicas da manufatura enxuta em seus setores de estamparia, soldagem e montagem de componentes, visando à redução de desperdícios e do *lead time* de seu processo.

1.1 Objetivos

O projeto visa à análise da implementação do sistema de manufatura enxuta nos setores de estamparia, soldagem e montagem em uma indústria de autopeças, a fim de eliminar excesso e falta de peças e produtos, melhorar o desempenho de atendimento aos clientes, reduzir movimentação de peças pela fábrica e melhorar o sistema de gestão da produção, consequentemente reduzir desperdícios e *lead time* do processo.

1.2 Justificativa e relevância do tema

Estoque em excesso entre os processos falta de itens no setor de solda, movimentação excessiva de pessoas e peças, falta de organização para armazenamento de materiais em processo, dificuldade de gerenciamento dos itens nos postos de trabalho e produção sendo realizada de forma empurrada sem identificar a verdadeira necessidade dos clientes.

A implementação da manufatura enxuta visa à diminuição da movimentação de pessoas e peças, bem como os estoques, proporcionando o equilíbrio necessário entre os processos realizados dentro dos setores de estamparia, soldagem e montagem.

Portanto, analisando e comparando as situações antes e depois da implementação do sistema de produção enxuta, poderemos verificar as melhorias que este sistema proporciona.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão destacados assuntos considerados pertinentes para embasar o propósito deste trabalho: implementação de sistema de produção enxuta nos setores de estamparia, soldagem e montagem de uma empresa metalúrgica.

A revisão tem início com a origem e princípios da Manufatura Enxuta, destacando sua importância como estratégia de produção para as organizações, uma vez que ela permite às empresas se desenvolverem em um mercado cada vez mais competitivo. A luz dos objetivos e princípios que norteiam a adoção de tal estratégia serão apresentadas as principais técnicas e ferramentas que, implantadas, tornam possível o alcance destes objetivos. Será dado destaque especial à técnica de programação puxada de produção e sua operacionalização através do *kanban*, procurando identificar o que a literatura trás em termos de requisitos e limitações. Serão, também, apresentadas definições de soldagem, que é uma das atividades desenvolvidas pelos setores em estudo e de Evento *Kaizen* que é a ferramenta utilizada para chegar ao resultado desejado. O capítulo será concluído com definições sobre Quadros *Kanban* e Programa 5S, utilizados para a implementação e manutenção da manufatura enxuta.

2.1 Manufatura Enxuta – Origem e Princípios

Manufatura Enxuta (ME) ou *Lean Manufacturing* é uma expressão utilizada para denominar as empresas que procuram sempre “fazer cada vez mais com cada vez menos” no desempenho de suas atividades. Essa expressão surgiu após uma pesquisa de *benchmarking* realizada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e resultou no livro “A Máquina

que Mudou o Mundo” Womack, Jones e Ross (1992), contribuindo para a divulgação do pensamento enxuto. Neste livro, os autores apresentaram um levantamento das ferramentas, princípios e técnicas utilizadas pelas organizações que se destacavam no mercado mundial, principalmente as empresas automotivas japonesas. Womack, Jones e Ross (1992) chamaram a estas práticas de Manufatura Enxuta e às empresas que as empregavam de empresa enxuta.

A *Toyota Motors Company* é a empresa pioneira no uso da manufatura enxuta e criadora de grande parte das técnicas cuja lógica operacional ficou mundialmente conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP).

Entende-se Manufatura Enxuta como um conjunto de recomendações, princípios e técnicas que as indústrias devem seguir com a finalidade de tornarem suas produções mais enxutas e ágeis, alcançando um desempenho mais eficaz (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

A adoção da Manufatura Enxuta pela indústria resulta em redução de custos; aumento da flexibilidade do sistema para adaptar-se às variações da demanda; rápido atendimento ao cliente, em decorrência da redução do *lead-time*; e produção de produtos de qualidade.

O processo de implantação da Manufatura Enxuta fundamenta-se na identificação e eliminação de desperdícios que, segundo Shingo (1996) e Ohno (1997), classificam-se em sete categorias: desperdícios por superprodução; espera; transporte; processamento; movimentação; de produtos defeituosos e de estoques.

Através da identificação dos desperdícios desenvolveram-se práticas e ferramentas para combater as fontes de aumento de custos, eliminando as atividades, ações ou inventários que não agregassem valor.

O aumento da produtividade tendo como base a eliminação dos desperdícios é realizado através de ações nomeadas, por Ohno (1997) de *Just-in-Time* (JIT) e Automação.

A automação consiste de dispositivos capazes de identificar erros ou anormalidades, parar a atividade e avisar o operador da ocorrência do problema automaticamente. Isso, segundo Monden (1984), impede que as “unidades defeituosas de um processo precedente sigam o fluxo e atrapalhem um processo subsequente”.

Conforme descrito por Ohno (1997) *Just- in- time*, em um processo de fluxo, significa que as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha no momento certo e na quantidade necessária.

Ohno (1997) pensou em um sistema produtivo puxado para viabilizar a produção JIT, onde a ideia básica é a de manter um fluxo contínuo de produtos através da produção no momento exato, resultando no aumento da produtividade e redução de custos (MONDEN,

1984). Conforme Ohno (1997) os estoques devem ser eliminados ou, se necessário, usados estrategicamente para balancear o fluxo *Just-in-time*.

O fluxo contínuo de produtos torna-se viável pela aplicação do conceito de nivelamento da produção e do sistema puxado de produção via *kanban*, onde o nivelamento da produção tem procedência na eliminação de excessos e na não permissão que recursos sejam envolvidos no processo de produção além do estritamente necessário.

2.2 Sistema Puxado de Produção via *Kanban*

Kanban pode ser definido como um sistema de fluxo de material desde o almoxarifado de matérias-primas até o armazém de produtos acabados. É utilizado para o contínuo melhoramento da produtividade, usando um sistema de controle de cartões para identificar as áreas com problemas e avaliar os resultados das mudanças. Desta forma evita-se a superprodução e a formação de estoque (SEIBEL, 2004).

Existem três tipos de *kanban* (de transporte, de produção e do fornecedor). O *kanban* de transporte é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque; o de produção sinaliza para o processo produtivo começar a produzir um item para que seja colocado em estoque; e o do fornecedor avisa o fornecedor que é necessário enviar material para a produção.

A implantação desse sistema envolve o conhecimento do fluxo de produção, leiaute da fábrica, produção puxada e empurrada entre outros. Através do fluxo de produção pode-se visualizar a existência de produtos com processos produtivos semelhantes e uni-los em famílias de produtos. Já o reprojeto do leiaute da fábrica é uma das ferramentas para a diminuição dos desperdícios na empresa alcançando-se a redução da movimentação, transporte e estoque em processo.

Quanto aos sistemas de controle de produção, podem ser divididos em sistemas de “puxar” e “empurrar”. No sistema de produção empurrada a produção é iniciada antes da ocorrência da demanda para que os bens sejam entregues dentro do prazo induzindo à constituição de estoques Molina (1995), ou seja, está baseada no princípio de maximizar a utilização dos meios de produção concentrando esforços na minimização da ociosidade (ANTUNES, 1998; SHINGO, 1997). Enquanto no sistema de produção puxada a produção começa quando a demanda acontece de fato. Neste tipo de sistema, grandes lotes são processados com base em previsões de demanda e as operações são executadas

individualmente, sem levar em consideração se o centro de trabalho seguinte pode utilizá-lo (SLACK, 1997).

2.3 Sistema Puxado com Supermercado

No sistema puxado com supermercado cada processo armazena sua produção em um supermercado determinado (LÉXICO, 2003). Quando os itens de um determinado supermercado forem consumidos pelo processo subsequente, o processo precedente é autorizado a produzir a quantidade exata de itens necessários para repor este supermercado. Este tipo de sistema pode ser inviável em um ambiente em que a variedade de itens é muito alta.

