

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**PAULA CARLOTA RELVAS DA SILVA  
VINICIUS MISAEL BOUZON**

**A CULTURA DE PROJETOS DE MELHORIA CONTÍNUA  
DENTRO DAS INDÚSTRIAS:  
Lean Manufacturing para a otimização do processo produtivo  
em uma multinacional no ramo de autopeças.**

**TAUBATÉ-SP  
2018**

**PAULA CARLOTA RELVAS DA SILVA  
VINICIUS MISAEL BOUZON**

**A CULTURA DE PROJETOS DE MELHORIA CONTÍNUA  
DENTRO DAS INDÚSTRIAS:  
Lean Manufacturing para a otimização do processo produtivo  
em uma multinacional no ramo de autopeças.**

Trabalho de Graduação apresentado para  
obtenção do Certificado de Graduação do curso de  
Engenharia de Produção Mecânica do  
Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Taubaté.

Orientador (a): Prof. José Carlos Sávio de Souza

**TAUBATÉ-SP  
2018**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

S586c Silva, Paula Carlota Relvas da  
A cultura de projetos de melhoria contínua dentro das indústrias: Lean Manufacturing para a otimização do processo produtivo em uma multinacional no ramo de autopeças / Paula Carlota Relvas da Silva; Vinicius Misael Bouzon. -- 2018.  
50 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.

Orientação: Prof. Me. José Carlos Sávio de Souza, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Cronoanálise. 2. Engenharia dos Métodos. 3. Manufatura Enxuta. 4. PCP. 5. Tempo Padrão. I. Título. II. Bouzon, Vinicius Misael. III. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

CDD – 658.5

Ficha catalográfica elaborada por **Shirlei Righeti – CRB-8/6995**

**PAULA CARLOTA RELVAS DA SILVA  
VINICIUS MISAEL BOUZON**

**A CULTURA DE PROJETOS DE MELHORIA CONTÍNUA  
DENTRO DAS INDUSTRIAS:**

**Lean Manufacturing para a otimização do processo produtivo  
em uma multinacional no ramo de autopeças.**

**ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM  
ENGENHARIA MECANICA OU PRODUÇÃO"**

**APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

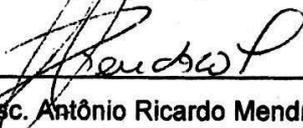


**Prof. (Dr. ou Me.) Fábio Henrique Fonseca Santejani  
Coordenador de Trabalho de Graduação**

**BANCA EXAMINADORA:**



**Prof. (Me.) José Carlos Sávio de Souza  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**



**Prof. Msc. Antônio Ricardo Mendrot  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Taubaté-SP**

**2018**

“Primeiramente dedico este trabalho aos meus Pais, que me criaram e foram criativos nesta tarefa, e assim me deram a coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades. Também, agradeço as pessoas que estavam ao meu lado nesta jornada, elas sabendo quem são, que contribuíram acreditando no meu louvor e não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, estas me fizeram ser quem eu sou como pessoa e profissional. “– Vinicius Bouzon

“Dedico esse trabalho ao meu Pai Geraldo, e a minha mãe Maria, pelo amor, empenho e dedicação que sempre tiveram comigo, e por fazerem dessa jornada, a melhor possível dentro de suas possibilidades. ” – Paula Relvas

## AGRADECIMENTOS

Acreditamos que tudo se inicia com um sonho. Sonhamos e dia após dia somando pequenos esforços, estamos por alcançar um dos desejos dos muitos que se levantaram no decorrer deste tempo.

Tivemos muitas dificuldades nesta jornada, tantas que, por inúmeras vezes, quase nos fizeram desistir, entretanto, compartilhamos de algo em comum que nunca deixou que isso acabasse: a ambição de buscar conhecimento, e com isso nunca desistir de procurar evoluir, o conhecimento e a ambição são universalmente compatíveis com qualquer sonho.

Fomos ambiciosos de formas diferentes, um com mais vontade do que o outro em certos momentos, porém sempre de forma positiva um apoiando o outro em todas as dificuldades desde o início deste curso, por isso primeiramente agradecemos um ao outro, e por podermos ter tido a oportunidade deste companheirismo mútuo desde o primeiro ano do curso.

Não podemos deixar de agradecer também aos que estiveram nos ajudando, fortalecendo, motivando e acreditando no nosso potencial.

A esta universidade e a toda sua direção eu deixo uma palavra de agradecimento por todo ambiente inspirador e pela oportunidade de concluir este curso, junto a todas as pessoas que a tornam assim tão especial o campus a quem o conhece.

Ao professor José Savio em especial, nosso orientador que tão bem nos acolheu na universidade com sua simplicidade, estímulo e por acreditar na realização deste trabalho e em nosso potencial para realiza-lo. Reconhecemos a paciência e o esforço. E também ao nosso professor convidado Antonio Ricardo Mendrot, que em suas aulas sempre nos inspirou. Bem como todos professores que contribuíram na orientação incansável, o empenho e a confiança que ajudou a tornar possível este sonho tão especial.

E por fim, os nossos sinceros agradecimentos também ao Programa do FIES - O Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior e ao ministério da educação e os órgãos que o criaram, por acreditar nas pessoas e proporcionar que seja possível sim seguirmos nosso sonho e conclui-lo, sem isto, este projeto e nosso desempenho como profissionais e de vida não seria viável.

## RESUMO

O presente estudo foi realizado em uma indústria de autopeças, voltada para o setor componentes metálicos. O trabalho tem como objetivo conscientizar, com fatos e dados, a importância de uma cultura de Melhoria Contínua bem implementada dentro das empresas para que a busca da melhor maneira de produzir seja propagada entre os colaboradores, como também demonstrar como as ferramentas utilizadas por ferramentas como Lean Manufacturing são eficientes para alcançar o sucesso na implementação das metodologias. No início do estudo, foi realizado o mapeamento de todo o processo produtivo, elaborando um gráfico de fluxo de processo simples para melhor entendimento da cadeia produtiva. Em um segundo momento, amostras de tempos de cada elemento específico foram coletadas durante dez dias. Paralelo a isso, o estudo também realizou atividades de observações do processo, a fim de encontrar situações inesperadas, que não poderiam ser descritas na cronometragem, que influenciavam diretamente na quantidade de peças produzidas. Com o estudo, foi possível identificar problemas que ocorriam no processo, os quais geravam custos para a empresa e um alto índice de falta de funcionários. Por fim, com os resultados e análises obtidos, foram propostas melhorias significantes para a empresa a fim de contribuir com os problemas encontrados e colaborar para que ela consiga atender as necessidades do seu cliente e aumentar os índices de capacidade produtiva da organização.

