

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Aplicação de Produção Enxuta: um estudo de caso na indústria de
implementos rodoviários**

César Domiciano Bernardes

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco Espôsto

São Carlos

2016

CÉSAR DOMICIANO BERNARDES

**Aplicação de Produção Enxuta: um estudo de caso na indústria de
implementos rodoviários**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Engenharia de São
Carlos da Universidade de São Paulo para
a obtenção do Título de Especialista em
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco
Espôsto.

São Carlos

2016

Autorizo a publicação e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

B522a Bernardes, César Domiciano
Aplicação de produção enxuta : um estudo de caso na indústria de implementos rodoviários / César Domiciano Bernardes ; orientador Kleber Francisco Espôsto. - São Carlos, 2016.

Monografia (Especialização em Engenharia de Produção Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2016.

1. Lead time. 2. Manufatura enxuta. 3. Estudo de caso. 4. Implementos rodoviários. I. Título.

Folha de julgamento

Elaborada pela seção de graduação ou pós-graduação da Instituição de Ensino

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico este trabalho a minha família Mário Bernardes dos Santos, Solange Domiciano dos Santos e Aline Domiciano dos Santos que acreditaram e participaram desta trajetória para conclusão deste curso.

Agradeço ao meu orientador Kleber Francisco Êsposto pela paciência e experiência que me proporcionou para a conclusão deste trabalho, aos demais professores do curso com quem obtive um aprendizado que levarei por toda a vida.

Obrigado a Deus por permitir esta trajetória de aprendizado junto com pessoas extraordinárias.

RESUMO

BERNARDES, C.D. **Estudo sobre aplicação da Produção Enxuta na indústria de implementos rodoviários**. 87f. Monografia (Especialização) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

No cenário econômico atual as exigências para continuar competitivo, como o aumento dos lucros, a busca por redução de custos e aumento da produtividade tornou a manufatura enxuta uma aliada para as estratégias das companhias, pois tratam desde o fluxo de matéria-prima até o fluxo de informação, eliminando as atividades e processos que não agregam valor para o cliente. Com os resultados alcançados pelas empresas bem sucedidas na sua aplicação, tornou-se referência para empresas de diversos segmentos que buscam melhorias nos seus processos. A indústria metalúrgica estudada é do setor de implementos rodoviários fabricante de reboques, semirreboques e carrocerias para diversos tipos de transporte de cargas. Localizada no estado de São Paulo, a planta estudada fabrica semirreboques basculantes, tanques de combustíveis e tanques pipa. O objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi identificar oportunidades para reduzir o lead time de fabricação de tanques para transporte de combustível através de implantação de conceitos e ferramentas da manufatura enxuta. Para executar este objetivo foi realizado um estudo de caso de natureza qualitativa, que por meio de pesquisas estruturadas, levantamentos bibliográficos e observações diretas determinaram as principais oportunidades de melhoria. Para reduzir os desperdícios e atividades que não agregam valor foram utilizados métodos como mapeamento do fluxo de valor, produção puxada, 5' S, fluxo contínuo e trabalho padronizado descritos passo a passo do decorrer deste trabalho.

Palavras-chave: Lead Time. Manufatura Enxuta. Estudo de caso. Implementos Rodoviários.

ABSTRACT

BERNARDES, C. D. **Study about application from Lean Manufacturing in road implements industry.** 87f. Monograph (Specialization) – Engineering School of São Carlos – University of São Paulo, São Carlos, 2016.

In the current economic context, the requirements to stay competitive, as rise in profits, the pursuit of cost reduction and increased productivity became lean manufacturing as an ally for company's strategy because it treats since the supply stream until information stream, removing activities and process unnecessary for the costumer. With the results obtained from successful companies with this application it became reference for companies from several segments that find improvement in your process. The metal industry studied belongs to road implements sector it makes towing, semitrailer and body shell to several kinds of cargo transport. Located in state from São Paulo, the factory studied it make dump semitrailer, gas tank and water tanks. The objective of this graduation work was identify opportunities to reduce lead time from gas tank transportation manufacturing by means of implementation concept and tools from lean manufacturing. To achieve this objective was done a case report from qualitative nature that by means of structured research, bibliographic search and directs observations determined main improvement opportunities. To reduce the wastes and unnecessary activities has been used methods as value stream mapping, pull production, 5S, continuous stream and standardized work described step-by-step in the course of this work.

Key-words: Lead Time. Lean Manufacturing. Case report. Road Implements

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CASA DO STP	17
FIGURA 2 - "4Ps" DO MODELO TOYOTA	18
FIGURA 3 - ETAPAS INICIAIS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	27
FIGURA 4 - EXEMPLO MAPA ESTADO ATUAL	30
FIGURA 5 - EXEMPLO DE MAPA DO ESTADO FUTURO.....	33
FIGURA 6 - CONEXÃO DOS INDICADORES	36
FIGURA 7 - FLUXO DE PRODUÇÃO ATUAL VERSUS FLUXO DE PRODUÇÃO CONTÍNUO	42
FIGURA 8 - FUNCIONAMENTO SISTEMA KANBAN COM SUPERMERCADO	45
FIGURA 9 - FLUXOGRAMA DO MODELO PARA DIMENSIONAMENTO DA QUANTIDADE DE KANBANS	47
FIGURA 10 - CAMINHÃO SOBRECHASSI E CARROCERIA	51
FIGURA 11 - IMPLEMENTO SOBRECHASSI	53
FIGURA 12 - IMPLEMENTO REBOQUE.....	53
FIGURA 13 - IMPLEMENTO SEMIRREBOQUE	53
FIGURA 14 - SEMIRREBOQUE TANQUE DE COMBUSTÍVEL CILÍNDRICO.....	56
FIGURA 15 - TANQUE DE COMBUSTÍVEL FORMATO ELÍPTICO	57
FIGURA 16 - MÉTODO DEDUTIVO GERALMENTE USADO NA PESQUISA QUANTITATIVA.....	60
FIGURA 17 - A LÓGICA INDUTIVA DE PESQUISA EM UM ESTUDO QUALITATIVO	60
FIGURA 18 - PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO TANQUE DE COMBUSTÍVEL DA EMPRESA X	67
FIGURA 19 - ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE TANQUES.....	74
FIGURA 20 - BALANCEAMENTO ATUAL DA LINHA.....	77
FIGURA 21 - BALANCEAMENTO PROPOSTO DA LINHA	78

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - 14 PRINCÍPIOS DE GESTÃO DO MODELO TOYOTA	22
QUADRO 2 - ÍCONES DO MAPA DE FLUXO DE VALOR	28
QUADRO 3 - FASES DE IMPLANTAÇÃO 5S	39
QUADRO 4 - FUNÇÕES E REGRAS PARA UTILIZAÇÃO DE KANBANS	45
QUADRO 5 - VANTAGENS DE USO DOS CVCs	55
QUADRO 6 - ESPESSURA MÍNIMA DE CALOTAS, ANTEPARAS E QUEBRA-ONDAS (MM)	57
QUADRO 7 - ESPESSURA MÍNIMA DE COSTADO (MM)	58
QUADRO 8 - APLICAÇÃO DE SEIS ESTRUTURAS PARA PROPÓSITOS DIFERENTES DOS ESTUDOS DE CASO.....	63
QUADRO 9 - FAMÍLIA DE PRODUTOS EMPRESA X	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANFIR – Agência Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários

EK – Evento *Kaizen*

FIFO – *First-In- First-Out*

MRP – *Material Requirement Planning*

STP – Sistema Toyota de Produção

IMVP - *International Motor Vehicle Program*

MIT - *Massachussets Institute of Technology*

AV – Agrega valor

NAV – Não agrega valor

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

WIP – *Work in process*

TC- Tempo de ciclo

CVC - Conjuntos de veículos de carga

EAT - Autorização Especial de Transito

VTR - Veículo tanque rodoviário

MTO – *Make to order*

MTS – *Make to stock*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. JUSTIFICATIVA/PROBLEMA	13
1.2. OBJETIVO	13
2. REVISÃO BILIOGRÁFICA.....	14
2.1. PRODUÇÃO ENXUTA	14
2.2. HISTÓRICO.....	15
2.3. PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA	16
2.4. ATIVIDADES AV / NAV	23
2.5. FORMAS DE DESPERDÍCIO.....	25
2.6. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VALUE MAPPING STREAM)	26
2.6.1. <i>Mapa do estado atual</i>	29
2.6.2. <i>Princípios enxutos no mapa de estado futuro</i>	31
2.6.3. <i>Mapa do Estado Futuro</i>	33
2.7. KAIZEN.....	34
2.8. 5S.....	37
2.9. FLUXO CONTÍNUO	40
2.10. DISPOSITIVOS À PROVA DE ERROS <i>POKA-YOKE</i>	43
2.11. KANBAN	44
2.12. BALANCEAMENTO	48
2.12.1. <i>Balanceamento do Operador</i>	49
2.13. JUST IN TIME	50
2.13.1. <i>Objetivo</i>	50
2.14. IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS.....	51
2.14.1. <i>Classificação</i>	52
2.15. VEÍCULO TANQUE RODOVIÁRIO	56
3. METODOLOGIA.....	59
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	59
3.2. ABORDAGEM E OBJETIVO DA PESQUISA	59
3.3. PROCEDIMENTO TÉCNICO	61

4. ESTUDO DE CASO	64
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	64
4.2. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO	65
4.3. MAPA DO ESTADO ATUAL	68
4.4. OPORTUNIDADES INICIALMENTE IDENTIFICADAS	69
4.5. BALANCEAMENTO ATUAL.....	77
4.6. BALANCEAMENTO PROPOSTO.....	78
4.7. MAPA DO ESTADO FUTURO	79
4.8. IMPLANTAÇÃO DA SITUAÇÃO FUTURA	80
4.8.1. <i>Objetivos dos eventos</i>	81
4.8.2. <i>Atividades pré-kaizen</i>	81
4.8.3. <i>Atividades pós-kaizen</i>	82
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
5.1. DIFICULDADES E LIMITAÇÕES ENCONTRADAS	84
5.2. RECOMENDAÇÕES PARA PROJETOS FUTUROS	84
6. REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa/Problema

Nos dias de hoje as organizações de produção de bens ou serviços estão na busca de reduzir seus custos e maximizar os lucros para obter melhores resultados. Com o cenário econômico do país em queda desde 2015 atingiu muitos segmentos de mercado, inclusive os fabricantes de implementos rodoviários foram um deles. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários (Anfir) 2016 houve uma queda de 31,3% no número de emplacamento de produtos novos no mercado interno em comparação ao ano passado, tornando a busca por novas estratégias necessárias pelas organizações com objetivo de reduzir seus desperdícios e serem mais competitivas em um mercado cada vez mais exigente.

Processos desbalanceados, falta de padronização, superprodução, excesso de movimentação, quebra de máquina e falta de informações estão presentes em muitas organizações. Como orquestrar estes processos, reduzir os desperdícios e a filosofia de trabalho é o que a cultura da Produção Enxuta vem mostrar desde a década de 1950.

Pensamento enxuto é a forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades, sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em suma, o pensamento enxuto é enxuto porque é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam. (WOMACK; JONES; 1998; p.3)

A criação do Sistema Toyota de Produção, que ficou conhecido mundialmente como *lean manufacturing* ou produção enxuta tem alcançado vários países mostrando os benefícios de um sistema enxuto em comparação com a consolidada indústria de produção em massa. Segundo Roos, Jones e Womack (2004), o objetivo central desse sistema consiste em capacitar as organizações para responder com rapidez as constantes flutuações da demanda de mercado a partir do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação.

A implantação da produção enxuta está muito além da aplicação correta das ferramentas, isto envolve um forte trabalho de mudança de hábito, no cotidiano da empresa, na busca de redução de desperdício em cada processo para conseguir alcançar seus plenos benefícios. Para atingir esse grau de implantação é necessário iniciar primeiramente pela identificação das oportunidades de melhorias nos seus processos e realizá-las, eliminando as atividades que não agregam valor e com isso seguir para próxima etapa do processo de melhoria, LIKER (2005). Nesse contexto, no tópico a seguir é apresentado o objetivo deste trabalho

1.2. Objetivo

Este trabalho propõe identificar as oportunidades de aplicação dos conceitos e ferramentas da manufatura enxuta numa linha de produção de uma indústria de implementos rodoviários para reduzir o *lead time* de fabricação de tanques cilíndricos para transporte de combustível.

2. REVISÃO BILIOGRÁFICA

2.1. Produção Enxuta

O termo produção enxuta, manufatura enxuta, *lean production*, *lean manufacturing* ou Sistema Toyota de Produção “STP” possuem significados equivalentes para descrever um sistema de produção que revolucionou primeiramente a indústria automobilística e depois os demais segmentos de produtos e serviços.

Para o *Lean Institute*, o *Lean* é uma filosofia de gestão cuja a idéia principal é maximizar o valor para o cliente eliminando os desperdícios, ou seja, criar mais valor para o cliente com menos recursos. Eliminando os desperdícios ao longo de todo fluxo de valor, ao invés de pontos isolados, criando processo que precisam de menos: esforço humano, espaço, capital, tempo para produzir produtos e serviços. A um custo menor com pouquíssimos defeitos comparado com o sistema de produção em massa. Tornando as companhias aptas para responderem as mudanças e desejos dos consumidores com alta variedade, alta qualidade, baixo custo, alta produtividade e com um gerenciamento de informação cada vez mais simples e preciso.

Segundo Womack, Jones e Ross (2004), o termo produção enxuta e a disseminação do seu conhecimento deu início pelo *International Motor Vehicle Program* - Programa Internacional de Veículos Automotores (IMVP) realizado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) que realizaram vários estudos e pesquisas ao redor do mundo sobre as indústrias automobilísticas que resultaram na publicação de um dos livros mais conhecidos da área chamado “A Máquina que Mudou o Mundo”, que mostrou a diferença de desempenho entre as montadoras japonesas e as ocidentais. A característica chave para este desenvolvimento foi a produção enxuta que conseguiu realizar seus processos e atividades utilizando menos recursos como: menos esforço humano, menos estoque, menos tempo de fabricação, menos peças, menos investimento, menos engenharia.

Para Liker (2005) o STP não é um kit de ferramentas, no qual utiliza-se apenas um conjunto de ferramentas enxutas como o *just-in-time*, células, 5S, kanban, TPM, mapa de fluxo de valor, kaizen entre outras. É um método sofisticado de produção que todas as parte contribuem para o todo. Este todo é a base para apoiar e estimular as pessoas a continuar melhorando os processos em que trabalham.

Martins e Laugeni (2005) definem a produção enxuta como uma técnica de administração utilizada primeiramente pelas indústrias automobilísticas com objetivo de aumentar a flexibilidade de produção reduzindo desperdícios e aumentando os resultados. A cultura da empresa é importante nesse sistema devido ao ideal de produtos e processos devem ser claro e único a todos para ser alcançável. Sendo este ideal buscado por melhorias nos processos constantemente.

“Um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e os procedimentos através da redução contínua de desperdícios.” (CORREA; CORREA, 2012, p.599).

A operação enxuta significa mover-se em direção para eliminar todos os desperdícios de modo a desenvolver uma operação que é mais rápida, mais confiável, produz produtos e serviços de mais alta qualidade e operar com baixo custo. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.452)

Com base nas definições acima pode-se caracterizar a Produção Enxuta como um sistema de produção com foco em criar valor para o cliente eliminando os desperdícios, focado em produzir produtos e serviços com alta qualidade com cada vez menos recursos, com uma cultura bem definida para estimular as pessoas a melhorarem continuamente seus processos.

2.2. Histórico

Os pilares da Produção Enxuta começaram a serem moldados com Sackichi Toyoda, engenheiro e inventor do primeiro tear elétrico e fundador da primeira empresa do conglomerado Toyota, a *Toyoda Automatic Loom Works* que iniciou a filosofia e abordagem de trabalho pela melhoria contínua e o aprendizado pela tentativa e erro conhecido como *genchi genbutsu* (LIKER,2005). Mais tarde em 1937, seu filho Kiichiro Toyoda fundador da Toyota Motor Company introduziu a abordagem *just-in-time* baseada em viagens de estudos das plantas Ford nos Estados Unidos para aprender as técnicas e abordagem da indústria automobilística e foi aonde Kiichiro observando o sistema de reposição de mercadorias em um supermercado teve a ideia base para desenvolvimento do sistema kanban. Até então a Toyota não era a potência internacional e modelo da PE conhecido atualmente, foi sob a presidência de Eiji Toyoda e após a Segunda Guerra Mundial que formou o cenário para ser definida a produção enxuta, após as visitas aos complexos da Ford foi proposto a Taiichi Ohno a tarefa:

“(...) aperfeiçoar o processo de produção da Toyota de modo que se igualasse à produtividade da Ford” (LIKER,2005, p.41)

Produzir carros no Japão com a mesma produtividade da Ford nos Estados Unidos não foi tarefa fácil, pois com o sistema de produção em massa produzindo grandes quantidades e números limitados de modelos não se adequava à realidade mercado japonês que demandava baixas quantidades de diferentes modelos, tendo a Toyota que produzir na mesma linha pequenos volumes de diferentes modelos. Outro fator eram os recursos que a Ford possuía, muito dinheiro e um grande mercado nacional e internacional, sendo que a Toyota não, necessitando assim de um giro de capital rápido para suprir sua rede de fornecimento, logo Taiichi Ohno percebeu que não conseguiria executar o sistema de produção em massa na Toyota, era necessário adaptar o processo de produção. Segundo Liker (2005), para essa adaptação foi necessário alta qualidade, baixo custo, menor *lead time* e flexibilidade.

Em visitas posteriores as fábricas da Ford, Eiji e Taiichi perceberam que não havia mudanças nas técnicas de produção desde as primeiras visitas. Começaram a perceber as falhas de processos, as grandes quantidades de estoque em processos e depósitos.

Juntamente com tais observações e através do método de tentativas e erro que Taichi Ohno e sua equipe conseguiram se igualar a Ford em produtividade e resolver os desafios da Toyota, revolucionando o mundo com a criação de um novo sistema de produção.

2.3. Princípios da Produção Enxuta

Para representação dos conceitos e filosofia do STP, Fujio Cho discípulo de Taichi Ohno escolheu para simbolizar o STP a figura de uma casa pois representa um sistema estrutural onde é necessário um alicerce sólido, pilares, paredes e telhado para que a casa permaneça erguida.

No alicerce são encontrados a produção nivelada ou *heijunka* sendo necessária para criação da estabilidade do sistema, os processos estáveis e padronizados, o controle visual e a filosofia do modelo Toyota. Nos pilares estão o *just-in-time* que é a produção da peça certa na quantidade correta no tempo certo e a minimização dos estoques, no outro pilar a autonomia que significa nunca deixar um defeito passar para a próxima etapa e liberar as pessoas das máquinas. No centro da casa estão as pessoas que somente através da melhoria continua a operação será estabilizada. Deve ocorrer treinamentos para capacitar as pessoas para encontrarem as perdas

no sistema e eliminá-las através das análises de causa raiz perguntando qual a fonte geradora de cada um desses problemas observando atentamente o que está ocorrendo (*genchi genbutsu*). No telhado está situado as metas a serem alcançadas conforme Liker (2005), melhor qualidade, menor custo, menor *lead time*, mais segurança, moral alto. Sendo alcançados através da redução do fluxo de produção pela eliminação das perdas.

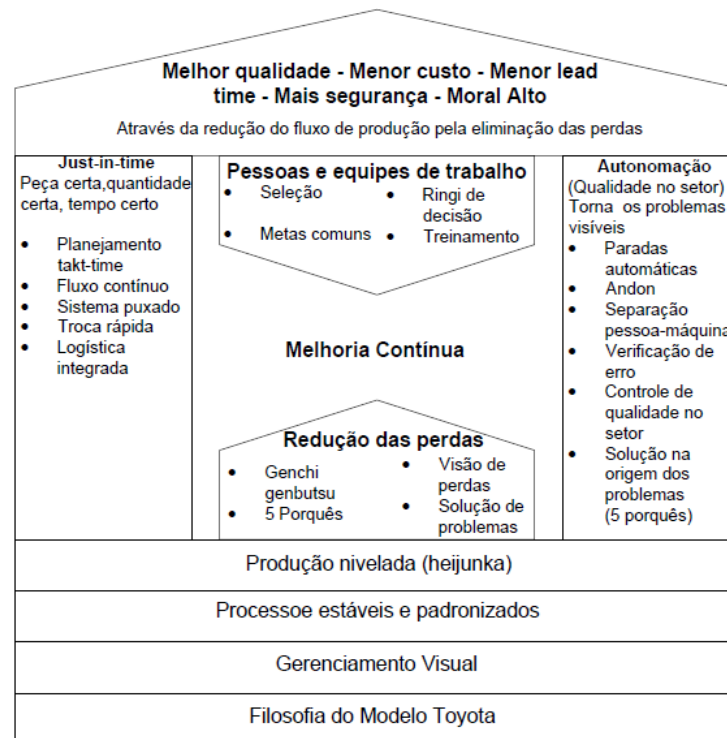


Figura 1 - Casa do STP

Fonte: LIKER (2005, p.51)

De acordo com Womack e Jones (1998), o pensamento enxuto é a forma de especificar valor alinhando e sequenciando de melhor forma as ações que criam valor, realizando tais atividades sem interrupção no momento que alguém as solicita, realizando-as de forma cada vez mais eficiente. Segundo Liker (2005), o autor criou com base em seus estudos da empresa Toyota quatorze princípios de gestão que fazem parte do alicerce do Sistema Toyota de Produção (STP), estes princípios foram divididos em quatro categorias conhecido como os 4P's devido a tradução no idioma Inglês: Filosofia (*Philosophy*), Processo (*Process*), Pessoas e Parceiros (*People and Partners*), Solução de Problemas (*Problem Solving*).