Segundo Ohno (1997) em um supermercado o cliente pode obter o que é necessário, no momento em que é necessário, na quantidade necessária, ou seja, abastecem o processo subsequente (cliente interno), com os itens necessários, e armazenam a produção do processo precedente (fornecedor interno).

A quantidade necessária de estoque é calculada previamente em cada supermercado, os produtos são então distribuídos por toda a fábrica para fazer a conexão entre células, entre células e a linha de montagem, entre fornecedores externos e clientes internos (TUBINO, 1999).

No supermercado a reposição é feita em função do que foi consumido, reduzindo os estoques, ou seja, a reposição está vinculada a um consumo efetivo, portanto o estoque não é realizado em razão de perspectivas de consumo futuras (SHINGO, 1996).

2.4 Definição de Soldagem

Segundo Modenesi, Marques e Bracarense (2005), um grande número de diferentes processos utilizados na fabricação e recuperação de peças, equipamentos e estruturas é abrangido pelo termo “Soldagem”. Consideram, ainda, como um método de união, porém, muitos processos de soldagem ou variações destes são usados para a deposição de material sobre uma superfície, visando à recuperação de peças ou para a formação de um revestimento com características especiais.

No setor que será estudado, soldagem é a operação que visa obter a união de duas ou mais peças, assegurando, na junta soldada, a continuidade de propriedades físicas, químicas e metalúrgicas. Defini-se, também, como a operação que visa obter a coalescência localizada

produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a aplicação de pressão e de metal de adição (Definição adotada pela AWS - *American Welding Society*).

2.5 Evento *Kaizen*

Kaizen, na língua japonesa, significa melhoramento. No contexto da Qualidade Total, significa melhoramento contínuo, com envolvimento de todos na organização, do chão de fábrica à alta administração (IMAI, 1994). Segundo Imai (1994), ele tem papel fundamental no sucesso competitivo japonês.

Mais especificamente, *Kaizen* significa pequenos melhoramentos feitos no status quo, como resultado dos esforços contínuos (IMAI, 1994), e não melhoramentos drásticos resultantes de grandes investimentos, os quais caracterizam a inovação (IMAI, 1994).

Segundo Laraia et al. (2009), um Evento *Kaizen* é um trabalho altamente focado, orientado para a ação, com duração em geral de 3 a 5 dias, onde equipes de melhoria tomam ações imediatas para melhorar um processo específico (qualquer processo, áreas, células, máquinas, estoques, etc.). Um pequeno grupo de pessoas, juntas, concentradas e focadas em um processo específico e definido, executam a maior melhoria possível em cinco dias. Um Evento *Kaizen* é uma ótima forma de se alcançar resultados instantâneos, porém duradouros. Um dos desafios mais difíceis encontrado pelas equipes é a eliminação de barreiras. Os Eventos *Kaizen* eliminam a burocracia e ajudam os times a eliminar estas barreiras. Isso os ajuda a atingir suas metas, além de ajudar a empresa a focar em recursos mais relevantes, incluindo obter apoio gerencial, direcionar melhor as tomadas de decisão e acelerar resultados.

2.6 Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*)

Segundo Rother e Shook (2003) o mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*) é uma ferramenta da produção enxuta que auxilia no planejamento de negócio e gerenciamento do processo nas empresas, representando assim, uma das portas de entrada para a implantação do sistema enxuto de produção.

O Mapeamento do Fluxo de Valor é essencial, pois ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, ele possibilita a visualização do fluxo todo. Ajuda a identificar mais do que os desperdícios, pois o mapeamento ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor. Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de

manufatura. Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você possa discuti-las. Junta conceitos e técnicas enxutas, o que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente. Forma a base para um plano de implementação e mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material, o que não é possível com outras ferramentas (Rother e Shook, 1998).

Conforme Rother & Shook (1998) o objetivo é a construção de uma cadeia representativa da produção onde os processos individuais estejam ligados aos seus clientes através de um fluxo contínuo ou produção puxada. Ou seja, produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam. De acordo com Shank (2000) tudo agora é puxado pelo cliente e não empurrado pela empresa.

2.6.1 Fluxo de materiais (diagrama espaguete)

Segundo Rother e Shook (2003), diagrama de espaguete, é utilizado para demonstrar um caminho percorrido por um produto na medida em que ele é movimentado ao longo de um fluxo de valor. É um método de visualização de dados para analisar possíveis fluxos através de sistemas. Fluxos retratados desta forma aparecem como macarrão, daí o emprego do termo. É um método usado para controlar o roteamento através de fábricas. Visualizar o fluxo desta forma pode reduzir a ineficiência no fluxo de um sistema.

2.7 Os sete desperdícios

O processo de implantação da Manufatura Enxuta fundamenta-se na identificação e eliminação de desperdícios que, segundo Shingo (1996) e Ohno (1997), classificam-se em sete categorias:

- Desperdícios por superprodução: referem-se à produção de itens acima do realmente demandado, que por resultarem na formação de estoques mascaram outras ineficiências do processo.
- Desperdícios por espera: operadores e máquinas paradas geram um desperdício por ociosidade geralmente decorrente de elevados tempos de preparação, falta de sincronização, e paralisações por falhas não previstas adequadamente.
- Desperdícios por transporte: movimentação de materiais que não adicionam valor ao produto, devendo, sempre que possível, serem eliminadas pela reorganização física da fábrica.

- Desperdícios por processamento: correspondem àquelas atividades de transformação desnecessárias ou à confecção de partes dispensáveis para que o produto adquira suas características básicas de qualidade.
- Desperdícios por movimentação: corresponde à movimentação ineficiente durante a execução da operação propriamente dita, pode ser eliminada pela determinação de padrões eficientes de trabalho.
- Desperdícios de produtos defeituosos: originam-se da fabricação de itens fora das especificações de qualidade. É o desperdício mais facilmente identificável cujas origens devem ser descobertas e eliminadas.
- Desperdícios de estoques: relacionados aos custos financeiros de manutenção dos estoques como a obsolescência, ou custos de oportunidade pela perda de mercado para a concorrência com menor lead-time.

Através da identificação dos desperdícios desenvolveram-se práticas e ferramentas para combater as fontes de aumento de custos, eliminando as atividades, ações ou inventários que não agregassem valor.

2.8 Metodologia para otimização de tempo de *setup* (SMED)

Single Minute Exchange of Die (SMED) é um método que busca a identificação e eliminação das causas que originam tempos longos de setup (SHINGO, 1987). Esta sigla traz aglutinado um conceito e uma meta de tempo: troca de matrizes em menos de dez minutos (SUGAI et al., 2007). Este método permite reduzir de forma significativa o tempo de indisponibilidade dos equipamentos de produção.

Shingo (1985) distingue três etapas para o desenvolvimento da metodologia que foi concebida ao longo de 19 anos:

A primeira etapa identifica as operações realizadas durante o setup em operações internas, que são as operações realizadas quando a máquina está parada; e operações externas, as operações realizadas enquanto a máquina está em funcionamento.

A segunda etapa identifica as medidas organizacionais que permitam separar estas operações.

2.10 Programa 5S

O Processo 5S apresenta os objetivos de melhorar o ambiente de trabalho, racionalizar o uso de documentos, materiais e equipamentos, reduzir custos e agilizar os processos de trabalho, facilitar a participação e o inter-relacionamento pessoal e contribuir para a imagem da instituição (RIBEIRO, 1994). Para atingir estes objetivos o programa tem como fundamento os cinco sentidos *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke*, em japonês, ou, em português, os sentidos de utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina.