**Palavras-chaves:** Manufatura Enxuta. PCP. Engenharia dos Métodos. Cronoanálise. Tempo Padrão.

## **ABSTRACT**

The present study was conducted in a auto parts industry, focused on the manufacture of metal automotive components. The objective aim to raise awareness, with facts and data, of the importance of a culture of Continuous Improvement well implemented within companies so that the search for the best way to produce be propagated among employees, as well as demonstrate how the tools used by tools like Lean Manufacturing are efficient to achieve success in implementing the methodologies. At the beginning of the study, the entire process was mapped, producing a simple process flow chart for a better understanding of the production chain. In a second moment, time samples of each specific element were collected for ten days. Parallel to this, the study also performed activities of observations of the process, in order to find unexpected situations, which could not be described in the timing that directly influenced the quantity of parts produced. With the study, it was possible to identify problems that occurred in the process, which generated costs for the company and a high index of lack of employees. Finally, with the results and analyzes obtained, significant improvements were proposed to the company in order to contribute to the problems encountered and to collaborate so that it can meet the needs of its client and increase the indices of productive capacity of the organization.

**Keywords:** Lean manufacturing. PCP. Method Engineering. Chrono-Analysis. Standard Time.

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Relação Tempo de Ciclo e Takt Time .....	40
Gráfico 2 – Relação Tempo de Ciclo e Takt Time .....	41

## Lista de Figuras

Figura 1 – Princípios do Lean Manufacuting .....	13
Figura 2 – Etapas do Planejamento e Controle de Produção .....	15
Figura 3 – Fronteiras do Planejamento e Controle da Produção.....	16
Figura 4 – Guia de Linguagem Corporal do MODAPS.....	20
Figura 5 – Identificação utilização para mapear o processo .....	28
Figura 6 – Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor .....	29
Figura 7 – Etapas do Processo Produtivo .....	34
Figura 8 – Simulação das Etapas do Estudo .....	37
Figura 9 – Valeu Stream Mapping.....	38
Figura 10 – Layout Antes e Depois .....	42
Figura 11 – Layout 2 .....	43
Figura 12 – Layout 3 .....	44
Figura 13 – Ações Realizadas.....	44
Figura 14 – Tabela de Ganhos.....	45

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	12
2.2	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	14
2.3.	ENGENHARIA DOS MÉTODOS.....	17
<b>2.3.1.</b>	<b>ESTUDOS DE TEMPOS.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.2.</b>	<b>ESTUDOS DE MOVIMENTOS.....</b>	<b>18</b>
2.4	CRONOANÁLISE .....	18
2.5.	MODAPTS.....	19
2.6.	SIX SIGMA.....	21
2.7	KAIZEN .....	23
2.8	A MANUFATURA ENXUTA .....	24
<b>2.8.1</b>	<b>AS SETE PERDAS .....</b>	<b>24</b>
<b>2.8.2</b>	<b>MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR .....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>32</b>
4.1	HISTÓRICO DA EMPRESA.....	32
4.2.	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA .....	33
4.3	ESTUDO DE CASO .....	33
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	34
<b>4.4.1</b>	<b>CONTRATO DO PROJETO .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4.2</b>	<b>INICIO DAS ATIVIDADES (DEFINIR) .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4.3</b>	<b>KAIZEN .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4.4</b>	<b>CONHECER O PROCESSO PRODUTIVO (MENSURAR) .....</b>	<b>37</b>
<b>4.4.5</b>	<b>CRONOANÁLISE .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4.6</b>	<b>SPAGHETTI FLOW MACRO .....</b>	<b>41</b>
<b>4.4.7</b>	<b>AÇÕES REALIZADAS Vs. FERRAMENTAS UTILIZADAS .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4.8</b>	<b>GANHOS:.....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A globalização facilitou a abertura de novos mercados de uma maneira geral, aumentando o nível de exigência dos clientes e conseqüentemente, fez com que crescesse o nível da concorrência entre as organizações. Desta maneira, as empresas que procuram ser competitivas e crescerem dentro do mercado consumidor, se veem obrigadas a se auto avaliarem de forma frequente e melhorando seus processos de gestão.

Com a evolução tecnológica as empresas são obrigadas a procurarem por procedimentos para melhorar seu desempenho de produção, reduzindo a quantidade de desperdícios e diminuindo os custos em atividades que não agregam valor ao produto final – valores esses que o cliente não tem interesse de pagar - e com isso conseguem aumentar sua capacidade produtiva. Estar pronto para atender a necessidade real do cliente, oferecendo um ambiente de trabalho agradável e conseguir manter os colaboradores estimulados são fatores que influenciam diretamente na posição da empresa no mercado.

Foi quando uma grande montadora do Japão, entre os anos de 1945 e 1970, criou um sistema de produção no qual ela conseguia aumentar a produtividade e eficiência, evitando o desperdício sem criar estoque, como tempo de espera, superprodução, gargalos de transporte, inventário desnecessário, entre outros. O sistema, após o reconhecimento mundial, fez com que diversas outras empresas pelo mundo quisessem a sua implementação, porém o que elas não sabiam é que a fórmula da montadora Japonesa não era sucesso apenas por suas inúmeras ferramentas, e sim pela cultura incorporada de tal pensamento em cada colaborador, no pensamento de cada um, e não apenas em processos.