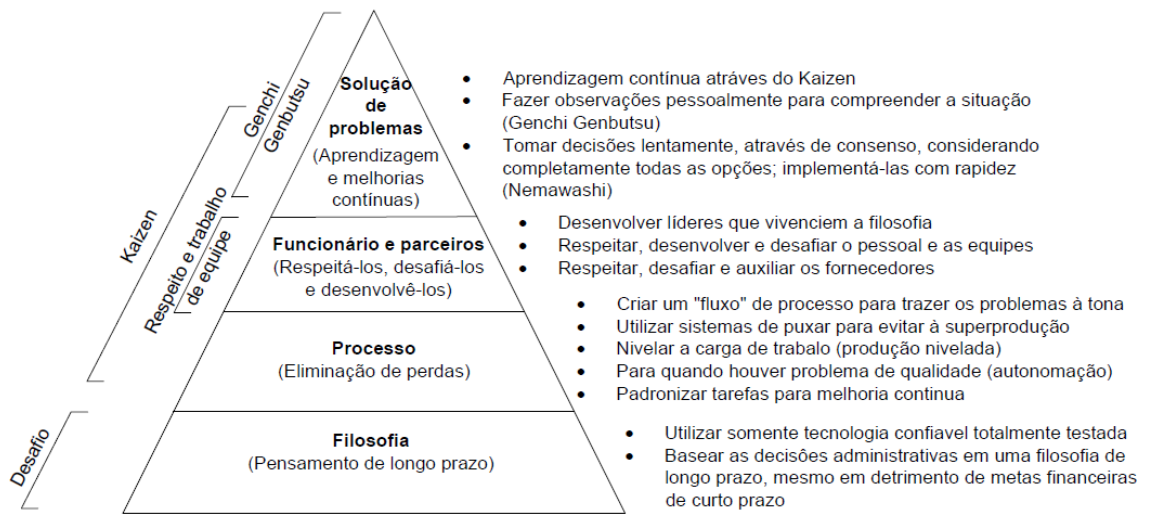


Figura 2 - "4Ps" do Modelo Toyota

Fonte: LIKER (2005, p.28)

Para Liker (2005) apesar da influência do movimento enxuto a maioria das tentativas de implementar esse conceito tem sido superficial. Sendo a razão que a maior parte das empresas estão preocupadas na aplicação das ferramentas como 5S e *just-in-time* sem compreender o conceito de “enxuto” que deve permear a cultura da empresa. Abaixo é apresentado um resumo dos **quatorze** princípios de gestão do Modelo Toyota.

Seção I: Filosofia de Longo Prazo

Princípio 1. Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.

- Ter um senso filosófico de propósito que se sobreponha a qualquer decisão de curto prazo. Trabalhar, crescer e alinhar toda organização rumo a um objetivo em comum mais importante do que ganhar dinheiro. Compreender seu lugar na história da empresa e trabalhar para leva-la ao próximo nível. Sua missão filosófica é a base para todos os outros princípios.
- Gerar valor para o cliente, a sociedade e a economia – é seu ponto particular. Avaliar cada função na empresa em termos de capacidade para atingir esse objetivo.
- Ser responsável. Lutar para decidir seu próprio destino. Agir com autoconfiança e acreditar em suas próprias habilidades. Aceitar a responsabilidade por sua conduta e manter e melhorar as habilidades que lhe possibilitam produzir agregação de valor.

Seção II: O Processo Certo Produzirá os Resultados Certos

Princípio 2. Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.

- Recriar processo de trabalho para atingir uma alta agregação de valor e o fluxo contínuo. Em todos os projetos, lutar para eliminar o tempo de ociosidade ou à espera de alguém que assuma.
- Criar um fluxo para mover rapidamente o material e as informações, bem como encadear processos e pessoas de modo que os problemas se tornem imediatamente visíveis.
- Tornar o fluxo aparente em toda a cultura organizacional. Essa é a chave para um verdadeiro processo de melhoria contínua e para o desenvolvimento das pessoas.

Princípio 3. Usar sistemas puxados para evitar a superprodução.

- Oferecer aos clientes no processo de produção o que eles desejam, quando o desejam e na quantidade que necessitam. O reabastecimento de material acionado pelo consumo é o princípio básico do *just-in-time*.
- Minimizar o estoque em processo e o armazenamento, estocando pequenas quantidades de cada produto e frequentemente reabastecendo com base no que o cliente realmente utiliza.
- Corresponder as mudanças diárias na demanda do cliente em vez de confiar em programação de computador e em sistemas de mapeamento de estoque.

Princípio 4. Nivelar a carga de trabalho (heijunka). Trabalhar como a tartaruga não como a lebre.)

- A eliminação das perdas é somente um terço da equação para o sucesso da produção enxuta. A eliminação da sobrecarga das pessoas e do equipamento e da instabilidade do programa de produção também são importantes – embora geralmente não compreendidas em empresas que tentam implementar os princípios enxutos.
- Trabalhar para nivelar a carga de trabalho de todos os processos de produção e de serviços como alternativa para a abordagem pára/começa do trabalho em lotes, típico na maioria das empresas.

Princípio 5. Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa.

- A qualidade para o consumidor impulsiona sua proposta de valor.

- Usar todos os métodos modernos disponíveis para assegurar a qualidade.
- Introduzir no equipamento a capacidade de detectar problemas e de se autodesligar. Desenvolver um sistema visual para avisar a equipe ou os líderes de projeto que uma máquina ou processo precisa de assistência. Automação (máquinas com inteligência humana) é a base para construção da qualidade.
- Introduzir na organização sistemas de apoio para solução rápida de problemas e imediato estabelecimento de soluções.
- Introduzir em sua cultura a filosofia de para ou desacelerar para obter qualidade já na primeira tentativa com o intuito de aumentar a produtividade a longo prazo.

Princípio 6. Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários.

- Usar métodos estáveis que podem ser repetidos em toda parte para manter a previsibilidade, a regularidade do tempo e dos processos. É a base para o fluxo e o sistema de puxar.
- Captar a aprendizagem acumulada sobre um processo até um certo momento, padronizando as melhores práticas atuais. Permitir a expressão criativa individual para melhorar o padrão e incorporá-la ao novo padrão de modo que, quando uma pessoa se afastar, você possa transmitir a aprendizagem para a pessoa substituta.

Princípio 7. Usar controle visual para nenhum problema fique oculto.

- Usar indicadores visuais simples para ajudar as pessoas a perceberem imediatamente se estão diante de uma situação padrão ou de um problema.
- Evitar o uso de uma tela de computador quando isso tira a atenção do trabalhador.
- Criar sistemas visuais simples no local de trabalho onde o trabalho é executado para sustentar o fluxo e o sistema de puxar.
- Reduzir seus relatórios a uma folha de papel sempre que possível, mesmo em suas mais importantes decisões financeiras.

Princípio 8. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.

- Usar tecnologia para auxiliar as pessoas, e não para substituí-las. Frequentemente, é melhor trabalhar manualmente em um processo antes de utilizar a tecnologia para executá-lo.
- Muitas vezes não se pode confiar em uma nova tecnologia, que pode ser difícil de padronizar, assim prejudicando o fluxo. Um processo que comprovadamente funciona em geral prevalece sobre a tecnologia nova que ainda não foi testada.
- Conduzir teste reais antes de adotar novas tecnologias em processos administrativos, sistema de produção ou produtos.
- Rejeitar ou modificar tecnologias que entram em conflito com sua cultura ou que podem romper a estabilidade, a confiabilidade e a previsibilidade.
- Apesar disso, incentivar seus funcionários a considerar novas tecnologias quando novas abordagens são desejadas no trabalho. Implementar rapidamente uma tecnologia já completamente avaliada se tiver sido aprovada em testes e se puder melhorar o fluxo dos processos.

Seção III: Valorização da Organização Através do Desenvolvimento de seus Funcionários e Parceiros

Princípio 9. Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros.

- Desenvolver líderes de dentro da empresa, ao invés de busca-los fora da organização.
- Não ver o trabalho dos líderes como um simples realização de tarefas e boas habilidades em lidar com pessoas. Os líderes devem ser modelos da filosofia da empresa e de seu modo de fazer negócios.
- Um bom líder deve entender detalhadamente o trabalho diário, de modo que possa ser o melhor professor da filosofia de sua empresa.

Princípio 10. Desenvolver pessoas e equipes que sigam a filosofia da empresa.

- Criar um cultura forte e estável em que os valores e crenças da empresa sejam amplamente compartilhados e vivenciados por um período de vários anos.
- Treinar indivíduos e equipes excepcionais para trabalharem na filosofia da corporação para alcançar resultados excepcionais. Trabalhar com empenho para reforçar continuamente a cultura.
- Usar equipes interfuncionais para melhorar a qualidade e a produtividade e aumentar o fluxo, resolvendo problemas técnicos complexos. A capacitação ocorre quando as pessoas usam as ferramentas da empresa para melhorá-la.
- Fazer um esforço contínuo para ensinar aos indivíduos como trabalhar juntos como equipes rumo a metas em comum. O trabalho de equipe é algo que deve ser aprendido.

Princípio 11. Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.

- Respeitar seus parceiros e fornecedores e trata-los como uma extensão de sua empresa.
- Desafiar seus parceiros externos a crescer e a se desenvolver. Isso mostra que você os valoriza. Estabelecer alvos desafiadores e auxiliar seus parceiros a atingi-los.

Seção IV: A Solução Contínua de Problemas na origem Estimula a Aprendizagem Organizacional

Princípio 12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (genchi genbutsu).

- Resolver problemas e melhorar processos indo a sua origem, observando-os pessoalmente e verificando dados, em vez de teorizar com base no que outras pessoas ou o computador lhe dizem.
- Pensar e falar com base em dados pessoalmente verificados.
- Mesmos os administradores e executivos de alto nível devem ver as coisas por si mesmos para que tenham mais do que uma compreensão superficial da situação.

Princípio 13. Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez.

- Não tomar uma única direção e seguir adiante sem antes ter considerado completamente as alternativas. Quando tiver feito uma opção, movimente-se rapidamente, mas com cautela.

- Nemawashi é o processo de discussão de problemas e de soluções potenciais com todos os afetados para coletar suas ideias e o acordo quanto ao caminho a seguir. Esse processo de consenso, embora demorado, auxilia a ampliar a busca por soluções e, uma vez que uma decisão é tomada, tem rápida implementação.

Princípio 14. Tornar-se uma organização de aprendizagem através de reflexão incansável (hansei) e da melhoria contínua (kaizen).

- Assim que um processo estável for estabelecido, usar ferramentas de melhoria contínua para determinar a causa de uma ineficiência e aplicar soluções eficazes.
- Criar processos que quase não exijam estoque. Isso tornará aparentes o tempo e os recursos desperdiçados. Assim que a perda ficar evidente, fazer com que os funcionários utilizem um processo de melhoria contínua (kaizen) para eliminá-la.
- Proteger a base de conhecimentos da organização desenvolvendo equipes estáveis, a promoção lenta e sistemas de sucessão muito cuidadosos.
- Usar hansei (reflexão) em atividades-chave e, depois de terminar um projeto, identificar claramente todas as dificuldades em executá-lo. Desenvolver soluções para evitar que erros sejam repetidos.
- Aprender padronizando as melhores práticas, em vez de reinventar a roda em cada novo projeto e com cada administrador novo.

Quadro 1 - 14 Princípios de Gestão do Modelo Toyota

Fonte: LIKER (2005, p.58)

Para Womack e Jones (1998) a Produção Enxuta possui cinco princípios básicos:

1. Especificar o valor: É o ponto inicial do pensamento enxuto, sendo determinado apenas pelo cliente final expressado em termos de um produto específico atendendo as necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico.
2. Identificar a cadeia de valor de cada produto: É o conjunto de ações específicas necessárias para levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio: a tarefa de soluções de problemas (do início da concepção até o lançamento do produto), gerenciamento da informação (aborda desde o recebimento do pedido até a entrega ao cliente) e a tarefa de transformação física (abrange desde a matéria-prima até o produto acabado entregue ao cliente).
3. Fluxo: Após eliminar as perdas da cadeia de valor é necessário fazer com que as etapas que agregam valor fluam pela cadeia, para isso exige-se uma mudança completa de mentalidade com foco no produto e não nos equipamentos

4. Produção Puxada: Deixar que o cliente (interno ou externo) puxe o valor que ele necessita, ou seja, produzir o que realmente o cliente precisa, quando necessita através de um fluxo reduzindo os desperdícios.
5. Perfeição: Os quatro princípios iniciais interagindo entre si como um ciclo faz com que o valor flua cada vez mais rápido pela cadeia, expondo mudas ocultas e obstáculos mais frequentemente. Alcançando um nível a mais de perfeição a cada muda e obstáculos eliminados.

2.4. Atividades AV / NAV

Segundo Martins e Laugeni (2005) a visão das atividades que agregam valor e as atividades que não agregam valor (AV/NAV) são fundamentais para a competitividade da empresa. Hines e Taylor (2000) classificam a visão AV/NAV da seguinte maneira:

- Atividades que agregam valor: São atividades que o cliente reconhece e está disposto a remunerar a empresa.
- Atividades necessária e que não agregam valor: São atividades que aos olhos do consumidor final não agregam valor mas que são necessárias. Trata-se de desperdícios que necessitam de tratamento de longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.
- Atividades desnecessárias que não agregam valor: São atividades que na visão do consumidor final não agregam valor ao produto ou serviço e não são necessárias, caracterizando mudas (desperdícios) que devem ser eliminadas a curto e médio prazo.

“(…) muda, palavra japonesa que significa desperdício ou seja, qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor: erros que exigem retificação, produção de itens que ninguém deseja, e acúmulo de mercadorias nos estoques, etapas de processamento não necessárias, movimentação de funcionários e transporte de mercadorias de um lugar para o outro sem propósito. (WOMACK; JONES; 1998, p.3)

Hines e Taylor (2000) constataram em suas pesquisas nas empresas de manufatura que não são da classe mundial uma média entre os tipos de atividades encontradas na seguinte proporção na figura abaixo:

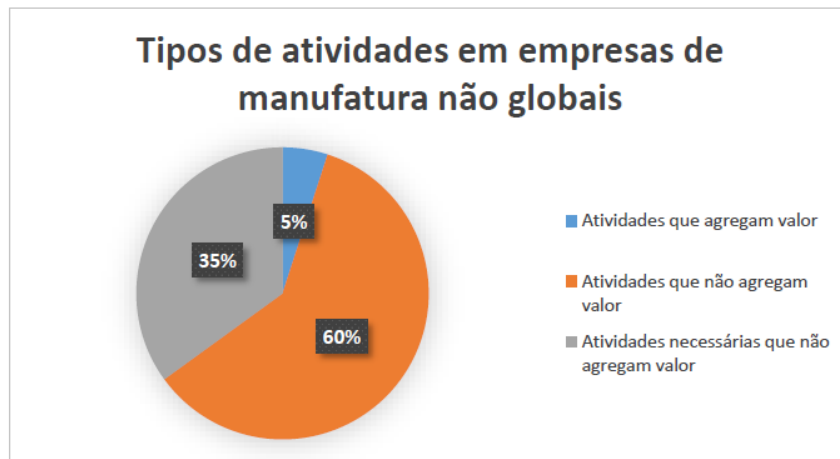


Gráfico 1 - Tipos de atividades em empresas de manufatura

Fonte: Hines e Taylor 2000.

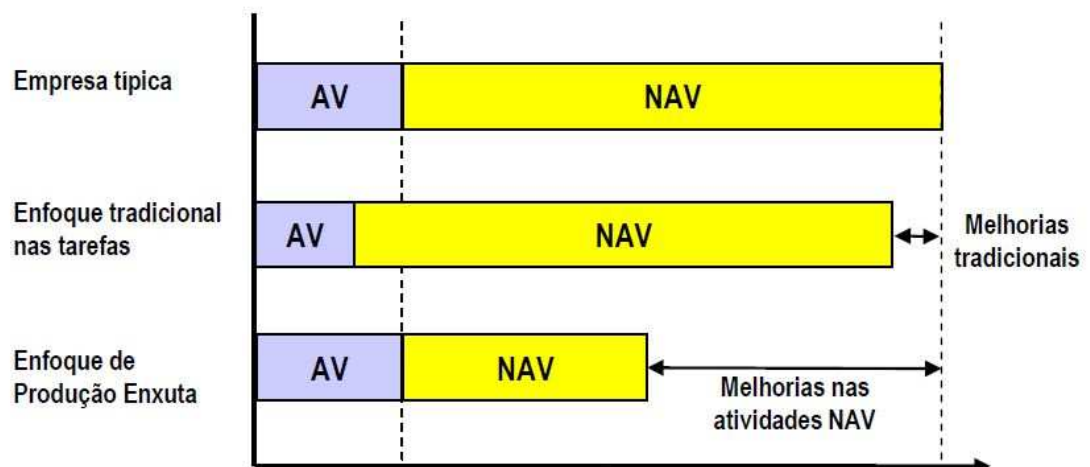


Gráfico 2 - Enfoque nas Atividades

Fonte: Hines e Taylor 2000.

2.5. Formas de Desperdício

No desenvolvimento de Sistema Toyota de Produção, Ohno identificou as mudas que precisou eliminar para chegar neste sistema de produção enxuto, segundo Liker (2005), Hines e Taylor (2000) os desperdícios foram classificados conforme abaixo:

1. Superprodução (*Overproduction*): Produzir itens que não possuem demanda, antecipar ou produzir a mais resultam em excesso de estoque, aumento de custos de pessoal e estoque.
2. Espera (*Waiting*): *Funcionários vigiando o funcionamento de máquinas automáticas esperando por ferramentas, peças, suprimento. Funcionários parados devido falta de estoque, atrasos, quebra de máquina e gargalos de capacidade.*
3. Transporte desnecessários (*Excessive transportation*): Excesso de movimentação de pessoas, informação ou mercadorias ineficientemente.
4. Processamento incorreto (*Inappropriate process*) superprocessamento: Processamento ineficiente devido a ferramentas, procedimentos ou sistema inapropriados produzindo defeitos, processamento com qualidade superior a necessária também ocasiona perdas.
5. Excesso de estoque (*Unnecessary inventory*): Excesso de matéria-prima, estoque, produtos acabados geram longos *lead time*, obsolescência, produtos danificados custos extras de transporte, estoque e pessoal, além de ocultar problemas de desbalanceamento da produção, defeitos e entregas.
6. Movimento desnecessário (*Unnecessary motion*): Movimentos desnecessários que os funcionários realizam durante o trabalho como procurar, empilhar peças ou ferramentas devido a fraca organização do local de trabalho.
7. Defeitos (*Defects*): Produção de peças defeituosas, retrabalhar descartar e inspecionar significam perdas de tempo e esforço.
8. Desperdício da criatividade dos funcionários (*waste creativity*): Desperdiçar as idéias e oportunidades de melhoria e aprendizagem por não envolver os funcionários resultando em perda de tempo e habilidades.

2.6. Mapeamento do fluxo de valor (Value Mapping Stream)

Um fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto. Jones e Womack (1998) definem o mapeamento do fluxo de valor como simples processo de observação direto do fluxo de informação e de materiais conforme eles, ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com melhor desempenho.

Para Jones e Womack (2003) o mapeamento do fluxo de valor é simplesmente o processo de observação direta do fluxo de informação e de materiais conforme elas ocorrem ilustrando um estado futuro com melhor desempenho. Segundo o autor esta ferramenta contribui com os seguintes benefícios:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Você pode enxergar o fluxo.
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor.
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura.
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você pode discuti-las. De outro modo, muitos detalhes e decisões no seu chão de fábrica só acontecem por omissão.
- Junta conceitos e técnicas enxutas, que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente.
- Forma a base de um plano de implementação. Ao ajudá-lo a desenhar como o fluxo total de porta a porta deveria operar – uma parte que falta em muitos esforços enxutos – os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta.
- Mostra a relação entre o fluxo de informações e o fluxo de material. Nenhuma outra ferramenta faz isso.
- O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa com a qual você descreve em detalhes como a sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo.