- O sentido de utilização favorece a eliminação do desperdício de inteligência, tempo e matéria-prima.
- O sentido de ordenação facilita o desenvolvimento do primeiro sentido, ao diminuir o tempo de busca dos objetos.
- O sentido de limpeza pode ser definido como a eliminação da sujeira sob todos os aspectos, incluindo a boa preservação dos equipamentos, ambiente de trabalho limpo, com agradável sensação de bem-estar e eliminação de estoques desnecessários.
- O quarto sentido é denominado de formas diferentes segundo os diversos autores: sentido da saúde, higiene ou padronização. Para Osada (1992) o quarto sentido consiste na padronização, objetivando manter a organização, a arrumação e a limpeza contínua e constantemente. Para Ribeiro (1994) o *seiketsu* é traduzido como asseio, o que implica conservar a higiene, sem descuidar os estágios de organização, ordem e limpeza alcançados, padronizando hábitos, normas e procedimentos. Enquanto Silva (1996) considera que este sentido refere-se ao estágio alcançado com a prática dos três sentidos anteriores, acrescido de hábitos rotineiros de higiene, segurança no trabalho e saúde mental.
- O sentido de disciplina procura a manutenção da nova ordem estabelecida.

O 5S é um sistema organizador, mobilizador e transformador apontando para a melhoria do desempenho global da organização promovendo o acultramento das pessoas a um ambiente de economia, organização, limpeza, higiene e disciplina o que é fundamental para a elevada produtividade (CAMPOS, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

- Computadores;
- Programas (*softwares*).

3.2 Métodos

- Formação de equipe multifuncional, composta por funcionários do P. C. P., produção e engenharia e foi contratada uma empresa de consultoria na área de manufatura enxuta para levantamento e análise dos dados das situações e leiaute antes da implementação. Medição e mapeamento dos cenários antes da implementação e construção do macro fluxo de valor antes da implementação;
- Análise quantitativa e qualitativa e interpretação das técnicas utilizadas para a implementação, por meio de aplicação dos conceitos definidos na filosofia *lean*;
- Verificou-se que a programação das peças ficava em poder do líder do setor, o que não permitia a visualização da programação pelos envolvidos no processo, haja vista a variedade de clientes e peças;
- Projeção da situação e leiaute futuros, desenvolvimento do macro fluxo de valor após a implementação;
- Comparação e análise dos *lead times* antes e após a implementação.

3.3 Estudo de caso

A empresa objeto de estudo está localizada na cidade de Botucatu, São Paulo, em operação desde 1993. Emprega, atualmente, um total de 300 trabalhadores, responsáveis pelos serviços de usinagem, corte a *laser* e plasma, estamparia, solda, pintura a pó, montagem, expedição, comercial, engenharia, logística e qualidade. Trata-se de uma empresa metalúrgica, fabricante de conjuntos metálicos para a indústria automobilística. Com o objetivo de melhorar a qualidade de seus produtos e processos, em 2002 foi certificada na norma NBR ISO 9001. Com o objetivo de melhorar a produtividade, em 2006 a empresa optou por conhecer o sistema de produção enxuta, o que levou, em 2007, à contratação de uma empresa de consultoria especializada na implementação do sistema. Este trabalho descreverá como foi o desenvolvimento das atividades de implementação. Recentemente, com o objetivo de fornecer para a indústria automobilística, a empresa foi certificada na norma NBR ISO/TS 16949.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

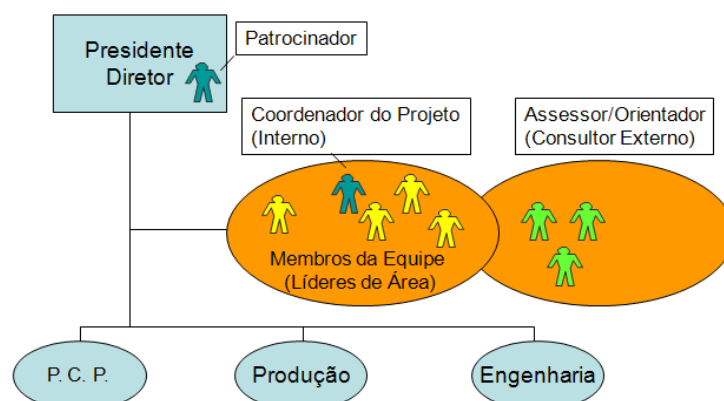
4.1 Cenário antes da implementação

A preocupação com os atrasos nas entregas das peças aos clientes internos e externos levou o setor de P. C. P. (Programação e Controle da Produção) da empresa a levantar dados para iniciar um processo de análise das causas desses atrasos, o que levou à identificação de diversas causas como baixa produtividade nos setores de solda e montagem, excesso de estoque em processo, o que dificultava a localização das peças.

4.1.1 Estrutura Organizacional do Processo de Transformação Enxuta

Para realizar uma análise que realmente identificasse as causas raízes, foi formada uma equipe multifuncional, composta por funcionários do P. C. P., produção e engenharia e foi contratada uma empresa de consultoria na área de manufatura enxuta.

Figura 2 - Estrutura Organizacional



Esta nova equipe, funcionários e consultoria, aplicou os conceitos definidos na filosofia *lean*, os quais deram subsídios para a identificação.

Verificou-se que a programação das peças ficava em poder do líder do setor, o que não permitia a visualização da programação pelos envolvidos no processo, haja vista a variedade de clientes e peças.

Observou-se, também, que a empresa não estava preparada frente a uma previsão no aumento da demanda dos itens existentes e perspectivas de novos itens.

4.2 Medição e mapeamento dos cenários antes da implementação

Para se chegar a um sistema de medição e mapeamento eficazes, os processos foram divididos por famílias, conforme demonstrado na tabela 1 abaixo:

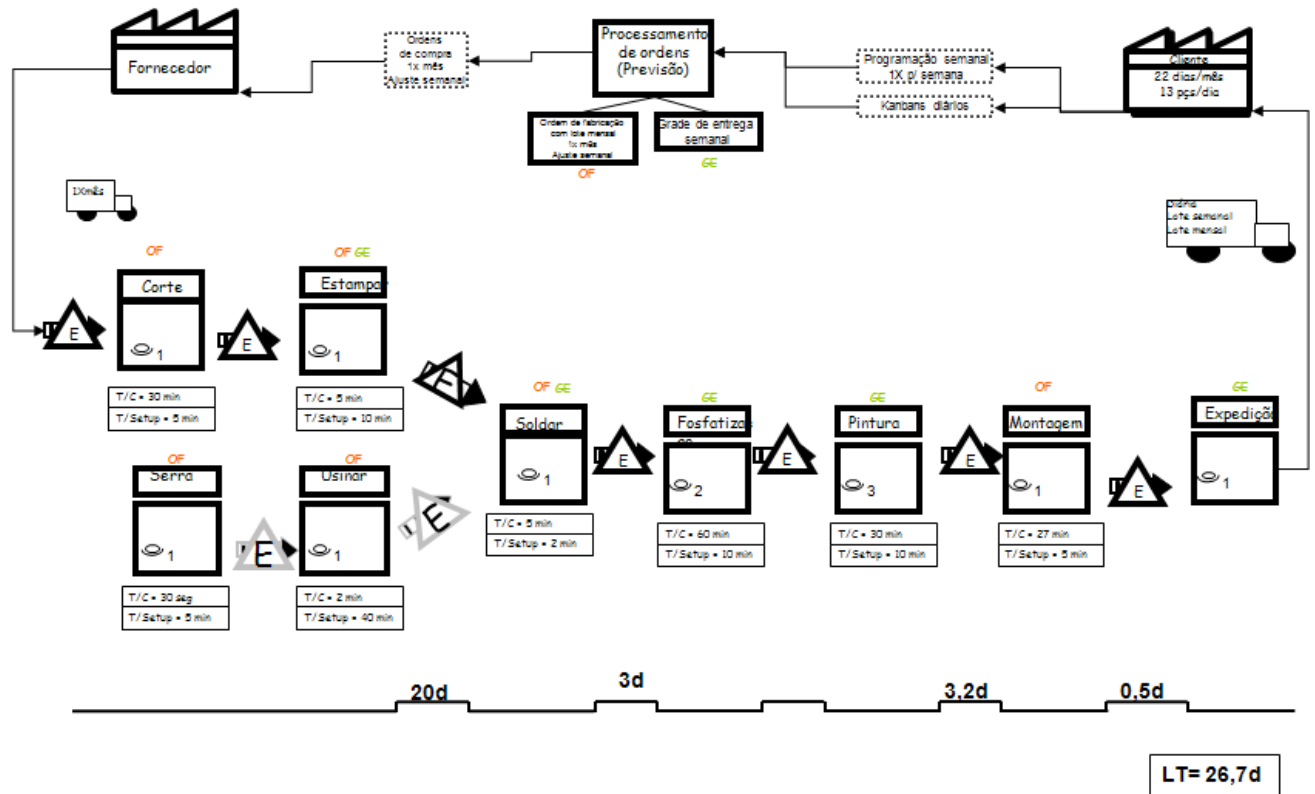
Tabela 1 - Famílias de processo

Família	Loop	
1	Soldar	Tratamento Superficial (oleado, pintura e zincagem)
2	Cortar	Tratamento Térmico
3	Cortar	Estampar
4	Cortar	Tratamento Superficial (oleado, pintura e zincagem)
5	Cortar	Usinar (terceiros)
6	Serrar	Estampar
7	Serrar	Tratamento Superficial (oleado, pintura e zincagem)
8	Serrar	Usinar
9	Montagem	Expedição

4.2.1 Macro fluxo de valor antes da implementação

O cenário antes da implementação do sistema de manufatura enxuta foi mapeado e medido, possibilitando a visualização como um todo e identificando as fontes de desperdício no fluxo de valor (ROTHER e SHOOK, 1998). O resultado deste mapeamento e da medição do *lead-time* (LT) está demonstrado na figura abaixo:

Figura 3 - Macro fluxo de valor antes da implementação.

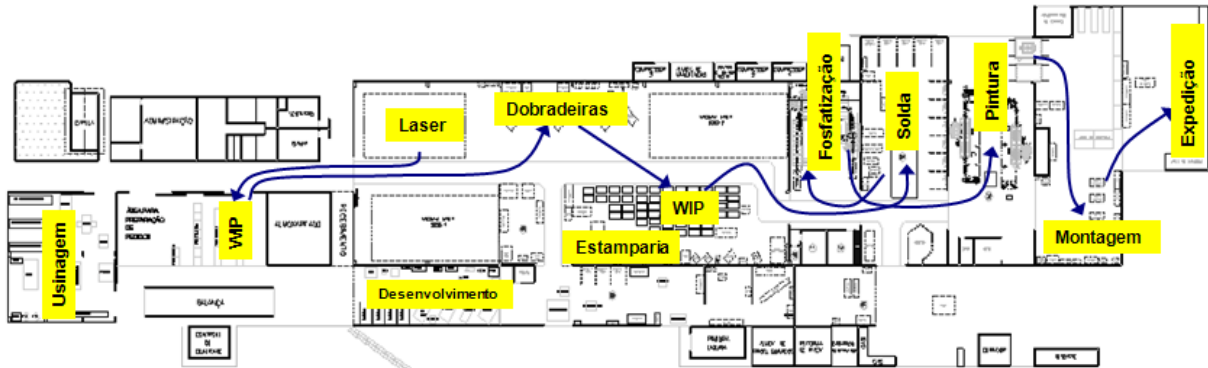


Foi possível verificar que havia 20 dias de estoque entre os processos de estamparia e solda, proporcionados pela alta quantidade de itens programados conforme sistema de produção empurrado, o que deixava apenas 0,5 dia para a montagem das peças. Somando-se os demais processos, verificou-se um *lead-time* de 26,7 dias.

4.2.2 Leiaute macro antes da implementação

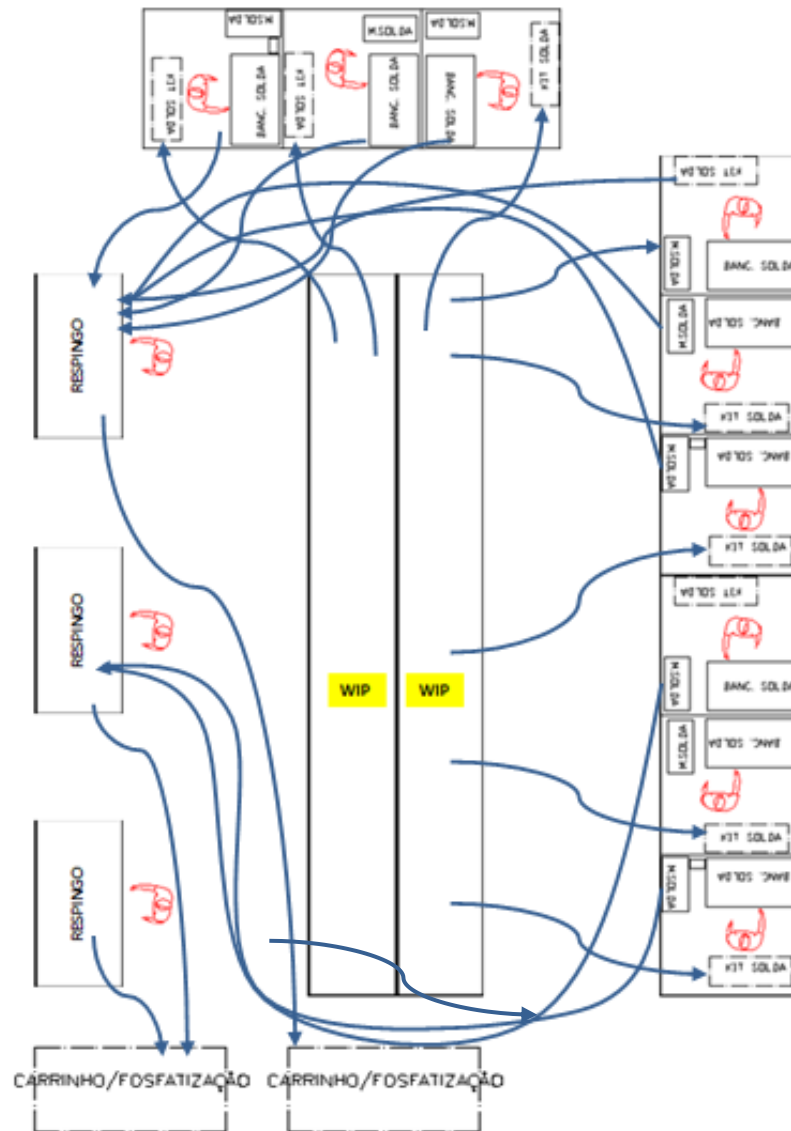
O leiaute da produção antes da implementação está representado na figura abaixo:

Figura 4 - Leiaute macro antes da implementação



O fluxo que a peça seguia pela fábrica está demonstrado pelas setas azuis, ou seja, diagrama de espaguete, que é utilizado para demonstrar um caminho percorrido por um produto na medida em que é movimentado ao longo do fluxo de valor (ROTHER e SHOOK, 2003), conforme descrição a seguir: a matéria prima era cortada no setor de corte laser e as peças levadas para o estoque. Depois de requisitado, a peça seguia para o setor de estamparia (dobradeiras), passava pela transformação e era levado para o estoque do setor de solda. Depois de soldadas, a peças eram levadas ao setor de fosfatização (tratamento superficial), na contramão do fluxo, e posteriormente era encaminhada ao setor de pintura (tendo que passar novamente pelo setor de soldagem). Depois de pintadas as peças seguiam para montagem e finalmente expedição.