As ferramentas que englobam a metodologia são vistas de forma importante, porém a filosofia de melhoria contínua é o que difere as empresas e departamentos na qualidade dos serviços, produtos e entregas. Essa questão ainda não é tão fundamentada por empresas que utilizam da metodologia e talvez por isso os resultados não seja alcançado como o esperado.

O grande erro ocorre quando se é imposto a utilização de procedimentos e idéias as quais não foram explicadas e exemplificadas, o tabu da comunicação é um dos empecilhos encontrados dentro das empresas e para que tal seja quebrado, é de

extrema importância de conhecer os benefícios, mostrando com exemplos concretos de utilização e também de resultados para que a idéia seja comprada por todos, e assim o sucesso da metodologia e das empresas sejam atingidos.

Busca-se mostrar a importância de uma cultura bem implementada para que projetos sejam bem-sucedidos como o de uma melhoria realizada em uma das etapas do processo de estamparia de uma empresa de autopeças. A utilização de ferramentas e a cultura como o item mais importante para o sucesso.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota, em 1956, realizou uma viagem para os Estados Unidos com o objetivo de observar as fábricas da Ford, que na época se encontravam à frente das fábricas japonesas em relação à produtividade. Para Imai (1990), o Japão estava fragilizado pelas consequências da Segunda Guerra Mundial: baixa demanda e a economia encontrava-se em crise. Devido a isso, Ohno não apostava que o Japão conseguiria adequar-se àquele sistema que tinha como principal característica a baixa variedade de produtos e uma produção em massa. Para que o objetivo de se adequar ao modelo observado, e fosse possível competir com a Ford, a Toyota viu-se obrigada a adaptar os sistemas americanos ao seu país, criando-se então o Sistema Toyota de Produção, que possuía um pensamento baseado em três perspectivas:

- a) Maior variedade de produtos;
- b) Evitar a superprodução;
- c) Máxima redução dos desperdícios.

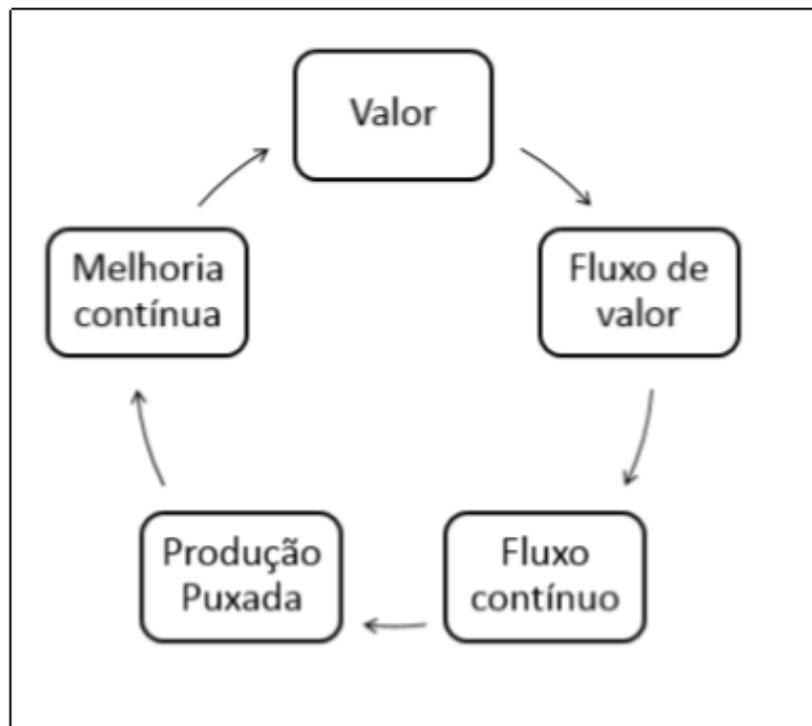
No contexto da época, a Toyota não estava entre as dez principais montadoras do mundo e já em 2009 a Companhia japonesa conseguiu mostrar o resultado do seu sistema, tornando-se líder em vendas. Para Quelhas (2006) o esse novo pensamento se tornou popular quando o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) aplicou as teorias do sistema nas indústrias de automóvel, com a “Máquina que mudou o mundo”, que englobava índices de produtividade, agilidade, flexibilidade e qualidade. A partir desse novo conceito, e de novas técnicas que foram surgindo, o sistema passou a ser chamado de Lean Manufacturing. A gestão do Lean possui uma estratégia de negócio que visa aumentar o nível de satisfação dos clientes, utilizando na melhor maneira seus recursos.

Segundo Womack e Jones (1998), o princípio básico da produção enxuta é detectar e reduzir continuamente os desperdícios do processo produtivo como um todo. Para os autores, desperdício é toda e qualquer atividade que faz uso dos recursos e não acrescenta valor para a cadeia. Os principais tipos de desperdícios que ocorrem nas organizações são: tempos de espera (por equipamentos e/ou pessoas), superprodução, processos considerados inadequados, transportes

desnecessários de materiais, reprocesso, movimentação de pessoas, entre outros. Segundo Hines e Taylor (2000) a filosofia da produção enxuta visa melhorar a produtividade agindo diretamente na redução ou eliminação total dos desperdícios.

Na figura 1 são ilustrados os cinco princípios do pensamento Lean Manufacturing, conforme os autores.