Primeiramente é necessário identificar à família de produtos que serão mapeadas a partir do consumidor no fluxo de valor, a determinação pode ser feita por um grupo de produtos que

passam por etapas semelhantes de processamento ou utilizam equipamentos comuns nos seus processamentos. Se o seu mix de produtos é complicado você pode criar uma matriz com as etapas de montagem e os equipamentos em um eixo e seus produtos no outro eixo. Este mapeamento do fluxo de valor pode ser uma ferramenta de comunicação, planejamento de negócios e uma ferramenta para gerenciar o processo de mudança.

Após a seleção da família de produtos é iniciado o mapeamento do estado atual a partir de informações do chão de fábrica, onde neste processo surgirão ideias para o mapa do estado futuro. Desenhando o mapa do estado futuro mostrará importantes informações sobre o estado atual que não havia sido percebido, a ideia é que o estado futuro tornando-se realidade deverá ser mapeado um novo estado futuro consolidando a melhoria contínua no nível do fluxo de valor.

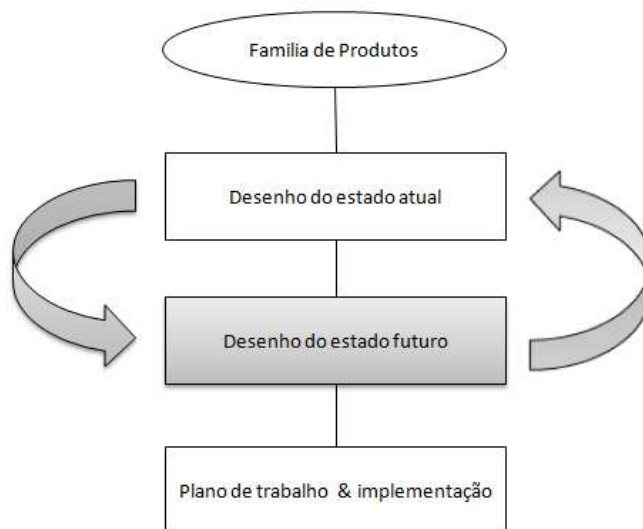
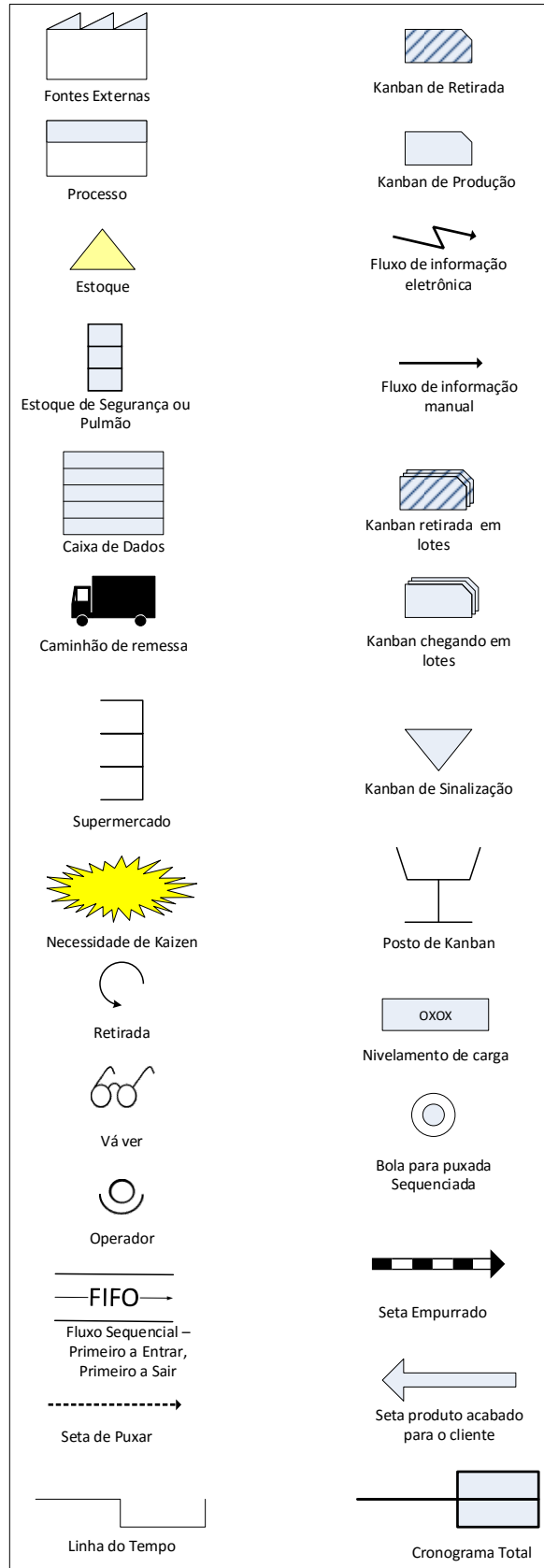


Figura 3 - Etapas Iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor

Fonte: ROTHER e SHOOK (1998, p.9)

A simbologia utilizada foi criada inicialmente na Toyota para descrever os principais acontecimentos dentro do chão de fábrica onde pode-se localizar o processo, as informações, os dados e fornecedores. Segue abaixo os principais ícones e seus significados:



Quadro 2 - Ícones do mapa de fluxo de valor

2.6.1. Mapa do estado atual

Após selecionar uma família de produtos a serem analisadas o mapeamento inicial é realizado no nível “porta-a-porta” descrevendo processos com agregação de valor ou não, fluxos de materiais (ex: peças e matérias-primas) e informações (ex demanda, *lead time*, *takt time*, tempo disponível e número de operadores). Na figura 4 abaixo mostra um mapa do estado atual de acordo com o autor (RENTES, 2006, p. ...apud ÊSPOSTO 2008, p.55) uma cadeia de valor de uma empresa tradicional, com a produção empurrada ao longo da cadeia de valor. O mapa do estado atual ilustra características como: os triângulos representando os estoques de matéria-prima e estoque intermediário entre os processos conhecido como WIP do Inglês *work in process* se formando ao longo do processo. Pode-se observar processos produtivos isolados e estoque em processo. O fluxo de informação mostra o envio da programação da produção sendo enviada aos processos. A linha de tempo embaixo do mapa demonstra os *lead time*, os tempo de agregação de valor em comparação ao tempo total do processo.

Este mapeamento serve como base para o mapa do estado futuro já que no estado atual já são mapeados os pontos de desperdício clareando a proposta do estado futuro, Rother e Shook (2003).

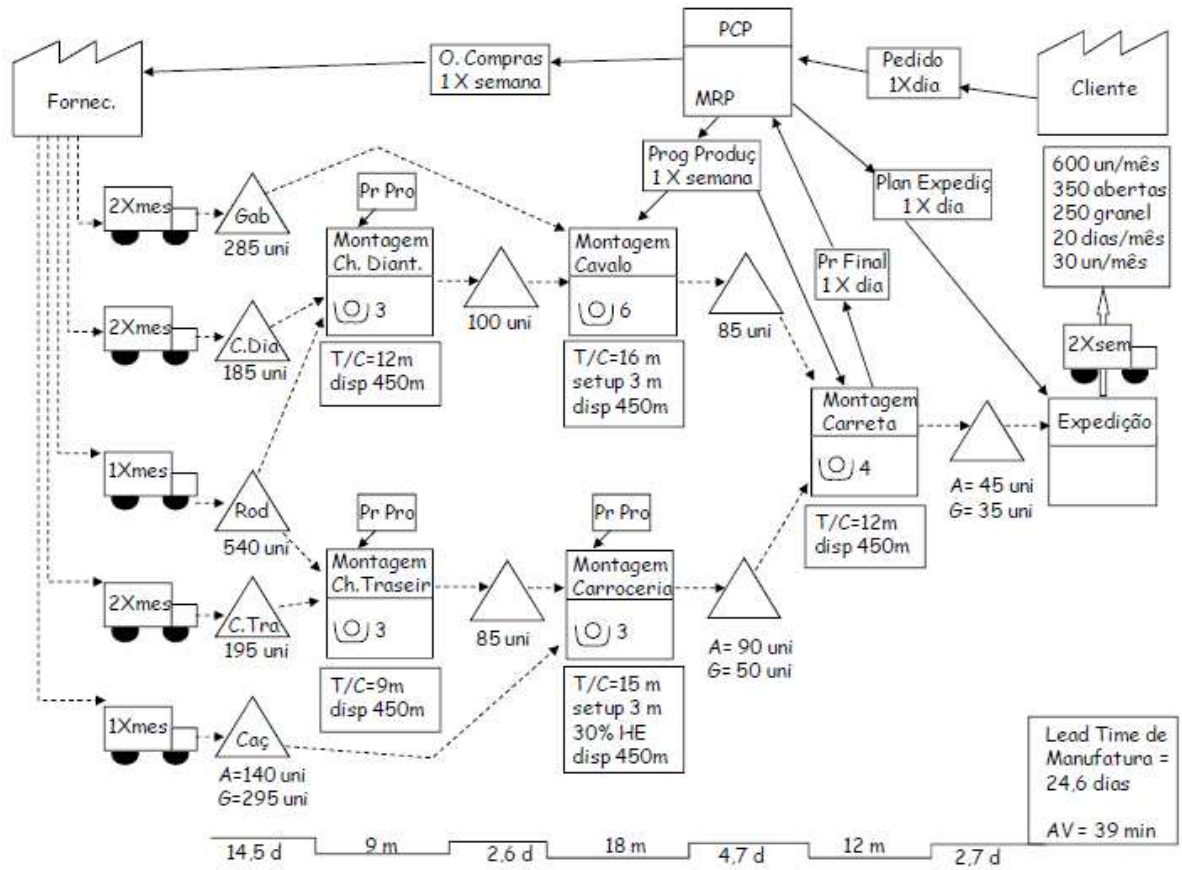


Figura 4 - Exemplo mapa estado atual

Fonte: ESPOSTO (2008, p.55)

2.6.2. Princípios enxutos no mapa de estado futuro

Segundo Rother e Shook (2003), o objetivo no mapa de fluxo de valor enxuto é obter processos para fazerem somente o que o próximo processo necessita e quando necessita, ligando os todos os processos desde o consumidor final até a matéria-prima em fluxo regular, sem retornos resultando em menores *lead time*, maior qualidade e custo mais baixo.

De acordo com os princípios enxutos, o objetivo principal da produção enxuta é o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, o que significa levar em conta o quadro mais amplo e não apenas os processos individuais e buscar melhorar o todo e não somente as partes isoladas. (RENTES; ARAUJO; QUEIROZ,2004, p.2)

Para que o mapa do estado futuro atinja o fluxo enxuto esperado, Rother e Shook (2003) definiram algumas regras fundamentais para o desenvolvimento do mapa do estado futuro apresentadas abaixo:

1. Produzir de acordo com seu *takt time*: Utilizado para sincronizar o ritmo da produção de acordo com o ritmo de vendas.

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ de\ trabalho\ disponível\ por\ turno}{demanda\ do\ cliente\ por\ turno}$$

2. Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível: O fluxo contínuo é o modo mais eficiente de produzir, onde um item é feito de cada vez sendo passado imediatamente ao processo seguinte sem nenhuma parada entre eles. No mapa do fluxo atual a representação são as caixas de processos onde cada caixa representa uma parte do fluxo. A implementação do fluxo contínuo é representado pela união de duas ou mais caixas de processo em uma única célula fundindo os *lead time*, eliminando os estoques em processo.
3. Implantar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende. Existem pontos no fluxo de valor onde não será possível implantar o fluxo contínuo necessitando a fabricação em lotes, Rother e Shook (2003) citam alguns motivos:
 - Alguns processos são projetados para operar em tempos de ciclo muito rápidos ou lentos necessitando mudar para atender diversas famílias de produto.

- Alguns processos como fornecedores estão distantes onde o transporte uma peça de cada vez não é realista.
 - Processos com *lead time* elevados e não confiáveis para serem ligados a outros processos de fluxo contínuo.
4. Enviar a programação do cliente para somente um processo de produção: Após a implantação do sistema puxado com supermercado precisará programar um ponto no fluxo de valor, este ponto é conhecido como processo puxador “*pacemaker*” pois a produção neste processo definirá o ritmo para os processos anteriores. Frequentemente classificado como o último processo em fluxo contínuo no fluxo de valor porta-a-porta.
 5. Nivelar o *mix* de produção: Quanto mais houver o nivelamento de produtos do processo puxador mais apto a empresa estará apta para atender as diferentes solicitações dos clientes com pequeno *lead time*, mantendo um nível menor de estoque de produtos acabados e permitindo uma quantidade menor de peças nos supermercados.
 6. Nivelar o volume de produção: Estabelecer um ritmo de produção consistente criando um fluxo de produção previsível de modo a alertar os problemas de modo que possam ser tomadas rápidas ações corretivas. Criar uma puxada inicial com a liberação e retirada de somente um pequeno incremento de trabalho no processo puxador. Liberando uma pequena quantidade consistente de trabalho no processo puxador e retirar a mesma quantidade de produtos acabados chamada retirada compassada e o incremento de *pitch*.
 7. Desenvolver a habilidade de produzir toda parte todo o dias nos processos anteriores ao processo puxador e com o tempo, toda parte a cada turno, a cada hora e cada *pitch*. Utilizando SMEDs e produzindo lotes menores nos processos anteriores, esses serão capazes de responder a mudanças rápidas de produção futuramente utilizando menos estoques nos supermercados. Um método de acordo com os autores Rentas, Araújo e Queiroz (2004), para determinar os tamanhos dos lotes iniciais nos processos de produção é baseá-los no tempo que se tem para realizar as trocas, dado pela diferença entre o tempo disponível e o tempo necessário para atender aos pedidos dos clientes; novamente, o aumento do número de trocas exigirá um pouco de sacrifício da montagem.

2.6.3. Mapa do Estado Futuro

Demonstra como o fluxo de valor deve fluir após as melhorias no processos produtivos e após as eliminações dos desperdícios. Segundo Rother e Shook (2003) a meta deste mapeamento é atingir um fluxo enxuto de valor, onde as ideias para eliminação dos desperdícios e melhorias são constatados já no mapeamento do estado atual que farão parte de um plano de ação para implantação do mapa do estado futuro.

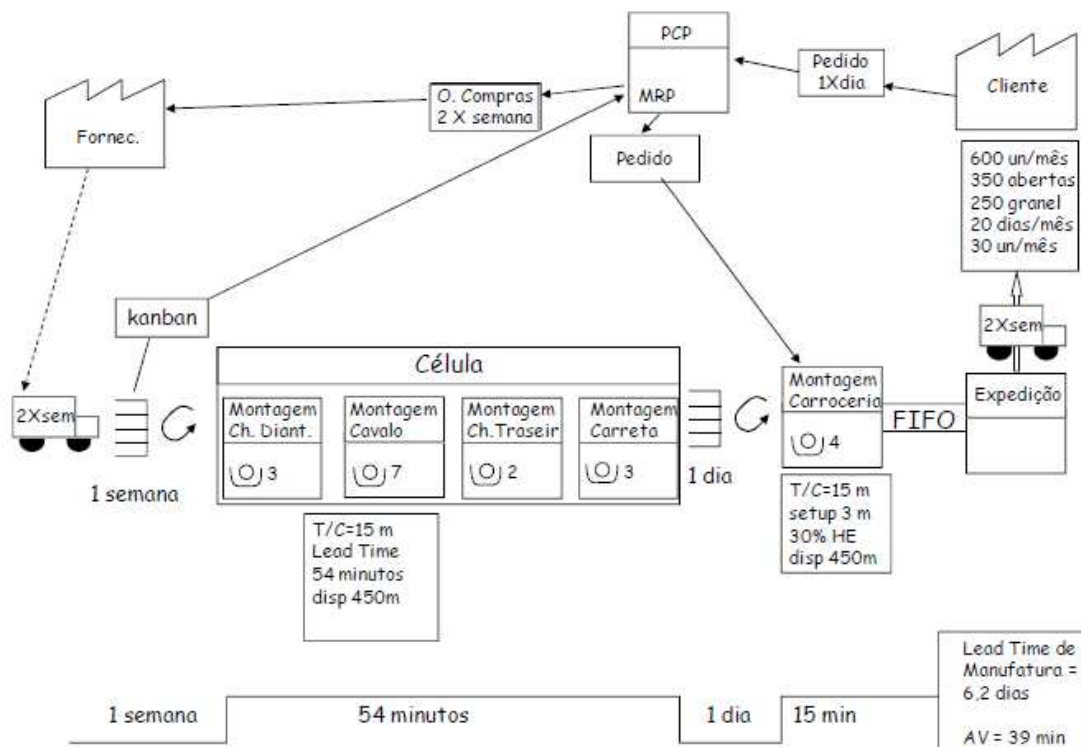


Figura 5 - Exemplo de mapa do estado futuro

Fonte: ESPOSTO (2008, p.56)

Pode-se observar no mapa de estado futuro da figura 5 a implantação de supermercado e um sistema kanban configurado para atender a produção, os processos estão conectados com fluxo contínuo com a implantação de uma célula de montagem, reduzindo o estoque entre processos. A implantação de um sistema Primeiro que Entra Primeiro que Sai do inglês *First In First Out* (FIFO) reduzindo o estoque de produtos acabados, a programação de produção é enviado apenas para um único processo, o processo puxador. É observado a linha de tempo com os lead times, tempo de agregação de valor e tempo total do processo que em comparação com o mapa de estado atual mostra os possíveis ganhos na implantação do mapa futuro, tais mudanças serão implantadas através de eventos *kaizen* que será tratado adiante neste trabalho.

2.7. Kaizen

Kaizen é uma palavra japonesa para “melhoria contínua e mudança incremental”. A filosofia do *kaizen* trata de envolver todas as pessoas na organização para que se concentrem nas melhorias globais dessa organização (ORTIZ, 2010, p.32). A tradução literal da palavra japonesa *kaizen* é *kai* significa mudança, *zen* significa melhor, ou seja, mudar para melhor está diretamente relacionado a cultura da melhoria contínua. O *kaizen* trata de desenvolver pessoas para que se tornem melhores no que fazem em todos os aspectos. A equipe do *kaizen* é extremamente importante pois irá conduzir a análise, o planejamento e implementar a mudança. Em muitas organização a responsabilidade das melhorias dos processos são de engenheiros e gerentes de produção mas o foco do *kaizen* envolve a contribuição desde o gerente de produção até o montador de linha de montagem nas sugestões estimulando sua criatividade na busca de processos enxutos criando um ambiente aberto a mudança.

A idéia de melhorar continuamente tanto o local de trabalho quanto no lar e na vida social expandiram o *kaizen* de um ferramenta organizacional para uma filosofia organizacional e comportamental. Como em muitas organizações é encontrado muitas resistências a mudança, o entusiasmo, comodismo a determinação devem ser mantidos logo Martins e Laugeni (2005) citam algumas ações sugeridas:

- Descarte as idéias fixas e convencionais.
- Pense como fazer e não no porquê não pode ser feito.
- Não apresente desculpas. Comece por questionar as práticas correntes.
- Não procure a perfeição. Faça-o imediatamente, mesmo que seja para atingir somente 50% dos objetivos.
- Corrija o erro imediatamente, caso o cometa.
- Não gaste dinheiro com o *kaizen*, use a criatividade. *
- A criatividade surge com as necessidades.
- Faça a pergunta “por quê?” pelo menos cinco vezes e procure as causas-raízes.
- Procure se aconselhar com dez pessoas em vez de somente com uma.

- As sugestões *kaizen* são infinitas.

No processo de implantação haverá necessidade de despesa de capital mas o *kaizen* não significa gastar grandes quantias de capital. Para Ortiz (2010) um evento *kaizen* (EK) também conhecido “projeto de melhoria rápida” é um intervalo de tempo reservado e agendado baseado em projeto para que um grupo de pessoas reúnam-se e implantem melhorias destinadas a eliminação de desperdícios.

Os eventos *kaizen* admitem o efeito de “impacto e admiração”, podendo impactar positivamente o desempenho da empresa, mas o teste de capacidade de uma empresa manter a continuidade do entusiasmo é identificar as oportunidades de eliminação dos desperdícios entre os eventos *kaizen* (ORTIZ,2010, p.36).

Os benefícios não mensuráveis de sua utilização estão em proporcionar um impacto rápido na organização, trabalho em equipe multidisciplinar, cumprimento de prazos, busca da excelência, desenvolvimento de relação pessoais e profissionais desde o início e após o termino do evento contribuindo para a criação de uma cultura de melhoria contínua na organização. Os benefícios mensuráveis estão na equipe realizar melhorias nos indicadores chave proporcionando um desempenho satisfatório com o cliente em relação a um custo melhor, entrega no prazo e maior qualidade. De acordo com o autor os indicadores chave foco da equipe de *kaizen* são:

- Produtividade
- Estoque / WIP
- Qualidade
- Espaço no chão de fábrica
- Estações de trabalho
- Distância a percorrer

Os objetivos da equipe *kaizen* devem ser claros e bem definidos pois a partir deles serão dirigidos os esforços para determinar qual o tipo de indicador será aprimorado. De acordo com o autor a expectativa do cliente é mensurada em três fatores: custo, entrega no prazo e qualidade. A organização deve buscar atender esses fatores para atingir a expectativa seus clientes. A figura 6 abaixo ilustra a conexão entre as melhorias nos indicadores e a melhoria da expectativa dos clientes.