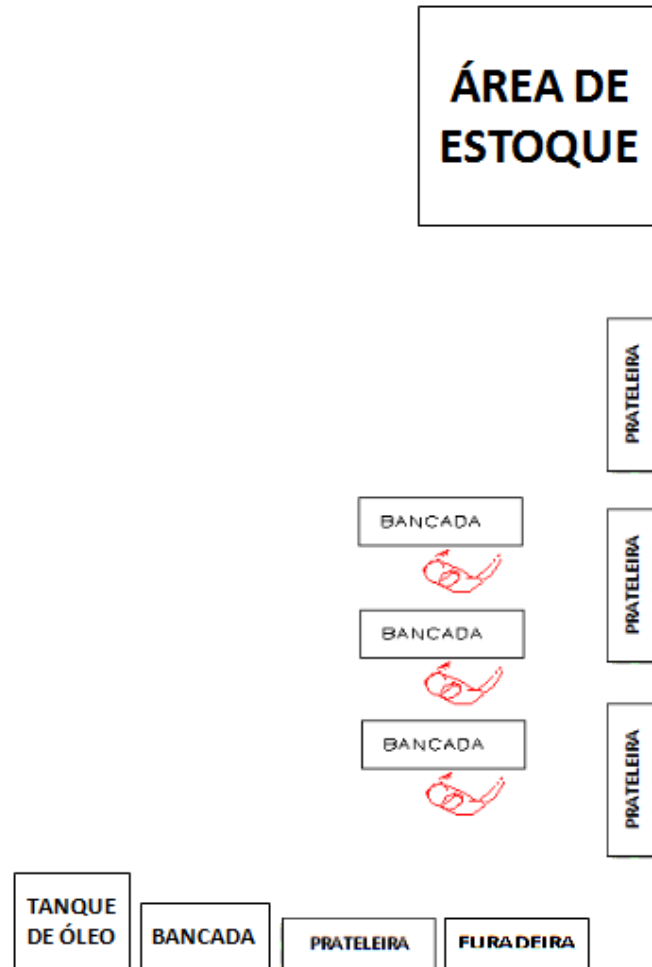
Figura 5 - Leiaute do setor de soldagem antes da implementação



O soldador, com a ordem de fabricação em mãos, retirava o material e o dispositivo de soldagem do estoque, levava para seu box de solda no qual efetuava a soldagem de conjunto conforme desenho. Depois de soldada o soldador colocava as peças em um carrinho que era retirado por um ajudante de produção e levado até as bancadas para retirada de respingos. Depois retirados os respingos, as peças eram encaminhadas ao setor de fosfatização (tratamento superficial). Portanto, neste processo observou-se excesso de movimentação.

4.2.2.1 Leiaute do setor de montagem antes da implementação

Figura 6 - Leiaute do setor de montagem antes da implementação



As principais atividades dos montadores eram executadas em bancadas individuais e as peças que seriam utilizadas estavam em prateleiras separadas ou no estoque, para efetuar a montagem de conjuntos, os montadores, com a ordem de fabricação em mãos, se deslocavam até às mesmas para retirar os gabaritos, ferramentas e componentes necessários. Para utilizar a furadeira também era necessário se deslocar das bancadas.

4.3 Definição do escopo do projeto e capacitação

4.3.1 Sistema híbrido de planejamento e controle macro para a fábrica

- Projeto de sistema macro de produção;
- Implementar Supermercados para os itens com repetibilidade antes de: expedição, montagem, solda, etc.;

- Implementar Sistema *Kanban* comandando produção para itens em supermercado;
- OF comandando produção de itens não repetitivos;
- Implementar gestão visual para setores de solda, montagem e expedição.

4.3.2 Otimização dos sistemas de soldas

- Definição das famílias de solda para:
 - ✓ Células lineares de solda (itens com repetibilidade);
 - ✓ Célula em torno do robô;
 - ✓ Cabines otimizadas de solda (itens sem repetibilidade).
- Implementar células;
- Gestão visual de produção para cada célula ou cabine;
- Implementar abastecimento otimizado de estações e células de solda;
- Implementar logística solda-pintura ou solda-montagem.

4.3.3 Otimização dos sistemas de montagem

- Criação montagem padronizada com ritmo de produção (itens com repetibilidade);
- Criação de montagem para itens não repetitivos;
- Implementar abastecimento otimizado de células de montagem;
- Gestão visual para a montagem.

4.3.4 Redução de tempo de setup na estamparia

- Aplicação de SMED em 2 máquinas.

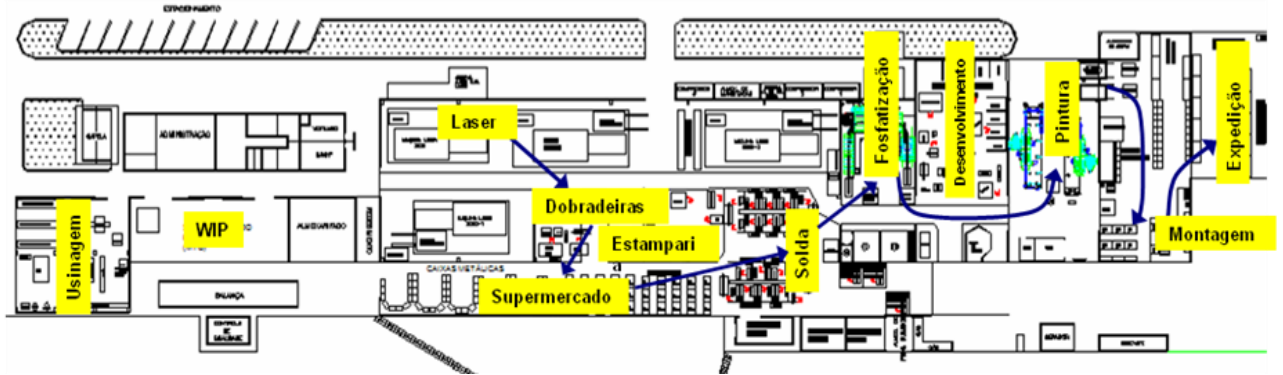
4.4 Desenvolvimento da situação futura

- Treinamento em desenvolvimento da situação futura;
 - ✓ Recomendações para a construção da situação futura;
 - ✓ Metodologia de Evento *Kaizen*;
 - ✓ Medição de Desempenho *Lean*;
- Criação de situação “ideal” para cada família de produto / serviço:
 - ✓ Cálculo do mix de produção.
- Criação de situação futura a ser implementada (curto prazo):
 - ✓ Inclusão de abastecedores no sistema;

4.5.2 Leiaute macro futuro

O leiaute macro futuro da produção está representado na figura abaixo:

Figura 8 - Leiaute macro futuro



O fluxo que a peça passará a seguir pela fábrica está demonstrado pelas setas azuis (espaguete), conforme descrição a seguir: a matéria prima será cortada no setor de corte laser e a peça levada diretamente para o setor de estamparia (dobradeiras), passará pela transformação e levada para o estoque do setor de solda que foi mudado para próximo da estamparia. Depois de soldada, será levada ao setor de fosfatização (tratamento superficial), e posteriormente encaminhada diretamente ao setor de pintura. Depois de pintada a peça segue para montagem e finalmente expedição.

4.5.3 Inclusão de abastecedores aos processos

Após análise da situação anterior e projeção da situação futura, a função do abastecedor passa a ser necessária, pois os kits para soldagem e montagem passam a ser formados por eles e, antes de se iniciar os processos, são colocados ao lado dos respectivos boxes de soldagem e das bancadas de montagem, eliminando a necessidade de movimentação dos soldadores e montadores. Todo o processo de alimentação e baixa de estoque passa a ser efetuado pelo abastecedor.