**Figura 1 – Princípios do Lean Manufacturing**



Fonte: Adaptado de Hines e Taylor (2000)

De acordo com Hines e Taylor, as atividades com foco no cliente podem ser classificadas da seguinte forma para facilitar a eliminação de desperdícios conforme indicado na Figura 1:

1. Valor: definir o “valor” é a primeira etapa a ser executada e quem determina esse valor é o cliente e não a empresa. O “valor” é gerado a partir de suas necessidades e cabe à empresa correspondê-las, cobrando um preço por isso;
2. Fluxo de valor: próximo passo consiste na identificação do fluxo de valor, realizando um mapeamento do processo produtivo para que seja possível

identificar as atividades que agregam valor, as que não agregam valor, mas são fundamentais no processo e as que não agregam valor e podem ser eliminadas. Para conseguir identificar tais atividades deve-se analisar o fluxo como um todo e não os componentes de forma isolada, sem interrupções ou esperas;

3. Fluxo contínuo: com o “fluxo de valor” definido, deve-se definir uma continuidade para a cadeia produtiva, produzindo uma peça de cada vez. Os efeitos da determinação de uma sequência para o processo podem ser percebidos na redução dos tempos de processamento do produto, dos pedidos e dos estoques. Faz com que a empresa seja capaz de atender as necessidades dos consumidores quase que instantaneamente, desenvolvendo, produzindo e distribuindo de uma forma rápida;
4. Produção Puxada: esse conceito é produzir o necessário para atender o cliente e no momento no qual for solicitado. Esse conceito deve ser aplicado quando o fluxo contínuo não for possível na empresa;
5. Melhoria contínua: o último estágio deve ser um objetivo constante dentro da empresa, considerando que a atual situação da empresa pode sempre melhorar de forma a alcançar as vontades dos clientes a todo o momento.

Se faz necessário a utilização de algumas ferramentas como: *Kanban*, *5Ss*, manufatura celular, *smed*, manutenção produtiva total, automação, *poka-yoke*, *Heijunka*, mapeamento do fluxo de valor, para então termos a implementação da produção enxuta dentro das empresas.

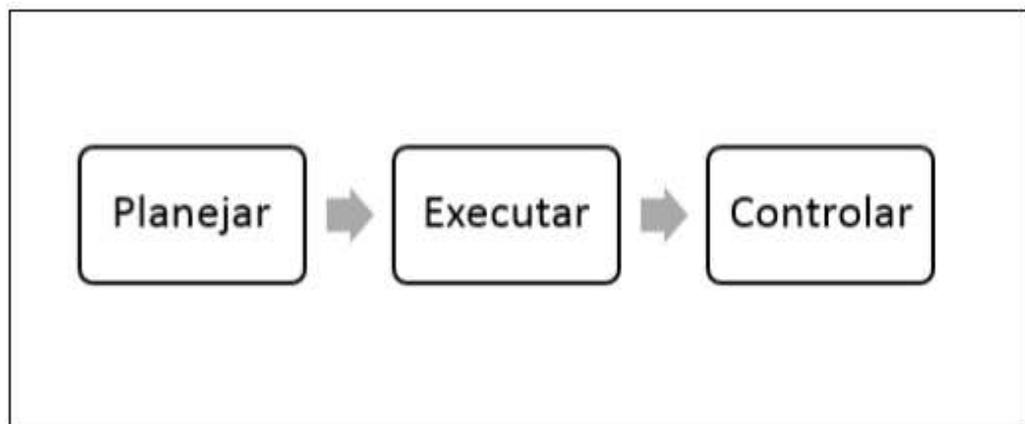
## 2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Para Slack (2006), planejar é ter conhecimento da real demanda do mercado e com isso, relacionar essa necessidade com o que as empresas podem oferecer. O termo “planejamento” pode ser visto como uma ferramenta que gerencia os recursos utilizados para que eles mantenham o equilíbrio entre a oferta e a demanda. Mas para isso, ainda de acordo com Slack (2006), é importante que os recursos produtivos estejam à disposição na quantidade, momento e qualidade adequada.

Segundo Chiavenato (1990), planejamento é uma atividade administrativa no qual o objetivo é determinar de forma antecipada as metas a serem atingidas pela companhia e o que será feito para ser atingida da melhor maneira.

Conforme Quelhas (2006), os sistemas de Planejamento e Controle da Produção (PCP) ganharam força no começo do século XX, juntamente com as ciências da administração. Os sistemas de PCP definem quais os planos de trabalho da produção e o controle desses planos. Basicamente determinam o planejamento: “o que”, “onde”, “como”, “quanto”, “quando”, “quem” será produzido. Depois de todo plano realizado, há o processo de execução. Por exemplo na Figura 2 retrata as etapas do planejamento e controle da produção.

**Figura 2 – Etapas do Planejamento e Controle de Produção**



Fonte: Adaptado de Slack (2006)

De acordo com Sacomano *et al* (2007), programação e controle são funções do gerenciamento de toda a cadeia produtiva, e alinhamento entre todos os setores que fazem parte da empresa. Medição e correção são outras funções, para garantir que os projetos sejam realizados da melhor maneira, ou seja, em equivalência com o que foi planejado. A Figura 3 demonstra a relação do PCP com todos os setores encontrados dentro de uma empresa. Segundo Chiavenato (1990) as principais correlações do setor de planejamento da produção com as demais áreas da organização são:

- a) Engenharia Industrial: o setor do PCP planeja o funcionamento das máquinas e dos recursos presentes;

- b) Compras: a partir do PCP é possível programar as matérias-primas e materiais que serão utilizados, obtidos dos fornecedores;
- c) Produção: o PCP controla toda a produção, que segue o seu planejamento;
- d) Vendas: para o planejamento, o PCP deve se basear nas vendas dos produtos da empresa, definindo a quantidade de produtos acabados para suprir a demanda do mercado;
- e) Financeiro: nesse setor, o PCP atua estabelecendo níveis de estoques de matérias primas e produtos acabados;
- f) Recursos humanos: determina o “quem”, a mão-de-obra que será necessária para executar, da melhor maneira, o planejado;

**Figura 3 – Fronteiras do Planejamento e Controle da Produção**



Fonte: Slack (2006)

## 2.3. ENGENHARIA DOS MÉTODOS

### 2.3.1. Estudos de tempos

Para Barnes (1977), Frederick Taylor foi o fundador do “Estudo de Tempos”, em sua Oficina Mecânica Midvale Steel Company, em 1881. No local havia um sistema de operação que não atendia as expectativas. Taylor acreditava que a maior dificuldade para alinhar o trabalhador com a empresa era a forma como a carga de trabalho era alocada aos operários. Com isso, começou a realizar os estudos para determinar os tempos necessários das atividades.