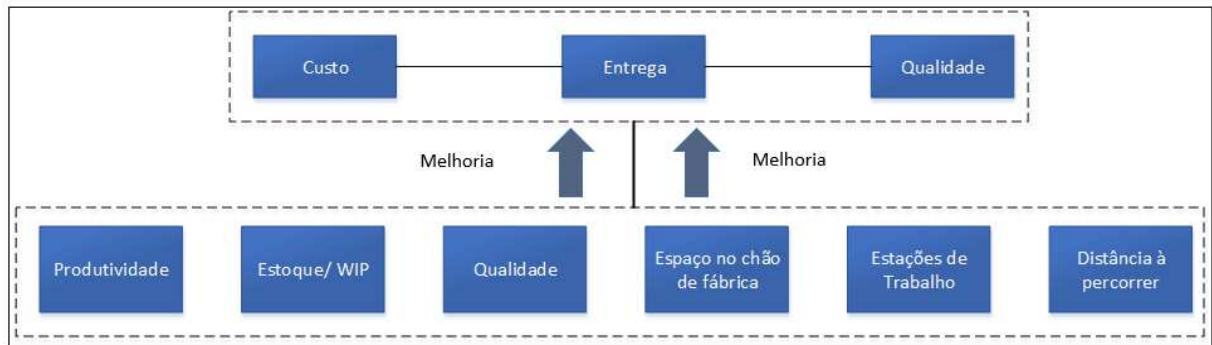


Figura 6 - Conexão dos indicadores

Fonte: ORTIZ (2010, p.39)

Conforme Martins e Laugeni (2005), o *kaizen* como filosofia gerencial pode ser aplicado separadamente em partes específicas da organização como mostrado abaixo:

- *Kaizen* de projeto: foco no desenvolvimento de novos conceitos para produtos.
- *Kaizen* de planejamento: foco no desenvolvimento de sistemas de planejamento para diversas áreas como: financeiro, marketing, produção, logística entre outras.
- *Kaizen* de produção: foco no desenvolvimento de ações para eliminar os desperdícios no chão de fábrica como melhoria na qualidade, ergonomia e segurança no trabalho.

2.8. 5S

O programa ou técnica 5S teve origem no Japão após a Segunda Guerra Mundial por Kaoru Ishikawa referência na área da qualidade. A situação de o Japão enfrentava era a falta de vários recursos para reconstrução da indústria e economia logo não poderia haver desperdícios referente a nenhum recurso.

O objetivo do programa 5S é transformar o ambiente das organização e o costume das pessoas, aperfeiçoando a qualidade de vida dos funcionários, reduzindo desperdícios, reduzindo custos e aumentando a produtividade das instituições.(AILDEFONSO,2007, p.2)

A palavra 5S significa: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke*. No Brasil foi adicionado a tradução para melhor entendimento como os cinco sentidos, sendo senso de utilização (*seiri*), senso de organização (*seiton*), senso de limpeza (*seiso*), senso de padronização (*seiketsu*) e senso de autodisciplina (*shitsuke*). Para Slack, Chambers e Johnston (2009), os 5S enfatizam a visualização, organização, limpeza e padronização, reduzindo os desperdícios como esperas, incertezas e buscas por informações.

1. *Seiri*: Liberação de área: Separar itens necessários e desnecessários e livrar-se dos itens desnecessários liberar a área pois armazenando materiais desnecessários custará mais dinheiro, espaço além de atrapalhar o manuseio de materiais. Esta etapa é essencial para aplicação dos demais S's pois quando é iniciado sempre há surpresas do número de coisas desnecessárias (exemplo: peças, ferramentas, máquinas e etc.) que é guardado ao longo do tempo.
2. *Seiton*: Organização: Para tudo deve haver um lugar definido, os materiais devem possuir um lugar adequado para armazenamento de forma organizada de modo que sejam facilmente localizado, usados e guardados. O que é usado frequentemente deve estar localizado próximo para utilização.
3. *Seiso*: limpeza: Limpar o local de trabalho e os materiais que usados e guardados, lembrando que limpar é checar, verificar as máquinas e ferramentas regularmente, manter limpos não só o chão da fábricas mas as máquinas, bancadas e paredes próximas.
4. *Seiketsu*: padronização, arrumação: Os três primeiros S's são princípios executados por todos. A padronização pode ser entendida como mudança de cultura ou de hábito arraigados. Pode-se dizer que é o reflexo da padronização da aplicação dos 3S's

anteriores. Por exemplo, manter equipamentos necessários no local de trabalho, mantê-los sempre limpos, garantindo a segurança evitando deixar cabos elétricos espalhados pelo chão, máquinas com vazamento ou qualquer tipo de situação que classifique uma condição insegura.

5. *Shitsuke*: disciplina: Significa manter de forma disciplinada o hábito de melhorar as condições do local de trabalho, da qualidade e segurança do colaborador. Como usar corretamente o uniforme, identificação (crachá), uso correto de EPI's, manter local de trabalho sempre limpos e organizados, organizar treinamentos para disseminar a cultura e a responsabilidade e comportamento dos 5S.

Na aplicação dos 5S não existe alta tecnologia ou grau de instrução elevado para entender e aplicar seus princípios, é algo simples acessível a qualquer pessoa. Contudo percebe-se que é um problema cultural. A ação de mudança das organizações deve partir da alta administração permitindo que possa ser feito pequenas coisas simples como parte de um programa de melhoria continua. Tal mudança cultural é feita no sentido de que a responsabilidade de limpeza não é somente dos faxineiros mas de todos os colaboradores.

“Assim como não deve existir um nível aceitável de não-conformidades, também não deve existir um nível aceitável de sujeira, desordem e desorganização do local de trabalho “. (LAUGENI, MARTINS,2005, p.464).

O quadro abaixo resume as atividades de implantação e manutenção dos 5S, onde pode ser observado que o 5S é uma ferramenta simples e poderosa onde o processo de mudança necessitará de mudanças físicas e comportamentais para criar um ambiente de melhoria continua.

FASES DE IMPLANTAÇÃO			
SENSOS	PREPARAÇÃO	IMPLANTAÇÃO	MANUTENÇÃO
UTILIZAÇÃO	Identificar o que é necessário para execução das tarefas e por que necessitamos daquilo	Prover o que é necessário para execução das tarefas e descartar aquilo julgado desnecessário ou em excesso	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidar os ganhos obtidos na fase de implantação de forma a garantir que os avanços e ganhos serão mantidos. • Padronizar as ações de bloqueio que se mostraram eficazes na eliminação das causas. • Promover ações de bloqueio contra reincidência (mecanismo à prova de bobearas).
ORDENAÇÃO	Definir onde e como dispor os itens necessários para a execução das tarefas	Guardar, acondicionar e sinalizar de acordo com as definições feitas na tarefa anterior.	
LIMPEZA	Identificar as fontes de sujeira, Identificar as causas, limpar e planejar a eliminação das fontes de sujeira.	Eliminar as fontes de sujeira.	
ASSEIO	Identificar os fatores higiênicos de risco nos locais de trabalho e planejar ações para eliminá-los.	Eliminar os riscos do ambiente de trabalho ou atenuar seus efeitos.	
AUTODISCIPLINA	Identificar não conformidades com os padrões existentes e as oportunidades de melhorias para os 4 outros sentidos.	Eliminar as não conformidades encontradas na fase anterior.	

Quadro 3 - Fases de implantação 5S

Fonte: AILDEFONSO (2007, p.9)

2.9. Fluxo Contínuo

O processo de fluxo contínuo pode ser definido como um fluxo unitário ou fluxo de um única pois é baseado na operação de uma peça por vez, após terminado, a peça é movida para próxima etapa, mantendo um fluxo continuo entres os processos, produzindo apenas o que o processo cliente necessita. Na manufatura enxuta é muito utilizado esta ferramenta ligado a aplicação de leiautes celulares também conhecido como células de manufatura para criação de fluxo entre as estações, esta ferramenta será descrita no decorrer da pesquisa bibliográfica.

O processo de fluxo contínuo é um conceito que em seu estado inicial significa que os itens são processados e movidos diretamente de um processo para o próximo, uma peça de cada vez. Cada passo do processo opera somente na peça que é necessária ao próximo passo pouco antes que este passo precise dela, e o tamanho do lote de transferência é um. O fluxo contínuo também é chamado “fluxo de uma única peça”, “faça uma, mova uma” (ROTHER, HARRIS,2001 p.101)

De acordo com Liker (2005) e Tubino (2015) esta ferramenta beneficia o processo de produção reunindo operações separadas, aplicado em lotes de tamanho unitário acelerando a conversão de insumos em produtos acabados, eliminando a necessidade dos estoques em processo (WIP) trazendo rapidamente problemas à tona identificando desperdícios devido ao equilíbrio dos tempos de ciclo TC, roteiros de operação padrão ROP e demanda final expressa em termos pelo *takt time*. Com isso é o trabalho de equipe aumenta, controle sobre o processo , pressão para pensar, desenvolver e solucionar problemas.

Fluxo significa que, quando o cliente faz um pedido. Isso aciona o processo de obtenção da matéria-prima necessária apenas para o pedido daquele cliente. A matéria-prima então flui imediatamente nas plantas dos fornecedores, onde os funcionários imediatamente atendem o pedido de componentes, que fluem imediatamente para uma fábrica onde os funcionários montam o produto, e o pedido completo flui imediatamente para o cliente (LIKER,2005, p.102).

Modo de pensamento da produção em massa é voltado para as economias de escala baseando-se em produzir o máximo possível ao menor custo por unidade por cada máquina, pessoa, ou operação. Aparenta uma flexibilidade de programação disfarçada, exemplo é o caso da departamentalização nas fábricas onde geralmente são encontrados layouts por processo, ou seja agrupamento de atividades semelhantes como departamento de corte, soldagem e etc. Onde

é necessário o envio de programação a cada um desses departamentos afim de que haja uma sincronização entre eles. Uma programação gerada semanalmente concede para chefes de departamento decidir o que fazer a cada dia, buscando maximizar a utilização dos equipamentos e pessoas naquela semana. Também oferece flexibilidade para pessoas que faltam ao trabalho, onde elas trabalham um dia a menos e podem compensar sua ausência com mais produção em outro, desde que se atinja a meta estabelecida até a sexta-feira. Outra característica observada é um grande estoque de trabalho em processo WIP gerado, onde o equipamento mais rápido gerará mais WIP, o material parado no estoque origina-se a perda mais básica, a superprodução. O sistema de produção em massa gera a superprodução de grandes lotes produzidos que resultam em ociosidade do estoque, ocupação de espaço na planta e o mais importante, camufla os problemas existentes. Um produto que está sendo feito para um cliente não fica só em um departamento, ele deverá movimentar-se por todos departamentos buscando os processos necessários para que fique pronto. Causando atrasos toda vez que um processo entra em um novo setor. No fluxo unitário de peças o alinhamento fisicamente dos processos na sequência que produzirá o que foi solicitado pelo cliente no menor período de tempo. (LIKER, 2005, p.103).

De acordo com o autor a implantação do fluxo contínuo traz importantes benefícios no ambiente implantado:

1. Acrescenta a qualidade.
2. Cria flexibilidade real.
3. Cria maior produtividade.
4. Libera espaço.
5. Aumenta a segurança.
6. Estimula o moral.
7. Reduz o custo de estoque.

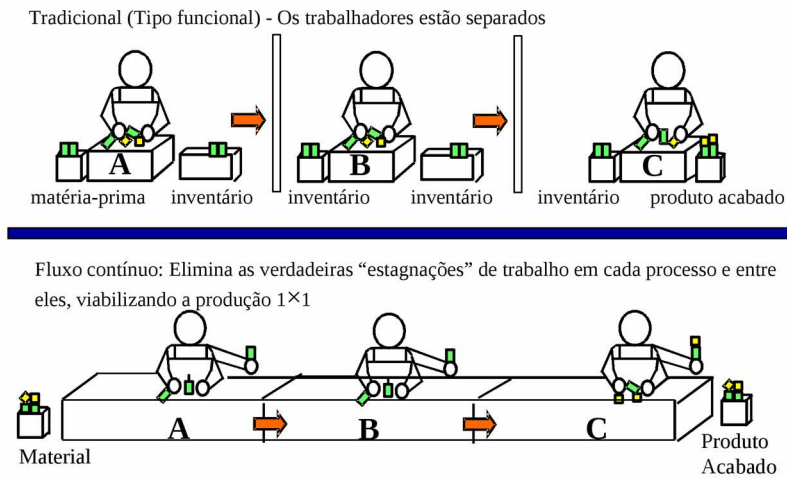


Figura 7 - Fluxo de Produção Atual versus Fluxo de Produção Contínuo

Fonte: GHINATO (2000, p. 7)

Para a implantação do fluxo contínuo foram criados alguns princípios relevantes no processo de planejamento como escolher os produtos finais adequados, definir e conhecer o *takt time*, os elementos necessários para produzir um item, o tempo real necessário para cada elemento de trabalho, saber se o equipamento pode atender o *takt time*, o nível de automação, organizar o processo físico para que uma pessoa possa fazer um item de maneira mais eficiente possível, a quantidade de operadores necessários para atender o *takt time*, distribuir o trabalho entre os operadores, programar o processo puxador e conhecer como processo puxador reagirá frente as mudanças na demanda do cliente. (ROTHER, HARRIS, 2002)

2.10. Dispositivos à prova de erros *Poka-yoke*

É um método de detecção de defeitos ou erros muito poderoso no qual pode ser utilizado para inspeção. Por exemplo, um gabarito que rejeita uma peça fabricada incorretamente é um dispositivo *poka-yoke* que auxilia a inspeção de cem por cento das peças fabricadas. De acordo com o tipo de controle que o *poka-yoke* realiza Shingo (1996) classificou conforme abaixo:

- Método de Controle: quando o dispositivo está em funcionamento, assim que é detectado um defeito na peça a produção é interrompida até que haja a intervenção humana ou mecânica para solução do problema.
- Método de Advertência: este método após implantando assim que detecta um defeito ou erro na peça sinaliza ao operador através de alarme sonoro ou luz que houve um defeito não interrompendo a produção.

No método de controle do *poka-yoke*, Shingo (1996) classifica em relação ao tipo:

- Método de contato: identifica os defeitos através do contato do dispositivo com alguma característica do produto.
- Método de conjunto: identifica o erro através da inspeção de um número de atividades previstas realizadas.
- Método de etapas: determina se foram seguidos os estágios ou operações estabelecidas por um procedimento.

O primeiro passo para escolha do método de controle de qualidade efetivo é escolher o sistema de inspeção que atenda às necessidades dos processos. O segundo é identificar o método de satisfazer a função de inspeção desejada. Após definir o método, deve-se definir o tipo e o *design* do dispositivo *poka-yoke*.

Para Ghinato (1996) apud Silva (2002), para a implantação de sistemas *poka-yoke* é necessário:

- Estabelecer uma área piloto e listar os erros mais comuns cometidos pelos operários naquele processo;
- Estabelecer uma lista destes erros de acordo com a frequência que eles ocorrem;
- Estabelecer uma ordem de importância entre os erros;

- Desenvolver dispositivos *poka-yoke* para os erros mais importantes das listas;
- Avaliar o custo de implantação desses dispositivos;

2.11. KANBAN

O kanban é uma ferramenta de reposição de materiais desenvolvida por Taichi Ohno para puxar o estoque realmente necessário na fábrica da Toyota entre os departamentos, baseado no conceito dos supermercados visto em uma de suas viagens para os Estados Unidos. Os produtos ficam expostos em prateleiras a disposição do cliente e a partir do momento que o cliente retira os itens para seu carrinho, o abastecedor verifica os itens consumidos e repõem as quantidades nas prateleiras. (TUBINO, 2015)

Monden (1984) apud Êsposto (2008) define kanban como uma ferramenta para se obter produção no tempo exato. Termo japonês que significa “sinal”, o kanban é um dispositivo sinalizado que autoriza e dá instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema puxado. (LÉXICO LEAN, 2003) Puxar significa o estado ideal da fabricação jus-in-time: dar ao cliente (que pode ser o próximo passo no processo de produção) o que ele quer e na quantidade que deseja. O Kanban é um sistema de controle físico representado por cartões e contêineres, o aspecto significativo do sistema kanban é sua natureza visual. Todas as peças são colocadas em contêineres de um mesmo tamanho.(MARTINS, LAUGENI, 2005).

Confome Shingo (1996, p.215) afirma, “dentro de um sistema puxado de produção, o kanban tem um papel fundamental de limitar o fluxo de produto, eliminar perdas e manter o estoque a um nível mínimo.”

Shingo apud Ohno (1997, p.201) afirmam que “Os dois pilares do “Sistema Toyota de Produção”, são o *just-in-time* e a automação com toque humano, ou automação. A ferramenta empregada para operar o sistema é o Kanban”. O quadro 4 abaixo ilustra as funções e regras de utilização do kanban segundo Taichi Ohno.

Funções do <i>kanban</i>	Regras para utilização
<ul style="list-style-type: none"> • Fornecer informações sobre apanhar ou transportar • Fornecer informações sobre a produção • Impedir a superprodução e o transporte excessivo • Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias • Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz • Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques 	<ol style="list-style-type: none"> 1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente 2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo <i>kanban</i> 3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i> 4. Afixar um <i>kanban</i> a cada mercadoria 5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é ter mercadorias 100% livres de defeitos 6. Reduzir o número de <i>kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas

Quadro 4 - Funções e regras para utilização de kanbans

Fonte: OHNO (1997, p.48)

De acordo com Ribeiro (1989), o funcionamento do sistema kanban a produção é comandada pelas linhas de montagem. Somente após o consumo das peças é gerada autorização de fabricação de novo lote. Cada lote é armazenado em recipientes padronizados containers contendo um número definido de peças. Para cada lote existe um cartão kanban correspondente que acompanha cada container. A medida que as peças são consumidas os containers se esvaziam, os cartões kanban retornam as áreas de produção para um novo lote de peças de acordo com a descrição do cartão. A figura abaixo demonstra o funcionamento de um sistema kanban atuando entre dois processo. O processo 1 fornece peças ao cliente, o processo 2. Conforme o processo 2 consome a quantidade de peças kanban de um supermercado pré-definido, o cartão kanban é retirado do contêiner e colocado em um quadro de gestão visual onde é possível visualizar e priorizar a reabastecimento dos contêineres.

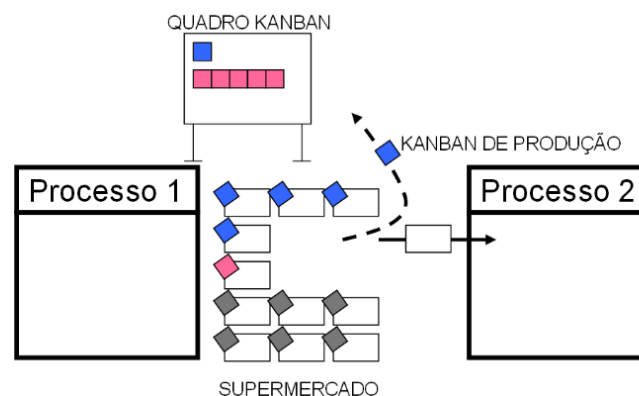


Figura 8 - Funcionamento sistema kanban com supermercado

Fonte: www.nortegubisian.com.br (2016)

Shingo (1996) afirma a inspiração do sistema kanban nas características de um supermercado que são:

- A escolha das mercadorias ou peças conforme sua necessidade.
- Reabastecimento realizado na mesma proporção da retirada.
- Trabalho menor dos funcionários, pois os consumidores levam suas mercadorias as caixas registradoras.