4.5.3.1 Dinâmica do abastecedor

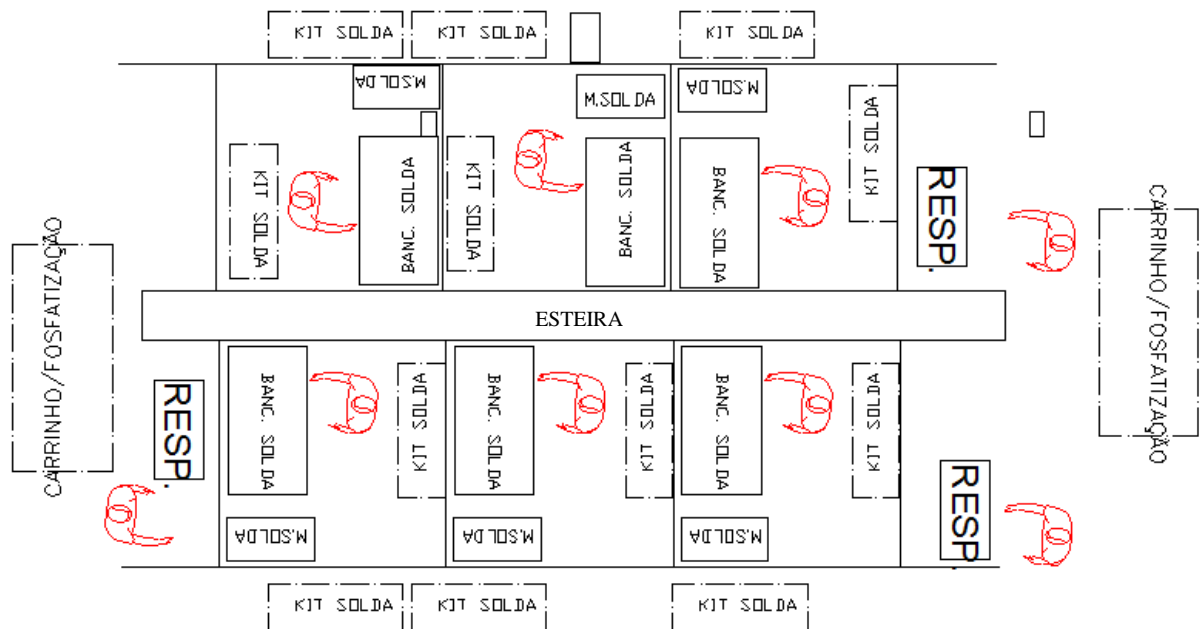
- Dinâmica do abastecedor dos fluxos Serra-Usinagem-Corte-Estamparia-Supermercado para a Solda:
 - ✓ Fluxo de informação:
 - Recolher os *kanbans* nos postos de recolhimento da solda;
 - Levar os *kanbans* para os respectivos centros produtores (Quadro da Serra e Quadro da Laser);
 - Depositar os *kanbans* nos quadros.
 - ✓ Fluxo de material:
 - Transportar os itens do *kanban* que estão prontos (criar área de saída de cada setor) para o próximo setor (criar área de recebimento de peças para cada setor);
 - Solicitar a programação do *kanban* no quadro de programação ao líder do setor;
 - Recolher as caixas vazias na Solda (criar área de saída de caixas vazias);
 - Transportar as caixas vazias para os centros produtores (criar área de recebimento de caixas vazias nos produtores com ponto de reposição).

4.5.4 Leiaute futuro do setor de soldagem

Depois de analisar a situação de como funcionava o setor de soldagem, com o conhecimento da filosofia de manufatura enxuta e sistema puxado de produção, foi possível chegar a uma proposta para um novo leiaute e nova sistemática de administração do setor.

O leiaute proposto está representado na figura abaixo:

Figura 9 - Leiaute futuro do setor de soldagem



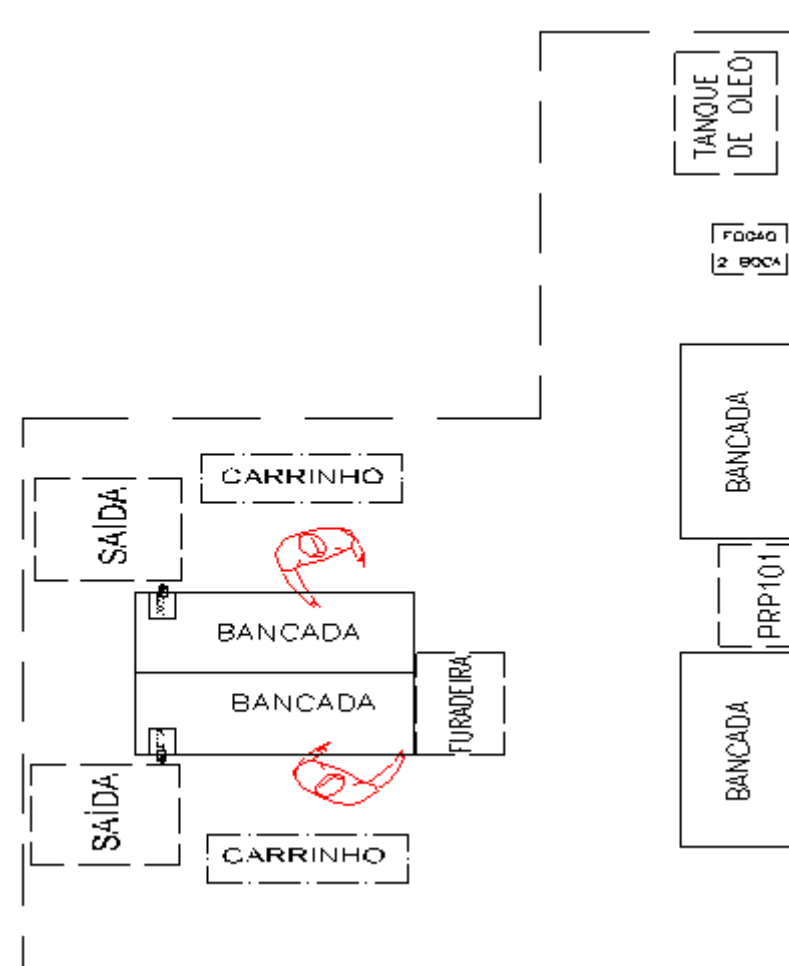
Com o novo leiaute elimina-se a movimentação dos soldadores, que poderão se dedicar totalmente às atividades que agregam valor ao processo, uma vez que os componentes dos conjuntos a serem soldados ficarão alocados ao lado dos boxes de solda, levados por abastecedores. Foi adicionada uma esteira entre os boxes, onde os soldadores colocam as peças soldadas e, por impulsão e gravidade, são deslocadas até as bancadas para retirar respingos, o que elimina a movimentação dos soldadores e ajudantes de produção.

4.5.5 Leiaute futuro do setor de montagem

Depois de analisar a situação de como funcionava o setor de montagem e a implementação do sistema puxado de produção e alteração do leiaute, foi possível chegar a uma proposta para otimização da produtividade do setor.

O leiaute proposto está representado na figura abaixo:

Figura 10 - Leiaute futuro do setor de montagem



Com o novo leiaute os componentes a serem montados e os conjuntos acabados serão colocados e retirados por abastecedor em carrinhos ao lado das bancadas. A furadeira também fica ao lado. Portanto se elimina a movimentação dos montadores, e a mão de obra fica toda dedicada ao processo de montagem, ou seja, à atividade que realmente agrega valor ao processo.

4.6 Evento *kaizen*

O evento *kaizen* foi escolhido por ser uma ferramenta efetiva para desenvolvimento e implementação rápida de melhorias, pois tem como estratégia a centralização em times e é ideal para o desenvolvimento de todos da organização: gerência, pessoal de escritório e de fábrica, processo sucessivo, envolvendo vários níveis hierárquicos da fábrica, metas agressivas (perfeição), além de ser realizado com pouco e disponíveis recursos, conforme Imai (1994), que definiu *Kaizen* como melhoramento contínuo, com envolvimento de todos

na organização. Seu objetivo foi eliminar sintoma de excesso e falta de peças ou produtos, melhorar o desempenho de atendimento aos clientes, reduzir movimentação de peças pela fábrica e melhorar o sistema de gestão da produção, por meio de implantação do novo sistema de controle de produção, célula piloto de soldagem, reorganização do setor de montagens, implantação de supermercado para itens em processo e acabados e de sistema de gestão visual.