Quando trabalhou na Bethlehem Steet Works Taylor realizou estudos de aperfeiçoamento nas movimentações dos materiais utilizados e diminuição da utilização dos recursos disponíveis, sejam eles humanos, máquinas, ferramentas ou materiais, para aprimorar as técnicas que eram usadas pela empresa e conseqüentemente, aumentar a produção realizada pelos colaboradores. Com o estudo, houve uma melhor compreensão do trabalho operário, diminuindo os movimentos desnecessários e com isso, simplificando esforços e reduzindo a fadiga causada. Taylor propunha crescer o nível de produção, diminuindo o número de operários e focando na realização das tarefas.

Estudam-se e cronometram-se os tempos para que reduza ou até elimine as ociosidades do processo, compreendendo a fadiga dos operadores, diminuindo as falhas e conseqüentemente o processo produtivo será otimizado. Segundo Barnes (1977), além de estudar o processo, o estudo de tempos também estuda as ferramentas, equipamentos que serão usados na produção. Objetivando sempre a padronização dos métodos, explorando as melhores formas de utilizá-los e indicando os tempos eficientes das tarefas.

Conforme Peinado e Graeml (2004), a principal atividade do estudo é a cronometragem do tempo utilizado para efetuar uma tarefa específica. Usando a estatística, o estudo mensura o trabalho, com valores próximos aos gastos nas tarefas do processo. Tem como objetivo encontrar métodos que possam otimizar os trabalhos por meio da padronização e o balanceamento do processo e por fim, determinar a capacidade produtiva da empresa.

### 2.3.2. Estudos de movimentos

Barnes (1977), dizia que o estudo dos movimentos foi elaborado por Frank Gilbreth e sua esposa Lilian em que acreditavam que o fator humano era a solução para elevar os níveis de produção e, baseado nos métodos de Taylor, elaboraram suas próprias técnicas no setor produtivo. O objetivo do estudo é determinar o melhor procedimento para execução de uma tarefa. Para o melhor método ser encontrado deve-se realizar uma análise detalhada dos movimentos que o operador executa durante a operação, objetivando sempre extinguir os movimentos desnecessários. O estudo do casal Gilbreth se disseminou pelas rotinas industriais devido a sua redução de custos de operação. Juntamente com isso, o estudo de movimentos possui três principais objetivos:

- 1) Prevenir movimentos dispensáveis em uma tarefa;
- 2) Executar da forma mais otimizada possível os movimentos que não agregam valor, mas são necessários no processo;
- 3) Definir a sequência mais apropriada para os movimentos.

Já Murdel (1966) definiu o estudo de movimentos como uma metodologia que se baseia na análise científica dos mecanismos de trabalho e considera que o melhor método encontrado para realizar uma determinada atividade é determinado pelos fatores relacionados à matéria prima, processos, peças, equipamentos, ferramentas, ambiente de trabalho e os movimentos realizados pelo corpo.

## 2.4 CRONOANÁLISE

Segundo Toletto Jr. (1977) o método da Cronoanálise é usado para cronometrar o tempo necessário que um operador demora a realizar alguma tarefa da produção. Neste é considerado um tempo de tolerância para as necessidades fisiológicas do operador, paradas por máquinas quebradas, fadiga e outros itens.

A Cronoanálise teve seu surgimento a partir dos estudos realizados por Taylor e pelos estudos de Frank Gilbreth. Taylor defendia a divisão da atividade em operações juntamente com a capacidade de trabalho do operador. Já Frank focava nos estudos dos movimentos, a fadiga e os movimentos dispensáveis. Em resumo, Taylor propunha treinamentos e orientações para os colaboradores estarem aptos a

realizarem as tarefas e bonificava os que cumprissem as metas de produção. Gilbreth tinha como ênfase não afetar o nível de produção e o rendimento dos operadores, devido ao cansaço de esforços físicos, depois de algum tempo trabalhado.

Toledo Jr. (1977) considera a cronoanálise a base do entendimento da produção, da estrutura física da empresa, dos equipamentos e do fator humano, visando à melhoria do método a ser trabalhado. As vantagens que a cronoanálise traz para as indústrias são:

- a) Viabilidade econômica (Engenharia de Produtos);
- b) Entendimento dos processos;
- c) Planejamento e previsões;
- d) Produção: layout da fábrica, capacidade do maquinário e capacidade humana;
  - ☐ Programação de produção de acordo com as metas;
- e) Administração (controle de estoques);
- f) Financeiro (custos de produção, retrabalho e desperdícios);
- g) Organização geral da empresa.

De acordo com Barnes (1977) existem sete passos para realizar o método da cronoanálise:

- 1) Colher informações sobre o processo produtivo, desde a operação até o operador;
- 2) Particionar a operação em elementos;
- 3) Cronometrar o tempo gasto pelo operador para realizar cada elemento
- 4) Calcular o número de ciclos necessários a serem cronometrados;
- 5) Fazer uma análise do ritmo do operador durante a tarefa;
- 6) Determinar quais serão as tolerâncias;
- 7) Determinar o Tempo-padrão de cada operação.

## 2.5. MODAPTS

Chris Heude (1990), desenvolveu uma ferramenta para medir o tempo através dos movimentos, nomeando-a MODAPTS (*Modular Arrangements of Predetermined Time Standards*). Essa ferramenta é um método que traduz de forma consistente e fiel um “dia de trabalho comum” nas plantas de manufatura, escritórios, centros de

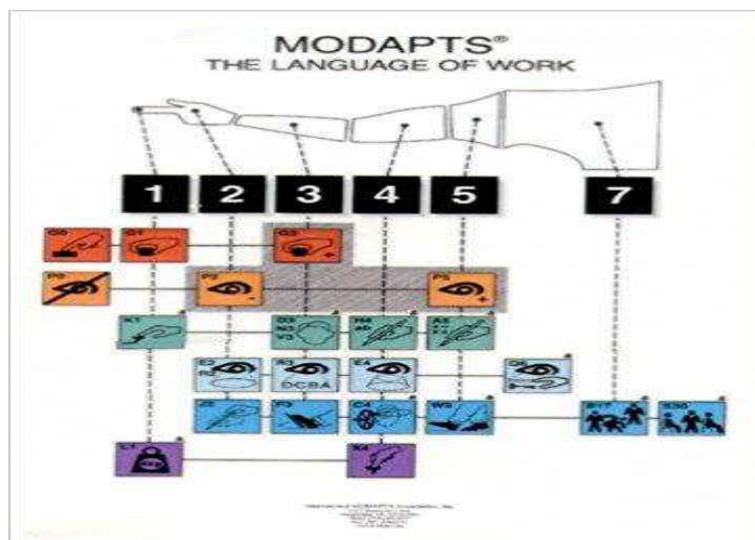
distribuição entre outros ambientes onde o trabalho consiste em movimentos repetitivos.