O cartão kanban é responsável pela comunicação e funcionamento de todo o sistema. Não existe um modelo padronizado de cartão. Ele deverá conter as informações necessárias para a empresa, atendendo as características próprias de cada empresa. (RIBEIRO;1989; p.43)

Segundo Moreira (2016) o sistema de kanban da Toyota utiliza dois tipos:

- Kanban de produção;
- Kanban de retirada ou transporte;

O sistema kanban é do tipo puxado porque o kanban é usado para puxar peças para o próximo estágio de produção somente quando elas são necessárias. Em contraste, um sistema MRP é um sistema empurrado no qual uma programação detalhada de produção para cada peça é usada para “empurrar” peças para o próximo estágio de produção quando programado. (MOREIRA;2016; p.516)

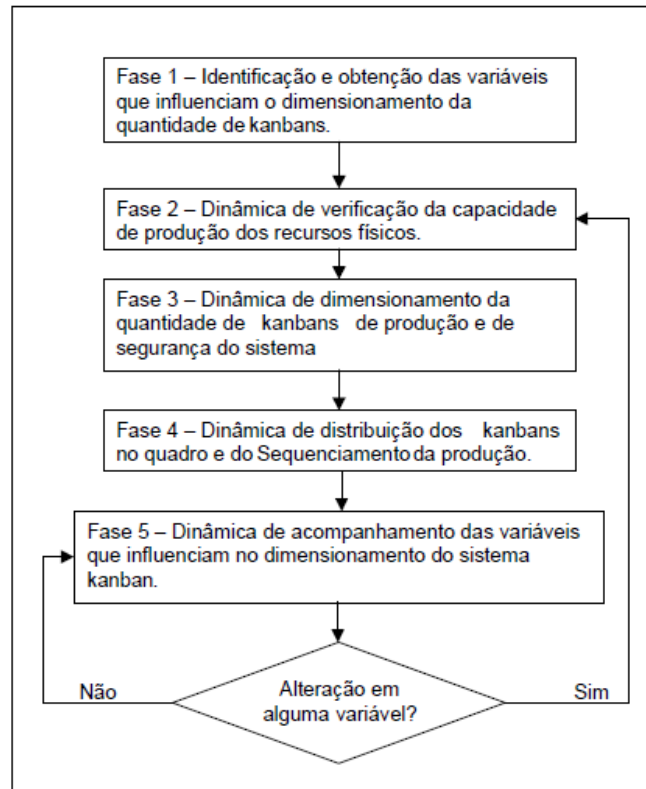


Figura 9 - Fluxograma do modelo para dimensionamento da quantidade de kanbans

Fonte: JUNIOR (2005, p.41)

Existem muitas fórmulas e maneiras para cálculo do número de kanbans internos. Monden (1984) apud Junior (2005) definem a quantidade de cartões pela equação matemática abaixo:

$$NK = \left(\frac{LM}{Q}\right) + \left(\frac{ES}{Q}\right) + \left[\frac{DxTr}{Q}\right] + 1$$

Onde:

- NK: Quantidade de kanbans
- LM: Lote mínimo de produção
- Q: Quantidade de peças por contêiner
- ES: Estoque de segurança
- D: Demanda da peça
- Tr: Tempo de “ressuprimento”

2.12. Balanceamento

O balanceamento da produção é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção. Seu objetivo é fazer um processo produzir a mesma quantidade do processo precedente. Nesse sistema, os processos de produção estão dispostos de forma a facilitar a produção da quantidade necessária, no momento necessário. Também, os trabalhadores, equipamentos e todos os outros fatores estão organizados para atingir esse fim. (SHINGO,1996, p.157)

O excesso de capacidade demonstrado na formula abaixo, é determinado pela relação entre carga e capacidade:

$$\text{Excesso de capacidade} = \frac{\text{capacidade} - \text{carga}}{\text{capacidade}}$$

Se a capacidade é igual ou maior do que a carga, esta última pode ser processada, mesmo que seja grande. Por outro lado, mesmo que a carga seja muito pequena, sendo a capacidade correspondente também pequena, provavelmente a carga não poder ser processada.

A tarefa do balanceamento de linha é a atribuir as tarefas aos postos de trabalho de forma a atingir uma dada taxa de produção e de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos de trabalho.

Posto de trabalho é o espaço ocupado por uma ou mais pessoas. Numa linha de montagem, o produto ou parte dele é dividido em um certo número de operações ou tarefas que devem ser distribuídas por postos de trabalho.

Embora a sequência de operações seja fixa, a sua designação a postos de trabalho pode ser mais eficiente ou menos eficiente, no sentido de melhor ou pior aproveitamento do tempo em cada posto. (MOREIRA, 2008).

O conteúdo de trabalho em uma unidade do produto é medido pela soma dos tempos das tarefas. O tempo disponível em cada posto de trabalho é chamado de tempo de ciclo ou ciclo. O número mínimo de postos de trabalho N é dado pelo quociente entre o conteúdo de trabalho da unidade do produto e o tempo de ciclo.

$$N = \frac{\text{conteúdo do trabalho}}{\text{Tempo de ciclo}}$$

Uma grandeza básica no balanceamento de linha é sua eficiência. Esta é definida como o quociente entre o tempo de trabalho efetivo na linha e o tempo total disponível, ambos tomados na confecção de uma unidade. O objetivo geral do balanceamento é atingir a máxima eficiência ou a mínima porcentagem de tempo ocioso.

2.12.1. Balanceamento do Operador

O gráfico de balanceamento do operador GBO é um quadro onde está descrito a distribuição de trabalho entre os operadores em relação ao *takt time*. É simples, quantitativa e visual auxiliando gerentes, engenheiros e operadores criarem a visão para o fluxo. Uma ferramenta eficaz para entender, criar, gerenciar e melhorar o fluxo contínuo. (ROTHER, HARRIS, 2001, p.30)

De acordo com o autor (LEXICO LEAN, 2003) o balanceamento do operador é conhecido também como quadro *yamazumi* auxilia na criação do fluxo contínuo em um processo com múltiplas etapas e múltiplos operadores distribuindo os elementos das tarefas entre os operadores de acordo com o *takt time*.

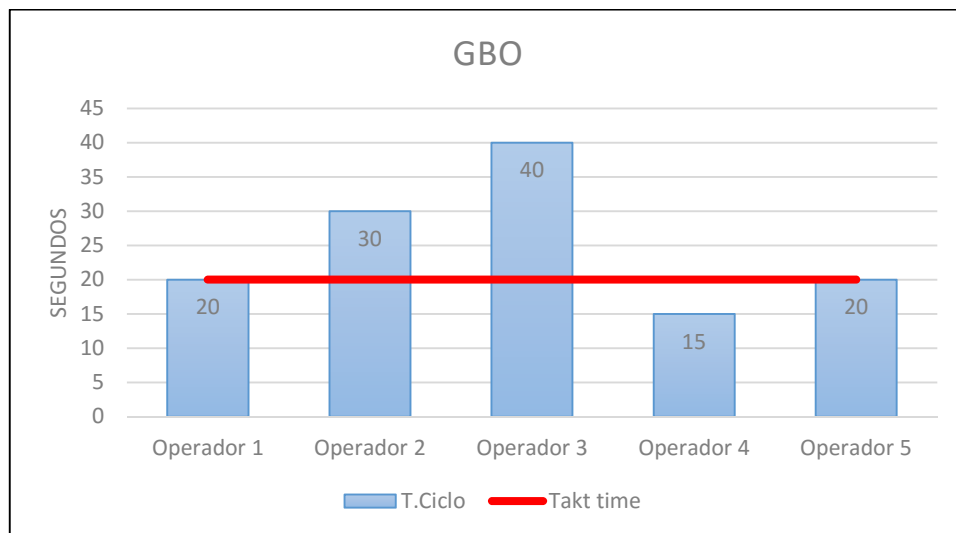


Gráfico 3 - Balanceamento do Operador

Fonte: adaptado (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 63)

2.13. Just in Time

Do japonês a palavra *just in time* significa “no momento certo”, oportuno. No sistema Toyota significa sem estoque, itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário. (SHINGO; 1996, p.103)

O *just in time* foi desenvolvido durante a década de 70 pela *Toyota Motor Company* no Japão que buscava coordenar seu sistema de produção. De acordo com Corrêa e Gianesi (1993) o *just in time* é muito mais abrangente que uma simples técnica ou ferramenta, ela é considerada uma filosofia por incluir diversas características como administração de materiais, gestão da qualidade, leiaute, projeto do produto, processos e recursos humanos.

O Just-in-Time (JIT) é uma filosofia de produção voltada para a eliminação de desperdícios no processo total de fabricação, das compras a distribuição (HAY, 1992, p.14).

2.13.1. Objetivo

O sistema JIT tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo. A perseguição deste objetivos dá-se, através de um mecanismo de redução dos estoques, os quais tendem a camuflar problemas. (CORRÊA; GIANESI;1993, p.57).

Segundo o autor o estoque é utilizado para evitar descontinuidades no fluxo de produção quando existem problemas nos processos produtivos, geralmente caracterizados como problemas de qualidade, problemas de quebra de máquina e problemas de preparação de máquina.

A dinâmica do *just in time* consiste em reduzir os estoques de maneira que os problemas comecem a ficar visíveis e possam ser eliminados através de melhorias. Após a eliminação for constatado será escolhido um novo problema.

Segundo Shingo (1996), a Toyota possui sete princípios para a reduzir o ciclo de produção sendo eles:

- Reduzir esperas do processo.
- Reduzir as esperas do lote.
- Redução do tempo de produção.
- Empregar layout, formação de linha e o sistema de controle total do trabalho.
- Sincronizar operações e absorver desvios.

- Determinação do tempo de fabricação unitário.
- Garantir o fluxo de produtos entre processos.

Para Hay (1992), existem três características básicas para sua aplicação que sem eles torna-se frágil.

- Estabelecer um balanceamento, uma sincronização e um fluxo no processo de produção, criando ou melhorando o existente.
- A empresa deve possuir a atitude em relação a qualidade em “fazer certo da primeira vez”.
- O envolvimento dos funcionários é extremamente importante, um pré-requisito para eliminação dos desperdícios. Todos os colaboradores possuem um papel na eliminação de desperdícios e na solução de problemas que geram perdas.

2.14. Implementos rodoviários

Os implementos são os reboques, semirreboques e carrocerias, ou seja, os componentes do caminhão responsáveis pela função específica do transporte de cargas. (ALVES; GOLDENSTEIN; AZEVEDO;2006, p.242)

Em um caminhão completo existe uma combinação fornecida por setores industriais. A primeira é unidade motora ou veículo automotor responsável pela tração do caminhão onde estão localizados o motor, eixos de transmissão, chassi, cabine e cavalo mecânico é fabricado pelas montadoras de caminhões. A segunda parte permitirá que o caminhão cumpra a função para transporte de cargas. São os conjuntos fabricados e acoplados aos caminhões por meio de reboques, semirreboques e carrocerias chamados de implementos rodoviários. (ALVES; GOLDENSTEIN; AZEVEDO;2006)



Figura 10 - Caminhão sobrechassi e carroceria

2.14.1. Classificação

Os implementos rodoviários desenvolvem a função de componentes complementares ao caminhão responsáveis pelo transporte de cargas. A versatilidade do setor permite aos fabricantes produzirem os mais diversos produtos de acordo com a necessidade do cliente aumentando a eficiência do transporte. A configuração do equipamento é determinada pela natureza da carga, custo, distância de transporte, interação com outros modais entre outros. Os implementos rodoviários podem ser classificados da seguinte forma:

- Carrocerias sobre chassi: também conhecidos como caminhão simples, compõem veículos de menor porte geralmente utilizados para transportar cargas até o consumidor final em áreas urbanas. São montados diretamente sobre o chassi do caminhão, não possuem eixos ou chassi próprios.
- Rebocados: Possuem maior comprimento e capacidade de carga, por seu longo comprimento não podem entrar em perímetros urbanos. São utilizados para transporte de longos percursos. Possuem eixos, chassi, suspensão e freio, sendo engatados ao caminhão, conhecido como caminhões-tratores ou cavalos mecânicos. Dentro da categoria rebocados os implementos possuem duas classificações quanto ao método de conexão ao caminhão.
 - Reboques: é um implemento engatado ao caminhão por meio de um cambão e eixo dianteiro. Utilizados em aplicações que requerem agilidade no engate e desengate, exemplo é a colheita automatizada da cana-de-açúcar.
 - Semirreboques: são acoplados ao caminhão por meio de um sistema de pino rei instalado no implemento e quinta roda instalado no cavalo, proporcionando maior estabilidade ao conjunto. Possui uma área útil superior à dos reboques.



Figura 11 - Implemento Sobrechassi

Fonte:FACCHINI (2016)



Figura 12 - Implemento Reboque

Fonte:CAMINHÕES E CARRETAS (2010)



Figura 13 - Implemento Semirreboque

Fonte:FACCHINI (2016)

Cada implemento é projetado para o uso específico de cada carga, onde procura-se otimizar o volume de carga e processo de carregamento e descarregamento. Logo a variedade de modelo é grande como graneleiro, porta container, canavieiro, baú ou furgão, tanque, carga seca, frigorífico entre outros. Na tabela abaixo observa-se a classificação da frota nacional de caminhões e sua idade média.

Perfil da Frota Nacional de Veículos de Carga por Transportador				
	AUTÔNOMOS	EMPRESAS	COOPERATIVAS	TOTAL
Nº de Veículos	950.481	708.103	8.126	1.666.710
Nº de Veículos por Transportador	1,2	4,9	12	1,8
Distribuição da Frota por Tipo (%)				
Caminhão Simples	68,3	42,2	38,5	57
Caminhão-Trator	11,0	21,0	24,9	15
Semi-Reboque	8,6	28,6	30,8	17
Reboque	1,7	3,8	2,3	3
Caminhonete e Furgão	6,9	3,3	1,5	5
Apoio Operacional	3,6	1,2	2,1	3
Idade Média dos Veículos (Anos)	21.5	10.7	12.9	16.8

Tabela 1 - Perfil da frota nacional de veículos de carga por transportador

Fonte: CARDOSO, LOPES, PICINICI (2008, p.42)

A predominância do modal rodoviário presente no território e a busca de aumento da eficiência nos transportes de carga como devido a globalização, desregulamentação da atividade (aumento da oferta e diminuição do frete), desregulamentação da infraestrutura, privatização das rodovias, elevação de juros e cargas tributárias redução da atividade econômica, desvalorização do real e aumento do roubo de cargas, resultou no desenvolvimento de uma nova série de implementos rodoviários chamados conjuntos de veículos de carga (CVC) descritos abaixo:

- Bitrem: veículo cujo a configuração é uma cavalo mecânico acoplado a dois implementos semirreboques de sete eixos com dezenove vírgula oito metros de comprimento por meio de um sistema de quinta roda instalados no cavalo-mecânico e primeira composição e pino rei instalados na primeira e segunda composição. Esse veículo aumentou substancialmente a capacidade de transporte das empresas pelas rodovias brasileiras.

- Rodotrem: é uma combinação de dois semirreboques de dois eixos composta por um total de nove eixos e até trinta metros de comprimento. A interligação dos semirreboques é feito por um veículo chamado *dolly* que possui dois eixos e é acoplado na composição dianteira por sistema de cambão e engate automático e conectado na composição traseira com o pela quinta de roda. Para sua circulação é necessário um cavalo-mecânico 6x4 (traçado) e uma Autorização Especial de Transito EAT.
- Tri-tem: é uma combinação de CVC com a configuração de três semirreboques de dois eixos de até trinta metros de comprimento conectados a um cavalo-mecânico 6x2 trucado, obedece o mesmo sistema de acoplamento do bitrem sendo sua aplicação mais específicas para transporte florestal e canavieiro.
- Treminhão: é um caminhão tracionando dois ou mais reboques, engatados por meio de ralas. Com oito eixos e um comprimento de até trinta metros.

Implemento	Trator	Motorista	Diesel	Pneus	PBTC	carga líquida	Vantagens das CVCs			
							Acréscimo de carga Transportada		Economia de Combustível	Economia de Pneus
							bitrem	rodotrem	bitrem	bitrem
Carreta Convencional - cavalo 4x2	1	1	-	18	41,5	25,0	48%	100%	34%	40%
Carreta Convencional - cavalo 6x2	1	1	-	22	48,5	30,0	27%	67%	-	-
Bitrem 57 toneladas - cavalo 6x2	1	1	-	26	57,0	38,0	-	32,0%	-	-
Rodotrem 74 toneladas - cavalo 6x4	1	1	-	34	74,0	50,0	-	-	-	-

Quadro 5 - Vantagens de uso dos CVCs

Fonte: GUIADOTRC (2016)

2.15. Veículo tanque rodoviário

Segundo Figueiredo (2006), o modal rodoviário está presente 31% na distribuição de combustíveis no Brasil e 100% nas entregas. O veículo tanque rodoviário ou (VTR) se faz necessário para atender a cadeia logística nacional sendo utilizado para trajetos de pequenas à longas distâncias para transporte de combustíveis líquidos a granel.

Dentre as configurações deste produtos o tanque de combustível é encontrado disponíveis em semirreboques, reboques e sobre chassis. Os formatos predominantes deste implemento são os formatos cilíndricos e elípticos.



Figura 14 - Semirreboque tanque de combustível cilíndrico

Fonte: Randon (2016)

Quanto a matéria-prima empregada é geralmente encontrado no mercado os tanques em aço carbono para transporte de combustíveis como álcool, gasolina, gasolina de aviação, óleo diesel, biodiesel entre outros. O inox é geralmente utilizado para transporte de produtos químicos como benzeno, acetona, tolueno, xileno e solventes.

Na figura abaixo são exemplificados alguns itens utilizados na fabricação do corpo como o costado que são as chapas laterais do tanque, a calota que molda o tanque conforme sua geometria, e o quebra-ondas que peças que levam este nome justamente por evitar que ocorra a formação de ondas no interior do tanque.



Figura 15 - Tanque de combustível formato elíptico

Fonte: FABRICA DO PROJETO (2016)

O Inmetro é o responsável pelas normas de condições que os tanques devem satisfazer para o transporte dos combustíveis. Assim sendo os fabricantes devem obedecer normas de fabricação e inspeção em seus produtos para validação dos produtos para utilização. Normas estas como RTQ7C que especifica a inspeção na construção de equipamentos para transporte rodoviário de produtos perigosos a granel.

Quanto ao projeto dos tanques esta norma especifica as espessuras mínimas das calotas, anteparas e quebra-ondas de acordo com a capacidade volumétrica e matéria-prima empregada, a matéria-prima designada no quadro abaixo refere-se ao aço doce (AD), aço inox (AI) e alumínio como (AL).

Espessura mínima de calotas, anteparas e quebra-ondas (mm)

Capacidade volumétrica do tanque (CV) (l/cm)	CV ≤ 15	15 < CV ≤ 20	20 < CV ≤ 25	CV > 25
AD	2,5	3,0	3,5	4,0
AI				
AL	3,0	3,5	4,0	4,5

Quadro 6 - Espessura mínima de calotas, anteparas e quebra-ondas (mm)

Fonte: INMETRO (2016)

Capacidade volumétrica do tanque (CV) (l/cm)	Espessura mínima do costado (mm)					
	Distância (L) entre calotas, anteparas, quebra-ondas, anéis de reforço e circunferências					
	L ≤ 900 mm		900 < L ≤ 1350 mm		L > 1350 mm	
	AD/AI	AL	AD/AI	AL	AD/AI	AL
Cv ≤ 15	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0
15 < CV ≤ 20	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	3,5
20 < CV ≤ 25	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0
CV > 25	3,0	3,5	3,5	4,0	3,5	4,5

Quadro 7 - Espessura mínima de costado (mm)

Fonte: INMETRO (2016)

Quanto a prevenção contra acidentes a norma RTQ7c solicita que cada tanque com suas tubulações, válvulas, calotas, devem ser desenvolvidas e fabricadas de forma a minimizar as perdas potenciais de produto por acidente. O projeto e fabricação do tanque deve considerar riscos como, o risco de abrasão, furos, amassamentos, pressões dinâmicas, impactos e forças inerciais. As proteções contra tombamento devem ser projetadas e instaladas de forma a tolerar uma carga normal e tangencial ao corpo do tanque de qualquer direção (perpendicular à carga normal), igual a pelo menos duas vezes o peso do veículo carregado, baseado na tensão de ruptura do material utilizado. O projeto deve ser capaz de suportar as cargas requeridas através de cálculos, ensaios ou combinação de ensaios e cálculos. (INMETRO;2012)

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da Pesquisa

Segundo Gil (2008) o início da toda pesquisa tem origem em algum tipo de problema que se busca solucionar através de procedimentos científicos, o autor define pesquisa como um processo formal e ordenado de desenvolvimento de metodologia científica cujo o objetivo principal é descobrir respostas para problemas através do uso de procedimentos científicos.

Quanto a natureza da pesquisa está pode ser classificada em dois tipos, a básica se caracteriza segundo Gil (2008) pela busca do progresso da ciência e do desenvolvimento do conhecimento científico sem preocupação com sua aplicação ou finalidade imediata. O segundo tipo pesquisa é a pesquisa aplicada, esta foi escolhida para desenvolvimento desta monografia no qual é caracterizada por Gil (2008) pelo interesse na sua utilização, aplicação e resultados obtidos através das práticas do conhecimento. Seus conhecimentos são adquiridos através da pesquisa básica com uma aplicação imediata em circunstâncias reais.

“Pode-se definir método como caminho para se chegar a determinado fim. E método científico como o conjunto de procedimento intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento”. (GIL, 2008, p.8)

A seguir são mostradas abordagens da pesquisa e seus objetivos.