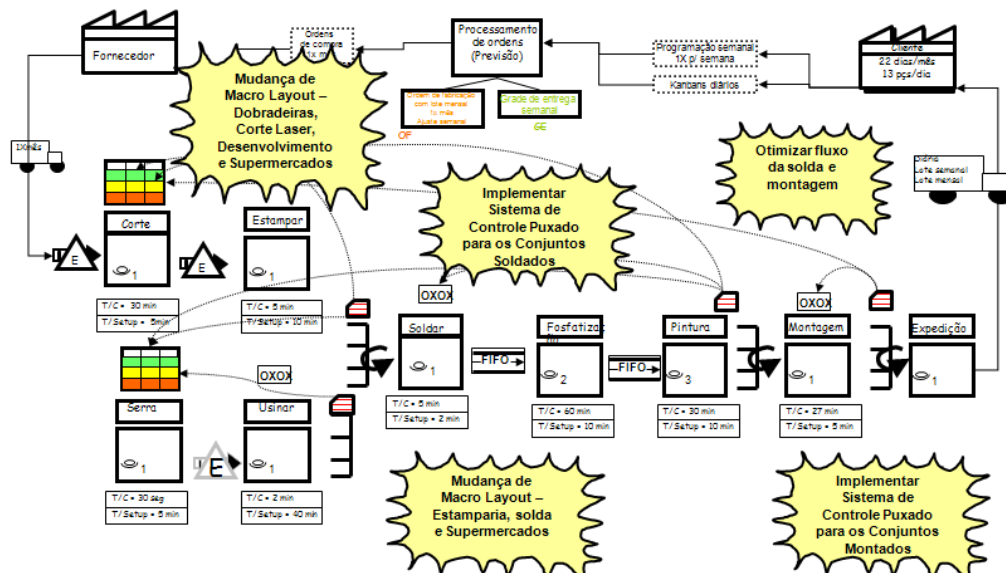
4.6.1 Equipe kaizen

- Inteiramente focada na missão a ser cumprida;
- Cumprir a missão em 5 dias;
- Dedicção exclusiva - “Não tem mais nada a fazer na semana”;
- Prioridade de recursos fabris;
- Prioridade de informações.

4.6.2 Macro fluxo de valor e as atividades do evento kaizen

Após toda a análise dos dados e planejamento da situação futura, o grupo multifuncional determinou a semana em que deveriam ocorrer as mudanças. Para isto foram agregados novos funcionários ao grupo, os quais receberam treinamento para entendimento e aplicação do *kaizen*.

Figura 11 - Macro fluxo de valor e as atividades do evento *kaizen*



4.7 Implementação de supermercado

O termo "supermercado" aqui corresponde ao estoque de produtos acabados e foi estrategicamente localizado no fim do sistema produtivo, de forma que os consumidores podem ser atendidos imediatamente, simplesmente retirando-se produtos acabados deste estoque, confirmando a definição de Ohno (1997) de que num supermercado o cliente pode obter o que é necessário, no momento necessário e na quantidade necessária. Com isso, passou a liberar um *kanban*, ou cartão, para a produção de forma a repor o supermercado. E passou à expedição diretamente, é a fabricação total ou parcial a partir da requisição do consumidor e passou a produzir a partir da liberação de ordem de produção em determinada parte do processo produtivo. Abaixo fotos do supermercado do setor de soldagem, implementado durante o evento *kaizen*:

Figura 12 - Prateleiras do supermercado de solda



Figura 13 - Caixas do supermercado de solda



4.8 Implementação de *kanban*

A implementação do cartão *kanban* foi para controlar os fluxos de produção ou transportes internos na empresa. Foi colocado o *kanban* em peças em todos os setores, para indicar a entrega de uma determinada quantidade. Servindo de aviso passou a ser levado ao seu ponto de partida, onde se converte num novo pedido para mais peças. Quando for recebido o cartão, então passa-se a movimentar, produzir ou solicitar a produção da peça, o que permitirá agilizar a entrega e a produção de peças. Os cartões *kanbans* físicos, de produção ou movimentação, transitarão entre os locais de armazenagem e produção substituindo as ordens de fabricação e outras formas de solicitar peças, permitindo enfim que o controle da produção seja feita pelos próprios funcionários das áreas envolvidas no processo de fabricação do item, na quantidade e tempo certos, confirmando Seibel (2004) o qual definiu que desta forma evita-se a superprodução e a formação de estoque.

Portanto, os *kanbans* são apenas meios pelos quais o transporte, a produção ou o fornecimento pode ser autorizado, ou seja, a produção anterior só opera quando o processo seguinte usar todo o seu suprimento de peças disponíveis.

Foram definidos os sistemas de controle de componentes conforme a tabela abaixo:

Tabela 2 - Sistemas de controle de componentes

Sistemas de Controle Componentes						
Sub-Família	Nível	Custo	Volume	Frequência	Controle	Tamanho
1	PA e Componentes	A	A	Frequente	Kanban	1*TPT
1	PA e Componentes	A	B	Frequente	Kanban	1*TPT
2		A	C	Frequente	Ordem	Pedido
1		B	A	Frequente	Kanban	1*TPT
2		B	B	Frequente	Ordem	Pedido
2		B	C	Frequente	Ordem	Pedido
3	PA (exceto soldados)	C	A	Frequente	2 Gaveta	20 dias/Gaveta
3	PA (exceto soldados)	C	B	Frequente	2 Gaveta	20 dias/Gaveta
3	PA (exceto soldados)	C	C	Frequente	2 Gaveta	20 dias/Gaveta
4	Componentes para Solda	C	A	Frequente	2 Gaveta	10 dias/Gaveta
4	Componentes para Solda	C	B	Frequente	2 Gaveta	10 dias/Gaveta
4	Componentes para Solda	C	C	Frequente	2 Gaveta	10 dias/Gaveta

4.8.1 Ordem da implementação do sistema de *kanban*

- Principais conjuntos montados;
- Restante conjuntos montados e itens específicos;
- Itens AA, AB, CA.

4.8.1.1 Cálculo e definição do *kanban*

- Explosão dos componentes;
- Identificação dos processos, classificando em famílias;
- Divisão por famílias: considerando apenas processo inicial e processo final, conforme tabela abaixo:

Tabela 3 - Divisão por famílias

	Família 1	Família 2	Família 3	Família 4	Família 5	Família 6	Família 7	Família 8	Família 9
Proc. Inicial	Solda	Solda	Corte	Corte	Corte	Serra	Serra	Serra	Montagem
Proc. Final	Trat. Superf.	Trat. Térmico	Estamparia	Trat. Superf.	Usinagem (Terceiros)	Estamparia	Trat. Superf.	Usinagem	Expedição

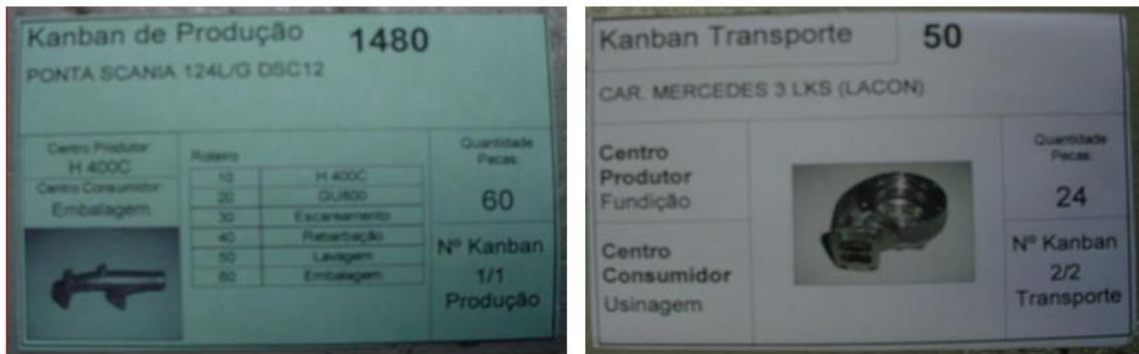
- Para o loop Solda-Tratamento Superficial o TPT foi definido 1 dia e o tamanho do *kanban* de acordo com a demanda diária.
- Para o *loop* Montagem-Expedição o TPT foi definido 1 dia e o tamanho do *kanban* de acordo com os pedidos do cliente.