MODAPTS determina “medidas” traduzida em minutos a qual um movimento deve ser realizado, esse estudo é realizado de maneira que o gerenciamento seja realizado de forma mais completa, sabendo-se assim a utilização de cada operador, em determinada função, facilitando balanceamentos de utilização de operadores e eliminando atividades repetidas e desnecessárias.

O MODAPTS divide o trabalho em dois elementos:

1. Partes do corpo sendo usada na atividade em questão – letra alfabética. As categorias básicas são:
  - a) Movimento: ações dos dedos, mãos e braços;
  - b) Pegar: a ação de pegar um objeto;
  - c) Colocar: a ação de posicionar um objetivo;
  - d) Corpo: movimentos ligados ao corpo (ex. agachar, andar).
  
2. O nível do esforço efetuado – numeral (MOD = 0.129 segundos). O time de estudo deve analisar a maneira com que o trabalho é efetuado, e o esforço que é desprendido pelo operador para tal operação, adicionando assim o número de MODS envolvido. A Figura 4 mostra em uma forma simplificada de que forma são feitas as avaliações de esforço durante o estudo.

**Figura 4 – Guia de Linguagem Corporal do MODAPS**



Fonte: Apostila de Modapts

## 2.6. SIX SIGMA

Jack Welch (1980) liderou iniciativas do Six Sigma em empresas mundialmente conhecidas como Motorola e GE, fazendo assim com que a metodologia ganhasse destaque. Apesar da visibilidade adquirida na época, apenas em 1930, através de Walter Shewhart a idéia foi devidamente desenvolvida. Para Shewhart (1930) acreditava que usando a distribuição estatística normal para prever o comportamento dos seus processos, buscando conhecer as possibilidades de uma máquina e suas descalibrações, ele encontraria oportunidades de melhorar o seu desempenho.

De acordo com Werkema (2004), o Seis Sigma é uma estratégia gerencial, quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, através da melhoria contínua, levando em conta todos os aspectos importantes de um negócio.

Segundo Barney (2002), o Seis Sigma, quando criado, estava ligado a uma medida de qualidade e uma referência para a solução de problemas de qualidade. Só então, evoluiu para uma metodologia de melhoria geral do negócio.

Para Hilsdorf (2002), um processo é definido como tendo desempenho Seis Sigma quando estiver com a média da população centrada no valor nominal da especificação, e os limites da especificação estiverem distantes seis desvios padrões da média da população apurada.

Para Harry (2000), não é fácil manter um processo sempre centralizado, já que no longo prazo vários fatores provocam o seu deslocamento do valor alvo da especificação, não superior a 1,5 desvio-padrão.

Conforme Scatolin (2005), o Processo Teórico é um processo que tem a média centrada entre os Limites de Especificação. Já um processo de Longo Prazo é aquele onde a média está deslocada até 1,5 sigma dos limites de especificação. Na figura 5 vemos a comparação entre os processos de curto e longo prazo.

A metodologia utiliza ferramentas estatísticas clássicas organizadas em um método de solução de problemas e seguindo um rigoroso modelo, chamado de DMAIC, que garante uma sequência organizada, lógica e eficaz no gerenciamento do projeto. Cada letra desta sigla tem um significado definido, os quais são: *Define* (Definição – D), *Measure* (Medição – M), *Analyze* (Análise – A), *Improve* (Melhoria –

l) e *Control* (Controle – C). O modelo serve como um apoio para manter o foco nas atividades seguindo uma direção estruturada.

- a) *Define*: essa primeira etapa consiste na definição do problema, devendo esta ser a mais detalhada possível. Nesta etapa são identificados os projetos Seis Sigma que serão desenvolvidos na empresa, com o objetivo de satisfazer as expectativas do cliente em termo de qualidade, preço e prazo de entrega.
- b) *Measure*: nessa etapa é definido o foco do problema. Inicialmente, deve-se decidir pela utilização dos dados já fornecidos pela empresa ou pela realização de uma nova coleta de dados, uma vez que não for constatada a confiabilidade dos dados já existentes. Posteriormente, para essa fase, há a necessidade de retirar o problema geral, em critérios como tempo, local, tipo e outros de acordo com objeto em questão. E então, os problemas devem ser priorizados e devem ser identificados os pontos críticos que serão trabalhados nas futuras análises. Quanto mais estratificado estiver o problema, maior a facilidade de solucioná-lo.
- c) *Analyze*: segundo Werkema (2004), essa etapa é direcionada ao entendimento da ocorrência do problema prioritário, ou seja, à descoberta de suas causas fundamentais e sua quantificação. Já para Rotondaro (2008), as causas óbvias e não óbvias que influem no resultado do processo devem ser determinadas, e devem ser descobertas as fontes de variações nos processos.
- d) *Improve*: o objetivo dessa fase é gerar idéias, desenhar programas de melhorias, realizar projetos pilotos de ajustes em processos e implementá-los. É através da análise dos resultados obtidos nas fases acima que a fase de Melhoria possui subsídios para propor mudanças e estar constantemente pensando em melhorias.
- e) *Control*: a etapa final consiste em controlar os processos realizados, aplicando medições com o intuito de monitorar o andamento dos processos e antecipar ações corretivas e de prevenção de desvios.