3.2. Abordagem e objetivo da pesquisa

De acordo com Creswell (2008) a pesquisa quantitativa possui como objetivo testar ou verificar uma teoria ao invés de desenvolvê-la, o pesquisador apresenta uma conjectura, coleta dos dados para testá-la e conclui sobre a aprovação ou não aprovação da teoria pelos resultados. Esta pesquisa utiliza-se de técnicas estatísticas para análise de dados e experimentos. Na figura abaixo é exemplificado um método indutivo utilizado na pesquisa quantitativa.

A abordagem da pesquisa escolhida para este trabalho foi a pesquisa qualitativa que por definição segundo Creswell (2008) usa teorias em diversas formas de estudos, empregando-a de forma ampla. Esta teoria explica comportamentos, atitudes podendo ser completada como variáveis e hipóteses. Utiliza métodos interativos e humanísticos, esta pesquisa não é pré-configurada como a pesquisa quantitativa. É uma pesquisa interpretativa onde o pesquisador

segue uma ou mais estratégias de investigação como um orientação nos procedimentos de estudos. Na figura abaixo exemplifica a lógica de pesquisa qualitativa indutiva.

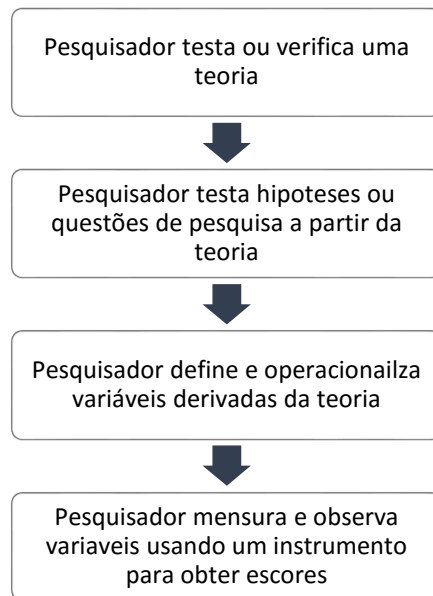


Figura 16 - Método dedutivo geralmente usado na pesquisa quantitativa

Fonte: CRESWELL (2008, p.136)

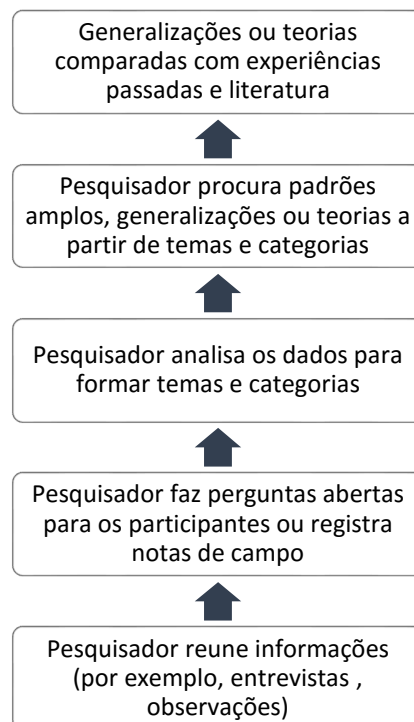


Figura 17 - A lógica indutiva de pesquisa em um estudo qualitativo

Fonte: CRESWELL (2008, p.142)

Segundo ao objetivo da pesquisa Gil (2008) as classifica em três grupos:

- Pesquisa exploratória: são aquelas com foco em desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias através da formulação mais precisas de hipóteses e problemas para estudos futuros. Apresenta menor rigidez em seu planejamento comparado com os outros métodos envolvendo levantamentos bibliográficos, documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Geralmente utilizado quando o tema escolhido é pouco explorado tornando difícil a formulação de teorias precisas.
- Pesquisa descritiva: Possuem como principal objetivo a descrição de características de determinada população ou fenômeno ou estabelecer as relações entre variáveis utilizando técnicas padronizadas de coleta de dados.
- Pesquisa explicativa: São aquelas que possuem uma preocupação central em identificar as características que determinam ou contribuem para ocorrência dos fenômenos. É o tipo de pesquisa mais aprofundado com conhecimento da realidade, porque explica o motivo, o porquê das coisas. Uma pesquisa delicada e complexa que aumenta as chances de erros.

3.3. Procedimento técnico

Em relação ao procedimento técnico adotado para coleta de dados da pesquisa Gil (2008) define o delineamento de acordo com o grupo:

- Pesquisa bibliográfica: É uma pesquisa realizada a partir do material já elaborado constituindo de livros e artigos científicos. Pesquisas realizadas a partir de fontes bibliográficas através de análise de conteúdo.
- Pesquisa documental: Muito parecida com a pesquisa bibliográfica a diferença entre elas está relacionada na natureza das fontes. A pesquisa documental utiliza fontes de materiais que não receberam um tratamento analítico podendo ser reelaborados enquanto a pesquisa bibliográfica utiliza materiais de diversos autores sobre o assunto pesquisado.
- Pesquisa experimental: Representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Consiste em definir um objeto de estudo, optar pelas variáveis capazes de influenciá-los e

determinar formas de controlar e observar os implicações que a variável causa no objeto.

- Pesquisa ex-post-facto: Investigação sistemática e empírica na qual o pesquisador não tem controle direto sobre as variáveis independentes, porque já ocorreram suas manifestações ou porque são intrinsecamente não manipuláveis. (GIL apud KERLINGER, 1975, p.268). Sendo feitas inferências sobre a relação das variáveis dependente e independentes sem observação direta.
- Levantamento: Esta pesquisa se caracteriza pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Procede-se à apelo de informações a um grupo expressivo de indivíduos sobre o problema examinado para em seguida, mediante análise quantitativa para conseguir as conclusões apropriadas dos dados coletados.
- Estudo de campo: Este pesquisa assemelha-se ao levantamento, a pesquisa estudo de campo utilizam levantamentos expressivos de um universo definido fornecendo resultados com precisão estatística. Nesta pesquisa é estudado um único grupo ou sociedade, destacando a influência mútua de seus elementos empregando muitas procedimentos de observação do que interrogação.
- Estudo de caso: Possui como característica o estudo cansativo e intenso de um ou de poucos objetivos, de modo a admitir o seu conhecimento amplo e específico, tarefa impraticável mediante os outros tipos de delineamento considerado

Existe uma classificação de pesquisa de acordo com procedimento técnico conhecida como pesquisa-ação cuja sua definição é mostrada abaixo.

É um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (THIOLLENT, 1986, p.14)

Segundo Yin (2001), o estudo de caso possui a capacidade de lidar com uma vasta abundância de evidências como documentos, artefatos, entrevistas e observações, além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. É um estudo empírico que pesquisa fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto da vida real, sobretudo quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são aparentemente determinados. Sua investigação baseia-se em múltiplas fontes de evidências favorecendo de desenvolvimento prévio de hipóteses teóricas

para administrar a coleta de dados. No figura abaixo é mostrado seis estruturas de estudos de caso segundo o autor.

Para este trabalho foi realizado um estudo de caso de estrutura analítica linear que por definição Yin (2001) a classifica como uma abordagem padrão para elaboração de relatórios de pesquisa. Existe uma sequência de tópicos incluindo o tema que está sendo estudado, uma revisão da literatura importante já existente, os procedimentos realizados, as descobertas encontradas dos dados recolhidos e analisados e as conclusões e implicações feitas a partir das descobertas.

<i>Tipo de estrutura</i>	<i>Propósito do estudo de caso (caso único ou casos múltiplos)</i>		
	<i>Explanatório</i>	<i>Descritivo</i>	<i>Exploratório</i>
1. Analítica linear	X	X	X
2. Comparativa	X	X	X
3. Cronológica	X	X	X
4. Construção da teoria	X		X
5. De "incerteza"	X		
6. Não-sequencial		X	

Quadro 8 - Aplicação de seis estruturas para propósitos diferentes dos estudos de caso

Fonte: YIN (2001)

4. Estudo de Caso

Para desenvolver este estudo de caso aqui apresentado foi necessário realizar um pesquisa bibliográfica para estruturar o conhecimento de aplicação dos conceitos e ferramentas da produção enxuta para através da observação do fluxo de trabalho da empresa estudada propor melhorias em seus processos. Foram realizadas observações e visitas em cada processo para observação e análise de seu funcionamento contando com instruções e comentários desde o gerente industrial até os soldadores da linha para que o trabalho atinja seu objetivo que é através dos conceitos e ferramentas da manufatura enxuta propor melhorias na linha de montagem de tanques de combustível para reduzir o lead time de fabricação.

4.1. Caracterização da empresa

A fábrica estudada é uma unidade fabril de uma empresa de grande porte localizada no interior do estado de São Paulo. Atuante no setor de implementos rodoviários em diversos segmentos para linhas de caminhões leves, médios e pesados. Sua operação ocorre desde 1950 onde inicialmente era utilizada como principal matéria-prima a madeira para a fabricação de carrocerias, hoje a empresa possui diversos processos e equipamentos para manipulação do aço empregado em sua diversa gama de produtos. Trata-se de uma empresa certificada com ISO 9001 com mais 10 fábricas no território nacional e diversos distribuidores nacionais e internacionais.

Em relação a aplicação da filosofia lean a empresa conta com um departamento de melhoria contínua onde foi realizado projetos para redução de desperdícios e ganhos em produtividade e eficiência. A empresa como muitas do segmento é de governança familiar e está iniciando sua caminhada a filosofia lean recentemente, já possuiu alguns treinamentos e consultorias sobre os benefícios e economias de implantar a produção enxuta na organização.

Para preservar seus dados e informações o nome da empresa estudada será omitido sendo abordada neste trabalho como Empresa X. Para realização deste estudo de caso o pesquisador obteve contato para entrevista e informações com o gerente industrial da planta, o supervisor da linha de montagem, encarregados, operadores e soldadores. Para montagem dos mapas e balanços as informações foram obtidas pelo departamento de engenharia de processos, relatórios do banco de dados do sistema ERP operante na empresa e através de observações realizadas no chão de fábrica.

4.2. Desenvolvimento do estudo de caso

No decorrer deste trabalho foi obtido acesso aos dois níveis de gestão de produção da empresa X: o nível gerencial/diretor e o nível supervisor/operacional com foco nas atividades do chão de fábrica.

No nível gerencial/ diretor foi contado com a participação e autorização do gerente industrial atuando no nível estratégico. A empresa estudada adota uma estratégia de *market-in*. Conforme Martins e Laugeni (2005) interpretam a estratégia de *market-in* como levar para dentro da empresa aquilo que o mercado quer. Identificando as necessidades dos consumidores. O ambiente de manufatura encontrado foi caracterizado como um ambiente fabricado por encomenda do inglês *make to order* MTO. Em um ambiente MTO, o produto final é desenvolvido a partir dos contatos com o cliente e os prazos de entrega são mais longos, devido os produtos serem projetados ao mesmo tempo que estão sendo produzidos. Este ambiente pode ser caracterizado também como engenharia sob encomenda. Na empresa estudada foi encontrado um sistema híbrido de manufatura MTS/MTO, devido a produção ocorrer de pedidos em carteira e pedidos para estoque.

Para entendimento inicial da cadeia produtiva do semirreboque tanque de combustível foi realizado a análise da família de produtos com o objetivo de visualizar os modelos de produto com maior demanda e priorizar o mapeamento.

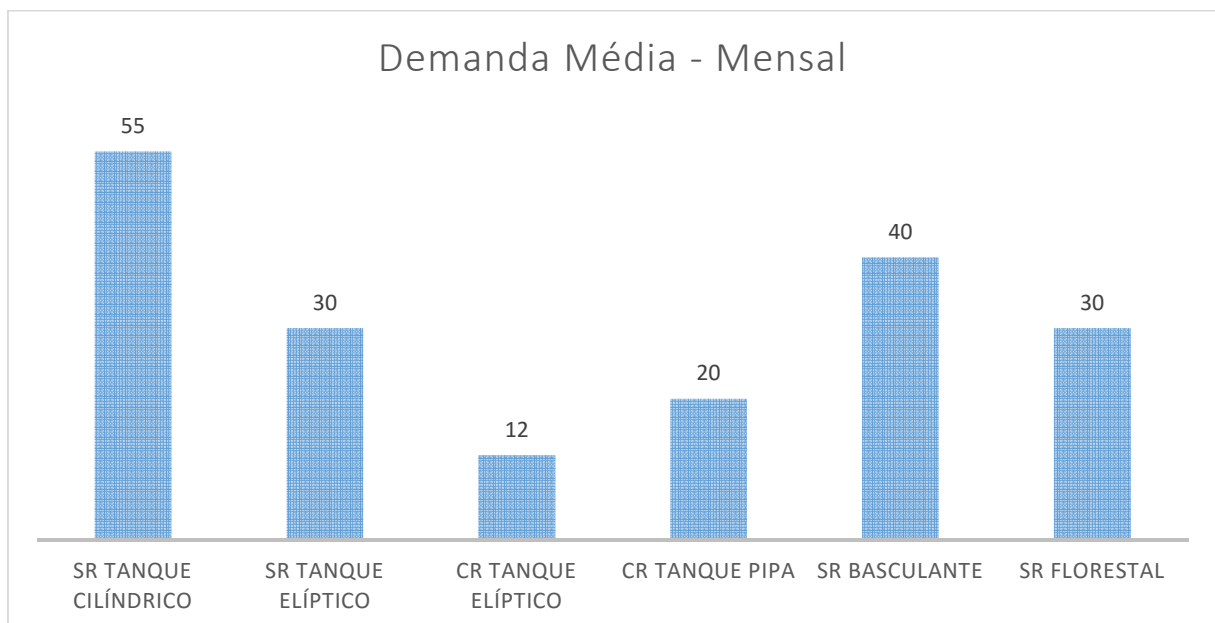


Gráfico 4 - Demanda Média Mensal

Produtos / Processos	CORTE E DOBRA	PEÇAS E COMPONENTES	FECHAMENTO DO CORPO	SOLDAGEM DE TANQUE	INSTALAÇÃO DE ACESSÓRIOS	TESTE HIDROSTÁTICO	PINTURA	ACABAMENTO TANQUE	PRÉ-MONTAGEM	MONTAGEM	ACOPLAMENTO DE PRODUTOS	BORRACHARIA
SR TANQUE CILÍNDRICO	X	X	X	X	X	X	X	X				X
SR TANQUE ELÍPTICO	X	X	X	X	X	X	X	X				X
CR TANQUE ELÍPTICO	X	X	X	X	X	X	X	X				
CR TANQUE PIPA	X	X	X	X	X		X				X	
SR BASCULANTE	X	X					X		X	X	X	X
SR FLORESTAL	X	X					X		X	X	X	X

Legenda: SR: Semirreboque CR: Carroceria

Quadro 9 - Família de produtos empresa X

A partir do momento da chegada do pedido na fábrica o Planejamento e Controle da Produção PCP programa o pedido para uma data de corte em conjunto com outros produtos, após chegado a data o PCP executa o plano de materiais necessários do inglês *material requirement planning* MRP do pedido, realiza as requisições dos materiais fabricados e abre as ordens de produção dos itens. Em paralelo um Programador de Materiais Comprados PGM realiza a análise do estoque e requisição dos materiais comprados. Após a entrega do lote de produtos a serem fabricados para o setor de corte e dobra todas as peças fabricadas são sequenciadas conforme a disponibilidade de material, máquinas, ferramentas e prazo de entrega conforme o supervisor do setor. Chegado o lote de chapas para a fabricação do produto o setor de corte e dobra inicia o processamento dos materiais necessários para abastecer a linha de montagem e o setor de montagem de conjuntos.

Na concepção mais frequente, processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma um *input*, adiciona valor a ele e fornece um *output a um cliente específico*. Os processo utilizam recursos da organização para oferecer resultados objetivos aos seus clientes. (HARRINGTON, 1991 apud GONÇALVES, 2000, p.7)

Conforme a figura 18 pode-se ter uma visão macro dos processos de fabricação do produto tanque de combustível.

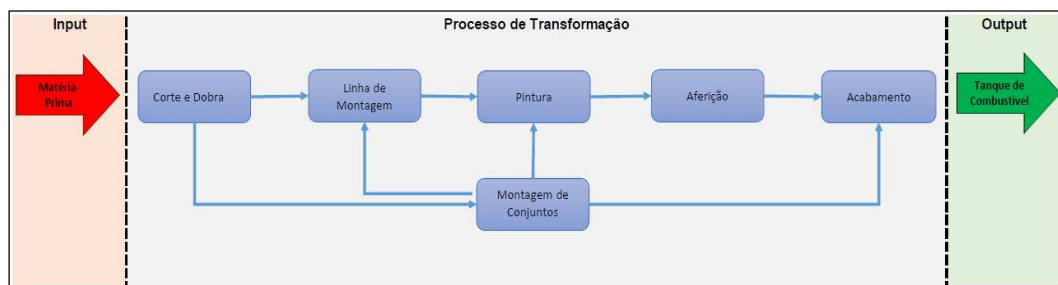
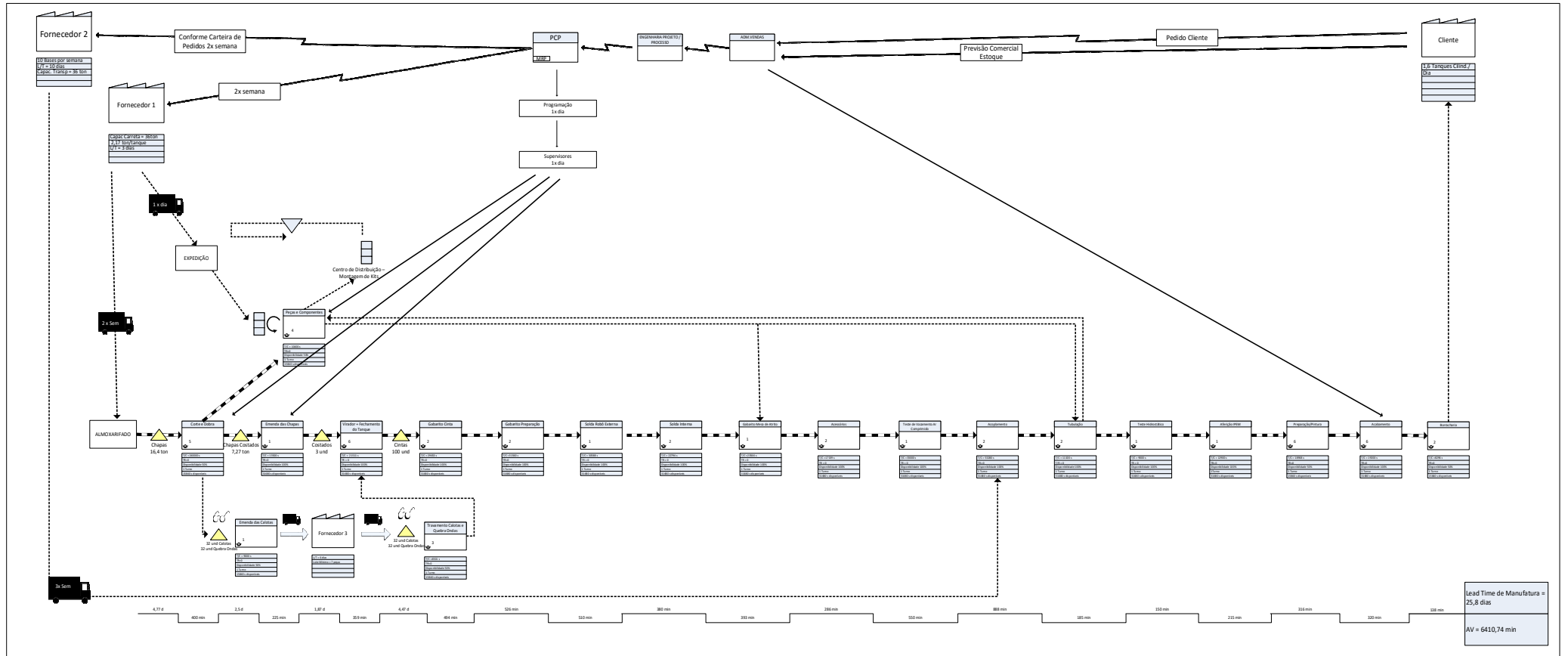


Figura 18 - Processos de transformação tanque de combustível da empresa X

Fonte: BERNARDES (2016)

Após a seleção da família de produtos foi iniciado o mapeamento do fluxo de valor atual onde foram mapeados todos os processos do fluxo de valor de porta-a-porta, principais fornecedores, operadores, tempos, estoques e fluxo de informação na linha de montagem de tanques cilíndricos. Os tempos de processamento em relação ao produto estudado foram obtidos através da engenharia de processos através das técnicas de cronoanálise e estudo de tempos e movimentos.

4.3. Mapa do estado atual



4.4. Oportunidades inicialmente identificadas

Após o diagnóstico inicial e mapeamento do estado atual foram encontrados algumas oportunidades de melhorias.