4.8.1.2 Cálculo do mix de produção

- As peças produzidas no laser foram agendadas para serem fabricadas de modo a diminuir a troca de chapas;
- Para garantir que a estamparia não fique sobrecarregada foi feito um cálculo com o tempo de processamento do lote mais o tempo de *setup* de cada peça.

As informações necessárias para o cartão *kanban* está demonstrado na figura abaixo:

Figura 14 - Informações do *kanban*



- Tipo de Kanban
- Código da Peça
- Descrição da Peça
- Centro Produtor
- Centro Consumidor
- Contenedor
- Roteiro
- Foto
- Tamanho do Lote

4.8.1.3 Implementação dos quadros de *kanban*

Figura 15 - Modelos dos quadros de solda

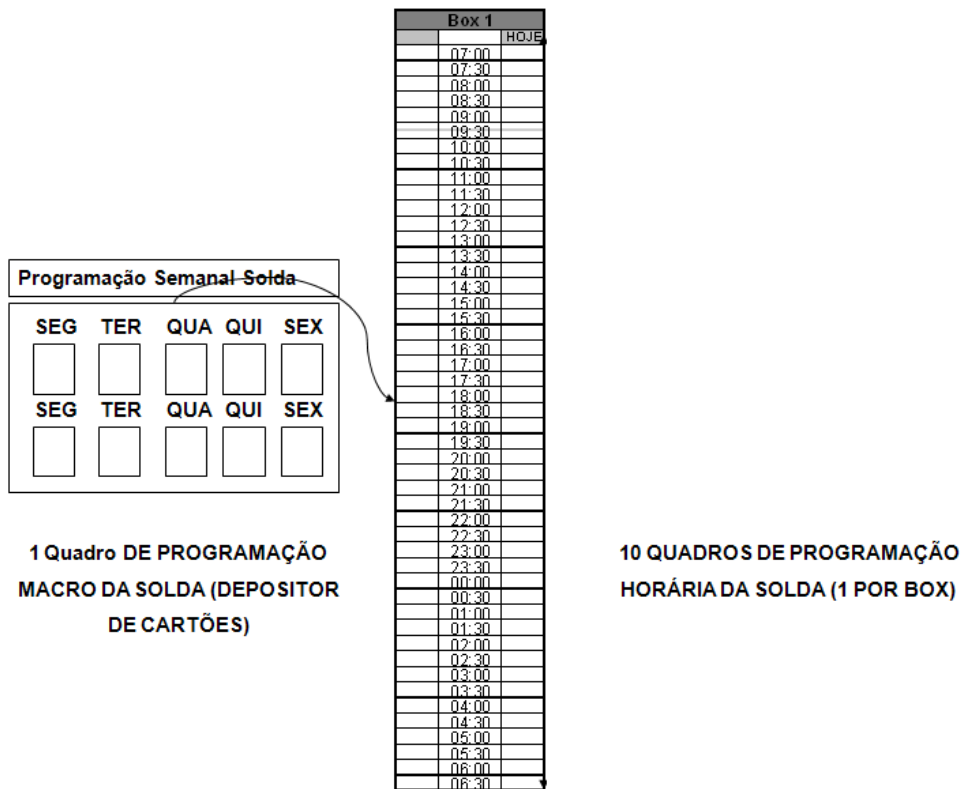


Figura 16 - Quadro de *kanban* da solda

Figura 17 - Quadros do setor de corte laser



Figura 18 - Quadro do setor de montagem



4.9 Melhorias após a implementação da manufatura enxuta

- Sistema de gestão visual de controle da produção;
- Supermercados de itens em processo e produtos acabados;
- Sistema puxado de produção;
- Células de soldagem;
- Reorganização do setor de montagens;
- Abastecedor para movimentação de peças/produtos eliminando necessidade de movimentação de operadores;
- Redução do *lead-time* em 42%, ou seja, de 26,7 para 15,5 dias.

5 CONCLUSÃO

Podemos então concluir que o sistema de manufatura enxuta além de ser um sistema de administração da produção é também uma “filosofia” de administração que vai de encontro aos problemas e suas causas, buscando sempre a melhor solução.

Parte significativa das soluções para o aumento da produtividade em conjunto com o aumento da competitividade, perseguido pelas organizações, foi encontrada com a utilização de conceitos e ferramentas da manufatura enxuta.

A utilização desta estratégia de produção em inúmeros sistemas de manufatura vem consolidando esta filosofia como uma das formas eficazes de se diminuir as perdas em processos. Entre as ferramentas utilizadas, o sistema puxado de produção via *kanban* tem alcançado destaque por simplificar o processo de programação e controle da produção além de contribuir para a redução de desperdícios e melhor atendimento aos clientes.

Depois de implementadas todas as ações propostas, entende-se que é possível a implantação da programação puxada de produção via *kanban* em um ambiente com grande variedade de produtos.

A implementação se mostrou bastante efetiva, reduziu o *lead-time* em 42%, ou seja, de 26,7 para 15,5 dias, trazendo grande motivação à empresa, pelo fato de gerar resultados rapidamente.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES JR.; VALLE, J. A. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero.** 1998, 407f. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- CAMPOS, V. F. TQC: gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994. 274 p.
- GIRARDI, T. R. **Proposta de um método para introdução do sistema puxado de produção em um ambiente com grande variedade de produtos.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis. 2006 - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
- IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo.** 5. ed. São Paulo: IMAM, 1994.
- LARAIA, A. C.; MOODY, P. E.; HAL, R.W. **Kaizen Blitz: Processo para o alcance da melhoria contínua nas organizações.** São Paulo: Leopardo, 2009.
- LÉXICO L. *The Lean Enterprise Institute, Inc. Lean Insitute Brasil.* Copyright, 2003.
- MARQUES, P. V.; MODENESI, P.J.; BRACARENSE, A.C. **Soldagem – Fundamentos e Tecnologia.** Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2005, 362 p.
- MOLINA, J. F.; **Contribuição da informação no sistema Kanban: critérios e exemplos de implementação.** 1995. 160f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 1995.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção.** São Paulo: IMAM, 1984.
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OSADA, T. Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. São Paulo: IMAM, 1992. 212 p.
- RENTES, A.F. (2000). **TransMeth - Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresas.** Tese de Livre-Docência. Escola de Engenharia de São Carlos - USP.
- RIBEIRO, Haroldo. 5S: um roteiro para uma implantação bem sucedida. Salvador: Quality House, 1994. 79 p.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. (1998). **Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.** The Lean Enterprise Institute, MA, USA.
- ROTHER, M., SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar. Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SEIBEL, S.; **Um modelo de benchmarking baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira.** 2004. 217 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.

SHANK, J. (03/2000) 53-62. O Custo Focado no Cliente. *HSM Management*.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing:** The SMED System. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.

SHINGO, S., *Le Système SMED - Une Révolution en Gestion de Production*, Paris, Les Editions d'Organisation, 1987

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed Porto Alegre: Bookman, 1996. 291p.

SILVA, João Martins de. O ambiente da qualidade na prática - 5S. 3. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996. 260 p.

SLACK, N. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997. 726p.

SUGAI, M., MCINTOSH, R. I., NOVASKI, O. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise e estudo de caso.** Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio-ago. 2007.

TUBINO, D. F. **Sistemas de produção:** a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999. 182p.

WOMACK, J. P; JONES, D. T; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 4. reed. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347p.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. 6. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 408p.

Botucatu. 05 de dezembro de 2011.

André Fabiano dos Santos Brambilla

De Acordo:

Prof. Esp. José Carlos Omodei Junior

Prof.^a Ms. Bernadete Rossi Barbosa Fantin
Coordenadora do Curso de Logística