## 2.7 KAIZEN

Kaizen, o japonês para "melhoria" ou "mudança para o melhor", refere-se a filosofia ou práticas que se concentram na melhoria contínua dos processos de manufatura, engenharia e gestão de negócios. Ele foi aplicado em saúde, coaching de vida, governo, bancos e outras indústrias. Imai (1986), reconheceu que o Kaizen começa com a detecção de necessidades e definição de problemas. O ponto de partida para melhorias é reconhecer a necessidade. Isso vem do reconhecimento de um problema. Se nenhum problema for reconhecido, não há reconhecimento da necessidade de melhoria. A complacência é o arqui-inimigo do KAIZEN.

Ishikawa (1985) e Imai (1986) definiram as sete ferramentas básicas de qualidade. Olhando para o impacto do Kaizen, Imai (1997) declarou: 'Kaizen' significa melhoria contínua envolvendo todos, sem gastar muito dinheiro. Quando o 'Kaizen' foi publicado pela primeira vez em 1986, muitos produtos dos EUA eram de baixa qualidade e os produtos feitos no Japão estavam ganhando participação de mercado. Desde então, as empresas americanas fizeram grandes progressos na melhoria da qualidade dos produtos, e muito disso é atribuível à implementação dos princípios do kaizen, que incorporam o TQM.

A melhora tornou-se parte integrante de teorias e modelos de mudança, como a teoria da estruturação, tipos ideais de mudança e ciclos de mudanças organizacionais fragmentada, focada, isolada e mudanças incrementais. Imai (1986) introduziu o Kaizen no mundo ocidental quando ele delineou seus valores e princípios centrais em relação a outros conceitos e práticas que envolvem a melhoria nos processos, nas organizações.

Enquadrado como Melhoria Contínua, a filosofia Kaizen ganhou reconhecimento e importância quando foi tratada como um conceito abrangente para a Gestão da Qualidade Total (TQM), Controle de Qualidade Total (TQC) ou Controle de Qualidade da Empresa (CWQC) citando práticas como Sistemas de Produção Toyota (TPS) e sistemas de resposta Just in time (JIT), que visa satisfazer as expectativas dos clientes em relação à qualidade, custo, entrega e serviço.

Com esse enfoque na melhoria, a filosofia Kaizen alcançou notoriedade nos processos de desenvolvimento e mudança organizacional e foi explicada como o "elo perdido" nos modelos ocidentais de negócios (SHERIDAN, 1997) e uma das razões

pelas quais as empresas ocidentais não se beneficiaram totalmente com o conceito japonês de gestão.

## 2.8 A MANUFATURA ENXUTA

A filosofia de manufatura enxuta iniciou-se no Japão na década de 50, mais especificamente na Toyota e pode ser definido como uma abordagem que busca uma forma de melhor organizar e gerenciar o relacionamento da empresa com seus clientes, fornecedores e operação objetivando fazer cada vez mais com menos recursos ou tempo. Ela engloba práticas gerenciais como o Just in time, sistemas de qualidade, dentre outros e procura trabalhar com uma sinergia tal que conduz a uma alta qualidade e redução drástica do desperdício. (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004; DIAS, 2006).

A produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo.

Requer também bem menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK; JONES; 1992).

### 2.8.1 As Sete Perdas

A noção de perdas originou-se nas ideias do início do século XX de Taylor e Ford. Taylor associava as perdas a uma ausência de uma visão gerencial e as deficiências dos métodos de gestão adotados naquele período. Por outro lado, Ford as associava a incorreta utilização das pessoas nos processos de produção, em virtude da deficiente análise dos processos de fabricação que geram essas perdas. Os conceitos propostos por Taylor e Ford serviram de base para o estudo das perdas por Ohno (1996) que as dividiu em sete:

- a) Perdas por superprodução;
- b) Perdas por transporte;

- c) Perdas por processamento;
- d) Perdas por estoques;
- e) Perdas por fabricação de produtos defeituosos;
- f) Perdas por espera;
- g) Perdas por movimento.

As cinco primeiras estão ligadas a função processo, já que buscam racionalizar o fluxo do objeto no tempo e no espaço. As duas últimas relacionam-se a função operação já que estão ligadas na análise do sujeito do trabalho que são as pessoas e equipamentos.

#### 2.8.1.1 Perda por superprodução

As perdas por superprodução podem ser geradas por produção em quantidade em excesso e também pela antecipação da produção antes do seu momento necessário.

Segundo Ohno (1997) essa é a “pior das perdas” uma vez que tende a mascarar os outros tipos de perdas. Assim de acordo com a filosofia do STP é fundamental que sejam encontradas as causas da superprodução para que a variabilidade seja diminuída e a sincronização entre os processos seja alcançada.

#### 2.8.1.2 Perda por elaboração de produtos defeituosos

A perda por desperdício na elaboração de produtos com defeito consiste na fabricação de produtos que não atendem as especificações de qualidade dos produtos. Os defeitos são descobertos através das inspeções que podem ser para “prevenir” produtos defeituosos ou “localizar” produtos defeituosos.

As inspeções voltadas para “prevenir” os produtos defeituosos são mais eficientes, pois impedem que o número de produtos produzidos com defeitos se alastre. Produzir produtos com defeitos significa desperdiçar mão de obra, matéria prima, tempo de máquina, entre outros.

### 2.8.1.3 Perda por transporte

Os procedimentos de transporte nunca aumentam o valor agregado dos produtos, ou seja, não adicionam valor e acabam gerando custo. Dessa forma Shingo (1996) sugere que a organização deve ter uma busca incessante da “eliminação dos transportes”.

### 2.8.1.4 Perda por processamento

As perdas por processamento consistem naquelas atividades de processamento que são desnecessárias para que o produto assuma as características básicas de qualidade que foram projetadas para geração de valor ao cliente.

Para eliminar as causas dessas perdas por processamento deve se analisar melhorias voltadas á Engenharia de Valor e a Análise de Valor. Além disso podem ser adotadas melhorias relacionadas a tecnologia especifica de produto, processo, máquinas e matérias primas como por exemplo a substituição do aço por plástico nos automóveis.