No setor de corte e dobra existem ferramentas que necessitam de uma manutenção devido ao seu uso prolongado durante o ano sendo necessária retificar as matrizes e facas de dobra. É difícil acompanhar o ritmo da produção pois não há acompanhamento do tempo *takt time* na produção ocasionando em processos desbalanceados e falta de informação. Nas solicitações de chapas para produção dos tanques é observado que a quantidade de matéria-prima parada em estoque está acima da necessidade de acordo com o ritmo de produção da linha, encarecendo o produto acabado e aumentando o lead time do produto. A política de solicitações das chapas é realizada através de uma simulação pelo setor de corte e dobra através dos programadores de controle numérico computadorizado (CNC) onde conferem a quantidade de chapas utilizadas ou chapas alternativas para utilização e informam ao PCP para solicitação da quantidade calculada por eles ao fornecedor.

No estoque pulmão chamado de centro de distribuição de peças e conjuntos ocorre a separação do material utilizado conforme o processo que se encontra o tanque, um colaborador consulta uma lista de materiais desenvolvida no pelo PCP para gerenciar a separação dos kits que são enviados em duas etapas para a linha de montagem. Foi observado que existem atrasos nas entregas realizadas pelo motivo do encarregado do setor chamar via rádio o separador de material para pedir os kits faltantes ou peças faltantes. Ao analisar o relatório do estoque valorizado e caminhar pelo centro de distribuição foi observado a existência de grandes quantidades de estoque obsoleto (sem utilização).

Ao se caminhar pela unidade fabril e observar os setores foi constatado a falta de organização dos materiais e ferramentas que são mais utilizados, estoque de itens sem utilização, limpeza deficiente dos setores, falta de padronização desde o armazenamento de materiais até realização do trabalho ocasionando em perdas de movimentação, tempo, prazo de entrega e bem-estar do local de trabalho. Falta de gestão visual pela fábrica onde os colaboradores e encarregados não possuem consciência da situação do setor e da fábrica.

O setor de montagem de conjuntos realiza sua programação de produção de forma empírica de qual o trabalho deve ser realizado no dia e mediante a cobrança dos processos clientes. Existe um estoque pulmão abastecido pelo corte e dobra com peças geradas devido ao MRP, peças

fornecidas de outras unidades chamado de interfábrica e um sistema *kanban* de sinal interfábrica. Foi constatado que o fluxo de material entre o corte e dobra e este processo gera superprodução pela ocorrência de peças sobressalentes além das quantidades necessárias das ordens de produção. O dimensionamento do *kanban* interfábrica está acima da demanda necessária gerando desperdício de superprodução além de custo de armazenagem. No setor não há procedimento de checagem do material que entra no setor gerando divergência de saldo físico e sistêmico. De acordo com o mapa de estado atual existe um fluxo de ida e volta para a montagem da tubulação do tanque de combustível ocasionando em movimentação e espera.

Após o início de fabricação do lote é observado no início da linha de montagem de tanque a formação de um estoque em processo de chapas costados, estocadas em baias para iniciar sua jornada pela linha de montagem. As situações de formação deste estoque foram observados algumas causas, como um adiantamento do processo de corte dos costados em relação a programação diária onde caracteriza a superprodução citada anteriormente neste trabalho e a reprogramação de pedidos, onde pedidos com prazos menores que o lead time são priorizados para entrar na linha resultando em muitas perdas de produtividade e eficiência.

Foi observado uma grande quantidade de peças estocadas entre calotas e quebra-ondas aguardando produtos a serem utilizados. A produção destes dois itens para a montagem do tanque é de extrema importância devido ao seu processo de fabricação onde é iniciado na fábrica com os processos de corte e emenda de chapas e enviado ao terceirizado para o processo de obtenção final do formato das peças, retornando prontas para utilização na linha de montagem. O gerenciamento de estoque destas peças ocorre com a verificação diária das quantidades existentes e uma programação de produção e expedição das peças baseadas em uma previsão definida pelo PCP.

Entre as operações de emenda das chapas e fechamento do corpo do tanque foi constatado uma interrupção no fluxo de trabalho onde foi observado a formação de uma fila de costados aguardando o processo de fechamento do tanque. O processo de fechamento do corpo demanda maior tempo de mão de obra devido à complexidade de calandrar um conjunto de chapas tangenciando uma objeto cilíndrico. Além da fila causada, foi observado a existência de alterações frequentes na programação de produção diária para que determinados pedidos sejam priorizados na linha devido seu prazo de entrega. Isso resulta em uma ineficiência dos dois processos e da linha de montagem, aumentando os lead times dos produtos num geral, pois um

produto antecipado sofre paradas de produção devido à falta de peças que seguem uma programação.

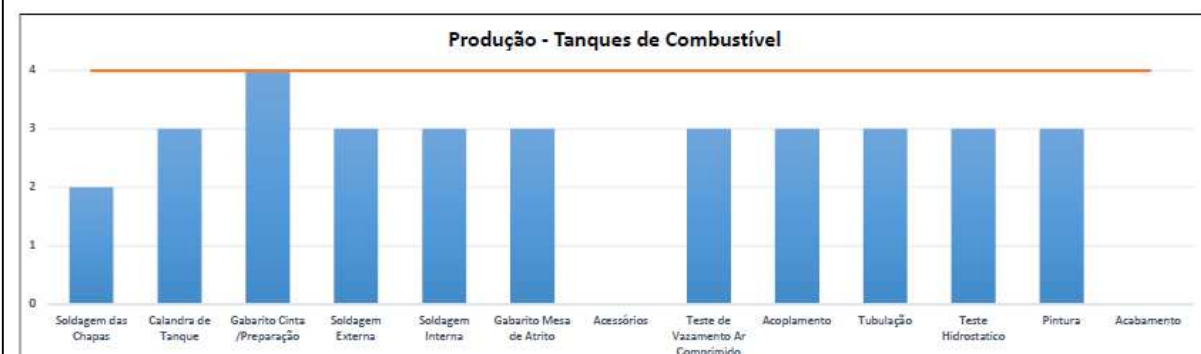
Após o processo de fechamento do tanque, o corpo até então é encaminhado a um gabarito de instalação de cintas onde uma equipe retira as cintas de um estoque localizado na linha de montagem e iniciam o processo de instalação e soldagem. Este estoque localizado na linha de montagem possui um dimensionamento acima do necessário ocasionando em desperdício de espaço e tempo de produção.

A linha de montagem também atende pedidos para estoque, estes são gerados a partir de uma previsão de venda do departamento comercial. Quando o pedido de estoque entra em processamento ele possui toda uma estrutura completa constando quantidade de eixos, tipo de freio, cor, quantidade de compartimentos e etc. conforme fosse para um cliente. Na fabricação de estoque, como o pedido não possui um cliente definido, já foram observados muitos retrabalhos devido a cor padrão cadastrada no pedido de estoque e a cor desejada pelo cliente, logo foi tomada a decisão de interromper o processo de produção dos tanques de combustível assim que chegar no processo de pintura, sendo aplicado no tanque apenas as etapas de limpeza e aplicação do fundo anticorrosivo e em seguida o armazenamento no pátio. No processo de venda do tanque estocado na grande maioria da vezes o cliente solicita alguns opcionais no tanque por exemplo o tipo de carregamento, necessitando que o tanque retorne a linha de montagem para retrabalho para adequação e após realizado, o tanque retoma o fluxo de produção. É observado que existe um desbalanceamento da carga de trabalho na linha de montagem com processos mais rápidos e outros mais demorados, a linha cumpre metas estabelecidas pela gerência sendo acompanhadas por meio de relatórios de acompanhamento de produção. A figura abaixo ilustra um dos relatórios utilizados no gerenciamento da linha onde é mostrado um mês de produção:

ACOMPANHAMENTO DE PRODUÇÃO

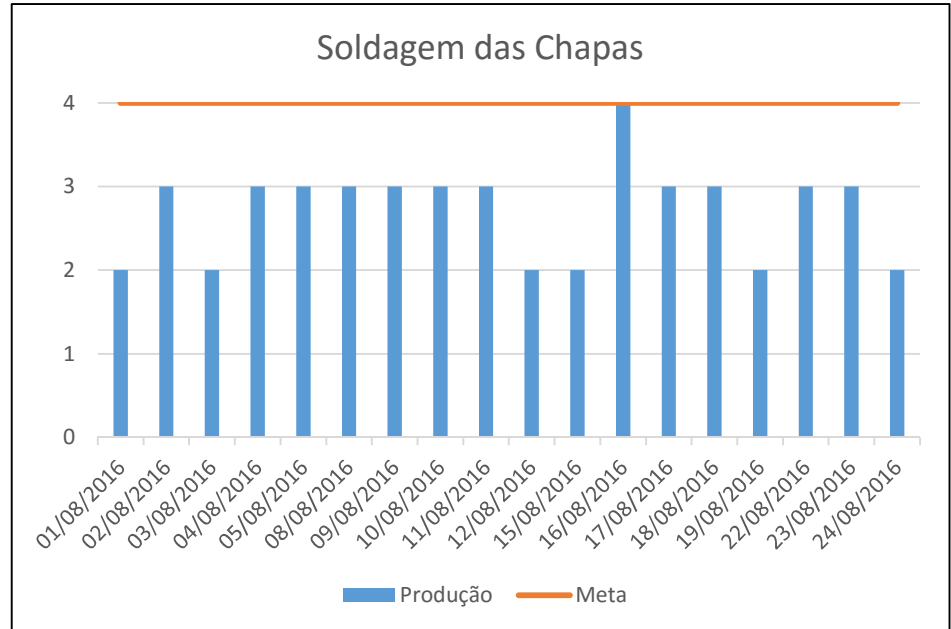
Data 25/08/2016

Processos de Fabricação	Produção	Meta
Soldagem das Chapas	2	4
Calandra de Tanque	3	4
Gabarito Cinta /Preparação	4	4
Soldagem Externa	3	4
Soldagem Interna	3	4
Gabarito Mesa de Atrito	3	4
Acessórios	0	4
Teste de Vazamento Ar Comprimido	3	4
Acoplamento	3	4
Tubulação	3	4
Teste Hidrostatico	3	4
Pintura	3	4
Acabamento	0	4
Total Geral	33	52

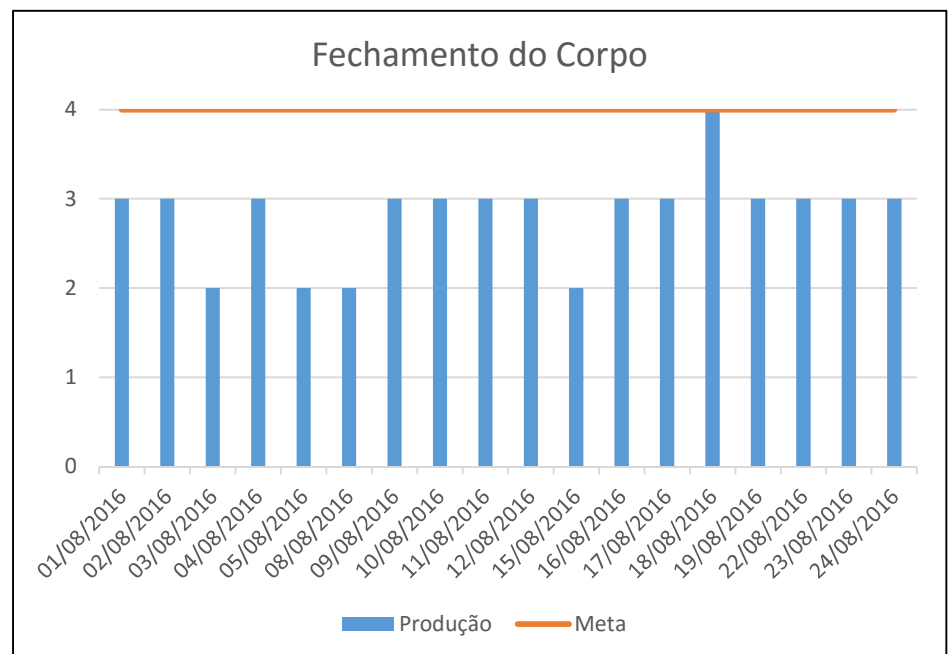


ACOMPANHAMENTO DE PRODUÇÃO POR PROCESSO

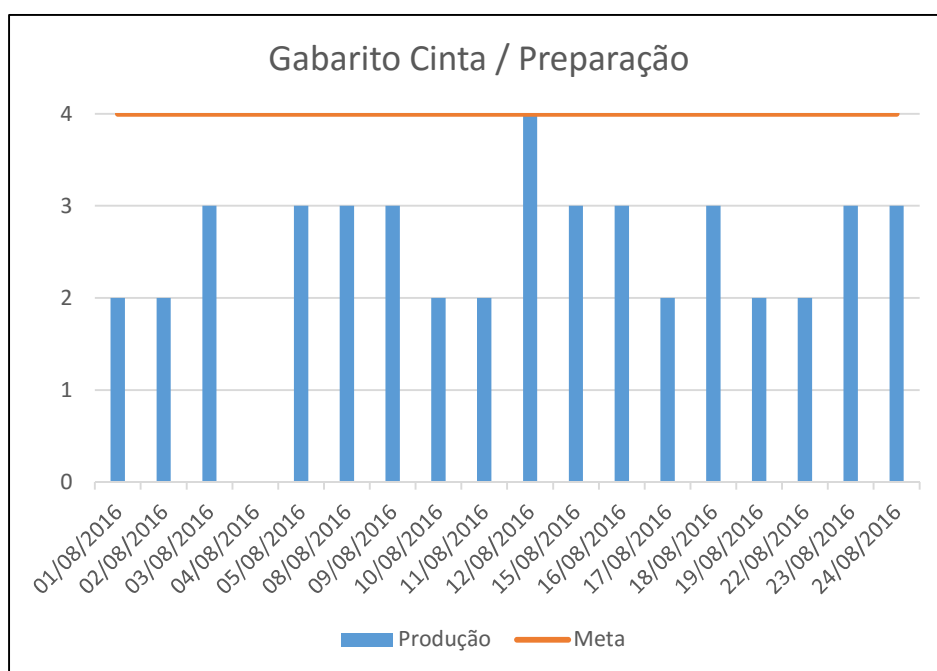
Processo	Soldagem das Chapas	
Data	Produção	Meta
01/08/2016	2	4
02/08/2016	3	4
03/08/2016	2	4
04/08/2016	3	4
05/08/2016	3	4
08/08/2016	3	4
09/08/2016	3	4
10/08/2016	3	4
11/08/2016	3	4
12/08/2016	2	4
15/08/2016	2	4
16/08/2016	4	4
17/08/2016	3	4
18/08/2016	3	4
19/08/2016	2	4
22/08/2016	3	4
23/08/2016	3	4
24/08/2016	2	4
Total Geral	49	72



Processo	Fechamento do Corpo	
Data	Produção	Meta
01/08/2016	3	4
02/08/2016	3	4
03/08/2016	2	4
04/08/2016	3	4
05/08/2016	2	4
08/08/2016	2	4
09/08/2016	3	4
10/08/2016	3	4
11/08/2016	3	4
12/08/2016	3	4
15/08/2016	2	4
16/08/2016	3	4
17/08/2016	3	4
18/08/2016	4	4
19/08/2016	3	4
22/08/2016	3	4
23/08/2016	3	4
24/08/2016	3	4
Total Geral	51	72



Processo	Gabarito /Preparação	Cinta
Data	Produção	Meta
01/08/2016	2	4
02/08/2016	2	4
03/08/2016	3	4
04/08/2016	0	4
05/08/2016	3	4
08/08/2016	3	4
09/08/2016	3	4
10/08/2016	2	4
11/08/2016	2	4
12/08/2016	4	4
15/08/2016	3	4
16/08/2016	3	4
17/08/2016	2	4
18/08/2016	3	4
19/08/2016	2	4
22/08/2016	2	4
23/08/2016	3	4
24/08/2016	3	4
Total Geral	45	72



Processo	Soldagem Externa	
Data	Produção	Meta
01/08/2016	3	4
02/08/2016	2	4
03/08/2016	1	4
04/08/2016	2	4
05/08/2016	2	4
08/08/2016	3	4
09/08/2016	3	4
10/08/2016	2	4
11/08/2016	2	4
12/08/2016	2	4
15/08/2016	3	4
16/08/2016	0	4
17/08/2016	3	4
18/08/2016	2	4
19/08/2016	2	4
22/08/2016	2	4
23/08/2016	3	4
24/08/2016	2	4
Total Geral	39	72

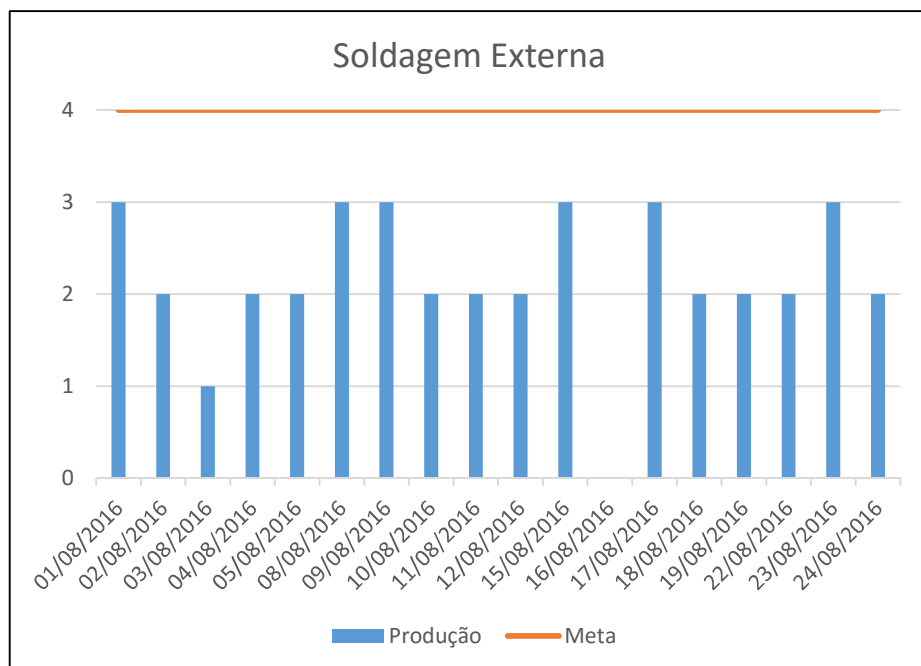


Figura 19 - Acompanhamento da produção de tanques

Após o desenvolvimento do mapa atual e a identificação de algumas oportunidades iniciais foi realizado um balanceamento atual da real condição que se encontra a produção dos tanques de combustível onde foram utilizados os tempos dos processos mapeados, o número de operadores de cada processo de acordo com a configuração do quadro de funcionários e a demanda atual atendida. Com esses dados foi possível calcular a carga de trabalho em cada posto de trabalho e compará-lo com o *takt time* calculado para a produção de dois tanques cilíndricos por dia. O turno trabalhado na empresa X é de 8,8 horas equivalente a 528 minutos, a produção atendida pelo linha de produção com o quadro atual colaboradores é de 1,62 produtos por dia totalizando um lead time de fabricação de 13 dias de valor agregado.

Foi possível observar ao longo do gráfico que existe disparidade entre os processos com tempos de ciclo abaixo do *takt time* de 264 min por produto como nos postos peças e componentes, emenda de calotas, travamento de calotas e quebra-ondas, tubulação, teste hidrostático e borracharia. Foram identificados 9 processos gargalos na linha de produção ou seja, processos que restringem o fluxo de produção por possuir tempos de ciclos maiores que *takt time*.

No balanceamento proposto conforme mostrado na figura 20, para atingir a produção esperada de 2 tanques por dia é necessário a contratação de 12 colaboradores para se atingir o *takt time* desejado. Foi realizado a distribuição da mão de obra entre os processos com a finalidade de linearizar o máximo possível os tempos de ciclo dos processos com o *takt time* desejado, o objetivo foi manter a mesma quantidade de colaboradores e distribuir as atividades de forma a reduzir a ociosidade e melhorar o aproveitamento do turno, com isso obteve-se uma redução dos picos de tempo de ciclo de 880 minutos observado no processo de acoplamento no balanceamento atual para 446 minutos no balanceamento proposto. Pode-se observar no mapa que foi incluído uma coluna onde foi designado um compartilhamento da mão de obra, onde era encontrado ociosidade foi transformada em tempo de agregação de valor onde cada cor representa a estação de trabalho compartilhada.

Foi realizado o balanceamento da linha de produção com o objetivo de identificar a situação atual na produção dos tanques cilíndricos, a equipe atual, o desempenho diário esperado e o lead atual. É possível comparar os tempos de ciclo ao *takt time* ideal e verificar que existem processos desbalanceados com necessidade de melhorias para atingir o melhor aproveitamento possível dos recursos.

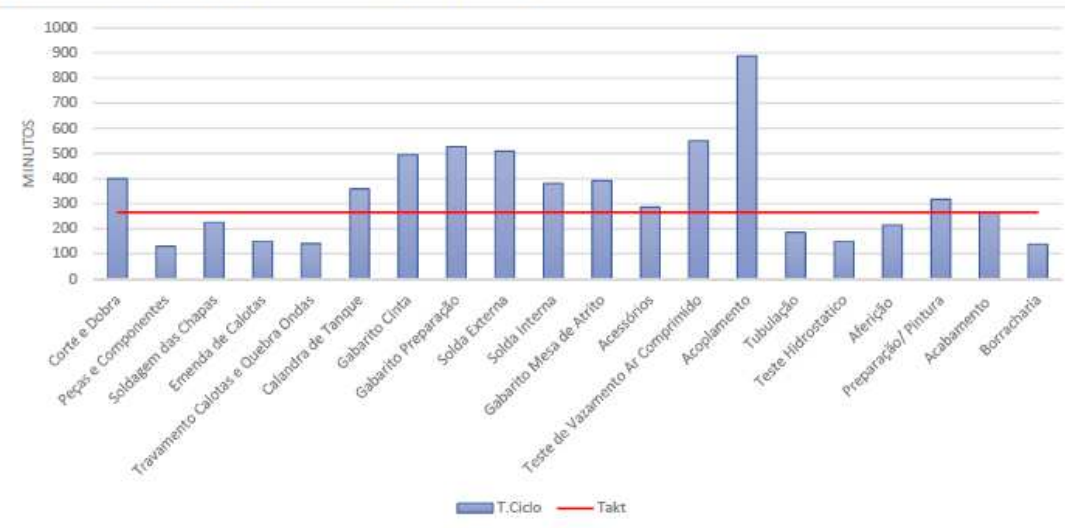
No mapa de fluxo de valor futuro é possível observar as oportunidades de melhoria mapeadas inicialmente através dos *kaizen burst* pois segundo Anacleto (2011) é um símbolo padrão usado nos mapas de fluxo de valor (MFV) para representar os *kaizen* que devem ser realizados para alcançar a situação futura.

4.5. Balanceamento atual

BALANCEAMENTO ATUAL

TANQUE DE COMBUSTÍVEL CILÍNDRICO

Etapa	Processos	min.h	Equipe	T.Ciclo	Takt
1	Corte e Dobra	2000	5	400	264
3.1	Peças e Componentes	520	4	130	264
2	Soldagem das Chapas	225	1	225	264
2.1	Emenda de Calotas	150	1	150	264
2.2	Travamento Calotas e Quebra Ondas	425,04	3	142	264
3	Calandra de Tanque	2151,1	6	359	264
4	Gabarito Cinta	988,42	2	494	264
5	Gabarito Preparação	1052	2	526	264
6	Solda Externa	509,8	1	510	264
7	Solda Interna	759,8	2	380	264
8	Gabarito Mesa de Atrito	392,6	1	393	264
9	Acessórios	571,3	2	286	264
10	Teste de Vazamento Ar Comprimido	550	1	550	264
11	Acoplamento	1776	2	888	264
12	Tubulação	370	2	185	264
13	Teste Hidrostático	150	1	150	264
14	Aferição	215	1	215	264
15	Preparação/ Pintura	1896,76	6	316	264
16	Acabamento	1600	6	267	264
17	Borracharia	276,54	2	138	264



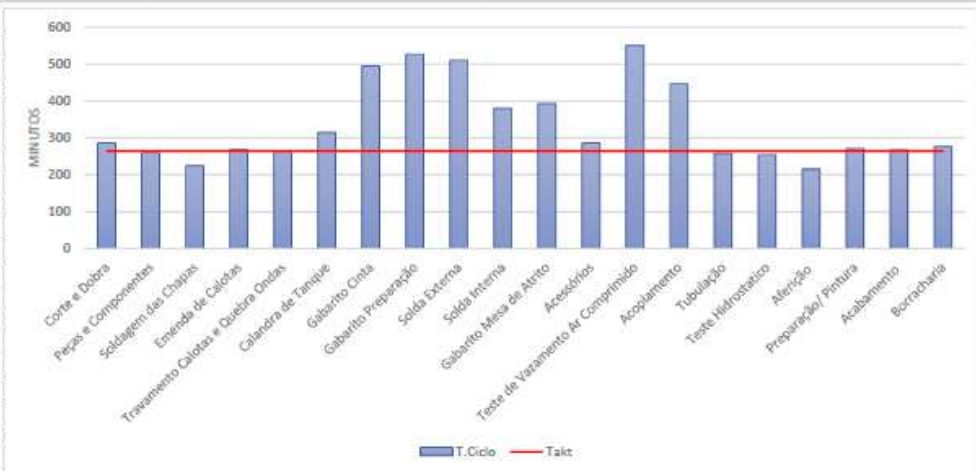
Total	16579,36	51	6702
Prod/dia	1,62		
Turno	528,0		
Dias AV	13		
Takt Time (min/prod)	264,0		

Figura 20 - Balanceamento atual da linha

4.6. Balanceamento Proposto

BALANCEAMENTO PROPOSTO TANQUE DE COMBUSTÍVEL CILÍNDRICO

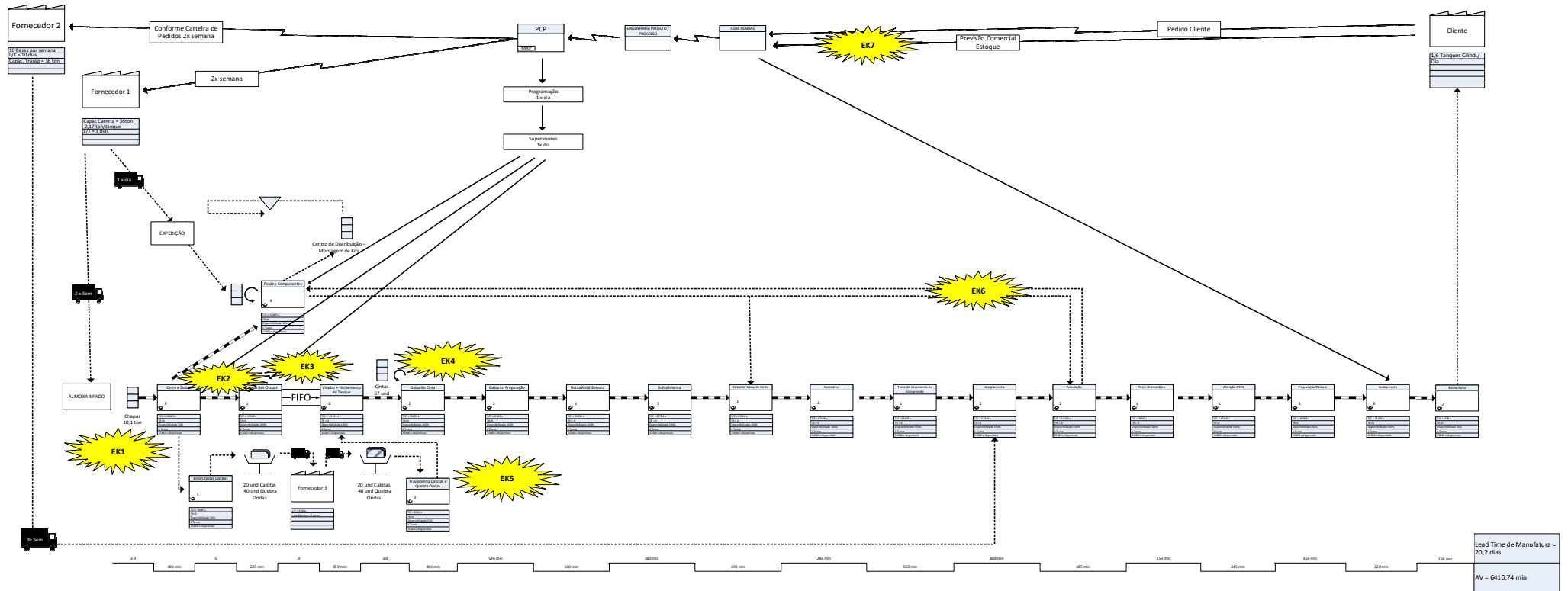
Etapa	Processos	min.h	Equipe	T.Ciclo	Takt
1	Corte e Dobra	2000	7	286	264
3.1	Peças e Componentes	520	2	260	264
2	Soldagem das Chapas	225	1	225	264
2.1	Emenda de Calotas	150	1	268	264
2.2	Travamento Calotas e Quebra Ondas	425,04	2	264	264
3	Calandra de Tanque	2151,1	7	315	264
4	Gabarito Cinta	988,42	2	494	264
5	Gabarito Preparação	1052	2	526	264
6	Solda Externa	509,8	1	510	264
7	Solda Interna	759,8	2	380	264
8	Gabarito Mesa de Atrito	392,6	1	393	264
9	Acessórios	571,3	2	286	264
10	Teste de Vazamento Ar Comprimido	550	1	550	264
11	Acoplamento	1776	4	446	264
12	Tubulação	370	1	259	264
13	Teste Hidrostático	150	1	254	264
14	Aferição IPEM	215	1	215	264
15	Preparação/ Pintura	1896,76	7	271	264
16	Acabamento	1600	6	267	264
17	Borracharia	276,54	1	277	264



Total	16579,36	51	6745
Prod/dia	1,62		
Turno	528,0		
Dias AV	13		
Takt Time (min/prod)	264,0		
Total Colaboradores Necessários	63		
Colaboradores à contratar	12		
Prod/Meta	2		
Processos com colaboradores compartilhados	<input type="radio"/>		

Figura 21 - Balanceamento proposto da linha

4.7. Mapa do estado futuro



4.8. Implantação da situação futura

Com a definição do mapeamento do estado atual e o balanceamento inicial da linha de produção foi proposta a implantação do projeto futuro utilizando a metodologia *kaizen*. Palavra japonesa para melhoria contínua, metodologia citada anteriormente neste trabalho.

Através dos eventos *kaizen* (EK) foram determinadas as mudanças iniciais necessárias para implementar o estado futuro. Segundo Ortiz (2010) eventos *kaizen* são intervalos de tempo reservados a um grupo de pessoas para implantação de melhorias destinadas a eliminação de desperdícios.

4.8.1. Objetivos dos eventos

Evento *Kaizen* 1 (EK1):

- Dimensionamento de um estoque pulmão para atender 3 dias de produção de acordo com lead time do fornecedor;

Evento *Kaizen* 2 (EK2):

- Eliminação dos estoque em processo de chapas costados entre os processos de corte e dobra e emenda de chapas através da programação diária pelo MRP;

Evento *Kaizen* 3 (EK3):

- Implantação do conceito FIFO nos processos de emenda de chapas e fechamento do corpo com objetivo de eliminar as alterações de programação resultando em estoque em processo e aumento do *lead time*.

Evento *Kaizen* 4 (EK4):

- Implantação de um estoque pulmão para armazenamento de cintas com 3 dias de produção de acordo com o lead time do fornecedor.

Evento *Kaizen* 5 (EK5):

- Procedimento de controle e conferência de estoque de calotas e quebra-ondas;
- Implantação de kanban de sinal;

- Reduzir o estoque de calotas e quebra-ondas;

Evento Kaizen 6 (EK6):

- Melhorar no processo de montagem da tubulação;
- Adequar o layout;

Evento *Kaizen* 7 (EK7):

- Eliminar retrabalhos dos pedidos de estoque para que a estrutura possua apenas os itens padronizados;

4.8.2. Atividades pré-kaizen

Para que os objetivos dos eventos *kaizen* sejam cumpridos é necessário que algumas atividades de planejamento sejam realizadas, segundo Ortiz (2010) e IMAI (1996):

- Reuniões para planejamento da equipe e divulgação dos dias do evento *kaizen*;
- Análise do contexto;
- Coleta e análise de dados para identificação da causa raiz;
- Estabelecer contramedidas com base em análise de dados;
- Verificar indicadores existentes;
- Treinamento da equipe;
- Orçamento inicial;

4.8.3. Atividades pós-kaizen

Esta etapa consiste em acompanhar as mudanças realizadas através de indicadores de desempenho e do *gemba*, segundo Wittenberg (1994) apud Êsposto (2002) palavra japonesa utilizada na manufatura enxuta para descrever a caminhada no chão da fábrica. Acompanhar todo o trabalho não concluído e propor um prazo para realização de todas as tarefas em um prazo de trinta dias conhecido como mandato de trinta dias segundo Ortiz (2010). Neste processo surgirão novas ideias que fortalecerá o evento, estas ideias devem ser analisadas e implantadas nos próximos *kaizen*. Divulgar os resultados alcançados para equipe e para todos os colaboradores para fortalecer a ideia com o objetivo de torna isto uma cultura de melhoria contínua.

5. Considerações Finais

Este capítulo apresenta as conclusões de desenvolvimento deste trabalho como os resultados obtidos, pontos merecedores de atenção, dificuldades encontradas durante a elaboração do trabalho e recomendações para projetos futuros.

Este projeto propôs identificar inicialmente as oportunidades de melhorias como um projeto piloto na linha de produção de tanques de combustível identificando operações desbalanceadas e oportunidades de melhoria. A partir do mapeamento do fluxo de valor foi proposto inicialmente uma sequência de eventos *kaizen* que através dos conceitos e ferramentas da manufatura enxuta identificaram oportunidades de melhorias e redução de desperdícios que teoricamente resultariam em redução do *lead time* de fabricação dos tanques de combustível.

A realização do balanceamento das operações teve como objetivo identificar o *takt time* atual, o ritmo de produção, e com o balanceamento proposto linearizar os tempos de ciclo dos processos da linha de montagem de tanques para que o trabalho fique bem distribuído mantendo a mesma quantidade de funcionários, com isso foi observado uma redução dos picos dos tempos de ciclos e ociosidade encontrados em algumas etapas dos processos. Para alcançar o *takt time* do balanceamento proposto é necessário uma quantidade mínima de colaboradores para serem adicionados aos processos, por este motivo foi optado em manter a equipe atual e linearizar os processos possíveis, sem a contratação de novos integrantes.

A aplicação dos eventos *kaizen* na empresa X é o maior desafio a ser realizado pois mudar a cultura, o cotidiano das pessoas é uma tarefa árdua que necessita do empenho de todos da organização. A aplicação correta da metodologia *kaizen* mostrada neste trabalho e os resultados iniciais obtidos nos eventos motivarão a equipe da empresa X a continuar no rumo da melhoria contínua. Empresas como a Toyota Motor Company identificam que existem muitos desperdícios e a serem eliminados hoje após anos de aplicação da manufatura enxuta, onde estão sempre descobrindo melhores maneiras de realizar seu trabalho. O exemplo está para ser seguido, sempre existe oportunidades para melhorar e a indústria de implementos rodoviários possuem muitos.

A participação dos gerentes, supervisores e colaboradores foram de extrema importância para realização deste trabalho, pois auxiliaram no mapeamento dos processos e levantamentos de informações.

Para que os ganhos projetados dos eventos ocorram é necessário que a implantação ocorra de forma planejada e sistêmica, através de uma metodologia apropriada, cujo neste trabalho foi utilizado o *kaizen*.

5.1. Dificuldades e limitações encontradas

Para a realização deste projeto foram encontradas algumas dificuldades para entender o fluxo de informações que percorre a programação da produção, a solicitação das matérias-primas e a gestão de estoque de calotas e quebra-ondas. As alterações encontradas nos planos de produção de tanques trouxe dificuldades para entendimento de qual pedido deve ser primeiramente produzido.

5.2. Recomendações para projetos futuros

Como a proposta deste trabalho abordou uma identificação inicial com a aplicação dos conceitos da Produção Enxuta, sua implantação e relevância fica totalmente sob a decisão da empresa X. Como citado anteriormente no decorrer deste trabalho, para alcançar a produção enxuta deve haver a melhoria contínua dos processos e fluxos de informação, buscando sempre a redução dos desperdícios. Como proposta de trabalhos futuros para a Empresa X o autor recomenda a realização de um projeto de mapeamento do fluxo de informação mais detalhado. Foi constatado na empresa X a utilização de um sistema de produção híbrido onde existem a presença do sistema MRP e kanban em funcionamento sendo uma boa oportunidade para aplicação dos conceitos da Produção Enxuta.

6. REFERÊNCIAS

ANACLETO, P. P. **Descrição de implantação da manufatura enxuta:** Estudo de caso em uma montadora de máquinas agrícolas. 2011. p.72. Monografia Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em <http://hominiss.com.br/wp-content/uploads/2016/02/TCC_Pedro_Anacleto_Descricao_de_Implantacao_da_Manufatura_Enxuta.pdf> . Acesso em 04 nov. 2016.

AILDEFONSO, D. F. **PROGRAMA 5S.** A busca da qualidade de vida com os novos 5'S. 2007, p.9. Disponível em <ftp://www.cefetes.br/Cursos/CodigosLinguagens/EAildefonso/Gestao%205s.pdf>>. Acesso em 20 out.2016.

ALVES, M. F; AZEVEDO, R. L. S; GOLDENSTEIN, M. A industria de implementos rodoviários e sua importância para o aumento da eficiência do transporte de cargas no Brasil. Rio de Janeiro, p. 241-260, 2006. Disponível em <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2423>>. Acesso em: 01 nov.2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS . Desempenho de Janeiro à Julho, 2016. Disponível em : <[http://www.anfir.org.br/downloads/desempenho_jan_jul_2016\(1\).pdf](http://www.anfir.org.br/downloads/desempenho_jan_jul_2016(1).pdf) >. Acesso em 10 out. 2016.

CARDOSO, M. P; LOPES, S. S.; PICCININI, M. S. O transporte rodoviário de carga e o papel do BNDES. Rio de Janeiro, p. 35-60, 2008. Disponível em <www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes.../Transporte_Rodoviario/200806_3.html>. Acesso em 02 nov. 2016.

CORREA, H.L.; CORREA, C. A. **Administração de produção e de operações:** manufatura e serviços: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas,2012.

CORRÊA, H. L; GIANESI, I. G. N. Just in time, MPRII e OPT: um enfoque estratégico. 2ed. São Paulo: Atlas, 1993.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Luciana de Oliveira Rocha. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ESPOSTO, F. K. **Elementos estruturais para gestão de desempenho em ambiente de produção enxuta.** 2008. 241p. Dissertação Doutorado em Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos 2008. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-21072009-095126/pt-br.php>>. Acesso em: 14 fev.2016.

FIGUEIREDO, R. Gargalos logísticos na distribuição de combustíveis brasileira. S.I. 2006. Disponível em: <http://www.coppead.ufrj.br/pt-br/upload/publicacoes/ArtLog_MAI_2006.pdf>. Acesso em 02 nov. 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, J. E. L.; As empresas são grandes coleções de processos. In: REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS, São Paulo, 2000. **Anais eletrônicos...** São Paulo: RAE, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n1/v40n1a02>>. Acesso em 10-out- 2016.

HAY, E. J. **Just-in-time**: um exame dos novos conceitos de produção. Tradução de Marcio Hegenber. São Paulo: Maltese – Editora Norma, 1992.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean**: a guide to implementation. Cardiff: Lean Enterprise Research Center, 2000. Disponível em <<http://leancompetency.org/wp-content/uploads/2015/09/Going-Lean.pdf>>. Acesso em 12 out. 2016.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen**: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM, 1996.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. RTQ 7c: inspeção na construção de equipamentos para transporte rodoviário de produtos perigosos a granel – líquidos com pressão de vapor até 15kPa. S.I. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC0009249.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

JUNIOR, E. J. M. **Modelo para dimensionamento da quantidade de kanbans, na relação entre clientes e fornecedores internos**. 2005. p.111. Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101722>>. Acesso em: 22 out. 2016.

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

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. What is lean. Disponível em <<http://www.lean.org/WhatsLean/>>. Acesso em 13 out. 2016.

LEXICO LEAN. **Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, v.1.0, 2003.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2ed. rev e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORTIZ; C.A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

RENTES, F. A.; ARAÚJO, C, A, C.; QUEIROZ, A. J. Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real. In: ENCONTRO NACIONAL DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.24., Florianópolis, 2004. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2004. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0101_0361.pdf>. Acesso em 10-out- 2016.

RIBEIRO, P. D. **KANBAN** – Resultados de uma implantação bem sucedida. 4 ed. Rio de Janeiro: COP Editora, 1989.

ROTHER, M; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo**. Um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lena Institute Brasil, 2002.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Tradução de Eduardo Schaan. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, E. Z. **Automação e a eliminação das perdas**: a base de uma estratégia de produção para assegurar uma posição competitiva na indústria. 2002. p.190. Dissertação Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Produção e Ergonomia – Escola de Engenharia do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em < www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/edson_silva.pdf>. Acesso em: 21 out. 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa – ação**. 2 ed. São Paulo: Cortez 1986.

TUBINO, D, F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção**: a chave para produtividade industrial. São Paulo: Atlas, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 6 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Ed . rev. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.