### 2.8.1.5 Perda por estoque

Estoques geram perdas devido aos elevados custos financeiros e também a necessidade de espaço físico. Assim o STP sugere que seja adotada uma estratégia que vise atingir o estoque “zero”. A palavra “zero” não significa nesse caso necessariamente nulo, mas sim a busca pela perfeição (SHINGO, 1996).

#### 2.8.1.6 Perda por movimentos desnecessários

As perdas acontecem quando são feitos movimentos que não são necessários para a atividade principal. Para eliminar essas perdas deve se analisar os tempos e movimentos, para tal análise existem ferramentas como:

- Estudo do movimento proposto por Gilbreith;
- Estudo de tempos proposto por Taylor;
- Estudo do tempo alocado (*predicted time study*).

O objetivo central para a minimização das perdas nos movimentos segundo Antunes (2008) consiste em estabelecer padrões organizacionais para a execução eficaz das operações.

#### 2.8.1.7 Perda por espera

As perdas por esperas acontecem quando nenhum transporte, inspeção ou processamento é feito embora os trabalhadores estejam sendo pagos.

A eliminação desse tipo de desperdício envolve a aplicação de ferramentas de gestão do posto de trabalho e também dos conceitos da TPM.

#### 2.8.2 Mapeamento do fluxo de valor

O mapeamento do fluxo de valor é uma importante ferramenta para a implantação da produção enxuta, pois fornece uma visão global de todas as etapas que um produto passa até chegar ao cliente, tanto em termos de fluxo físico como de informações.

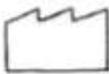
O conceito de mapa de fluxo de valor é definido como:

“É seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então, formula-se um conjunto de questões chave e desenha-se um mapa do estado futuro de como o processo deveria fluir. Fazer isso repetidas vezes é o caminho mais simples para que se possa enxergar o valor e, especialmente, as fontes de desperdício. (ROTHER & SHOOK, 1998, Página 117)”.

Rother e Shook (1999), dividem a elaboração de um MFV em cinco etapas básicas:

1. Identificar o produto;
2. Criar um MFV do estado atual;
3. Avaliar o mapa atual e identificar as áreas problemáticas;
4. Criar um MFV do estado futuro;
5. Implementar o plano final.

**Figura 5 – Identificação utilização para mapear o processo**

Ícone	Nome	Ícone	Nome
	Caixa de processo		Supermercado (processo "puxado")
	Caixa de dados		FIFO (processo "puxado")
	Processo "empurrado"		Comunicação convencional.
	Estoque		Comunicação por meio eletrônico
	Planta ou fábrica		Caixa do PCP e MRP

Fonte: Própria

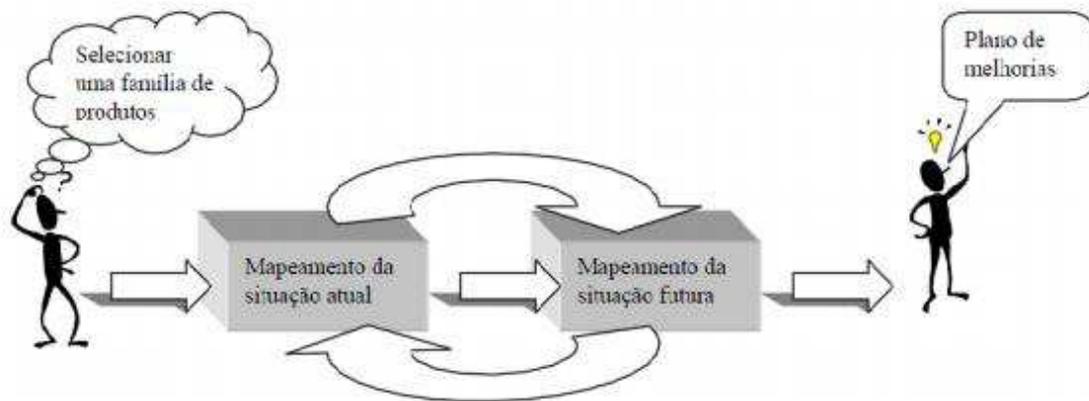
Ainda segundo Rother e Shook (1998) fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para fazer passar um produto do estado conceito para o estado de produto acabado, envolvendo (1) o fluxo de produção desde a matéria prima até a entrega ao consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

O processo que mapeia a situação atual e o propõe o estado futuro é dividido nas seguintes etapas:

- 1) Seleção da Família de Produtos: A seleção envolve aqueles produtos com maior importância e também agregar as famílias de produtos quando possível.

- 2) Mapeamento do Estado Atual.
- 3) Mapeamento do Estado Futuro.
- 4) Plano de Melhorias: Ele é feito com base nos desperdícios levantados no mapa de estado atual para que se possa atingir o mapa de estado futuro.

**Figura 6 – Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor**



Fonte: Gonçalves & Sant' Anna (2006)

### 2.8.2.1 Mapeamento do estado atual

Segundo Dalosto (2014), o mapeamento do estado atual deve ser criado baseado no padrão de mapeamento do fluxo de valor. Os passos mais importantes estão descritos abaixo:

- a) Calcular o tempo de produção de cada peça e os tempos de ciclos (takt and cycle times);
- b) Identificar os gargalos do processo (*bottlenecks*);
- c) Identificar o tamanho dos lotes produzidos;
- d) Identificar as células de trabalho potenciais;
- e) Identificar e definir os sistemas de sinalização visando a ação *just-in-time*;
- f) Estabelecer métodos de programação e gerenciamento;
- g) Calcular o tempo de produção total com valores agregados e não agregados;
- h) Identificar a melhoria específica do processo.

### 2.8.2.2 Mapeamento do estado futuro

Segundo Rother e Shook (2003), o mapeamento do estado futuro tem como objetivo destacar as origens dos desperdícios e eliminá-los utilizando a implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro” se tornar real em um curto espaço de tempo.

Deve-se criar uma cadeia de produção onde os processos individuais estejam ligados aos seus consumidores através de um fluxo contínuo ou puxado, e cada processo deve aproximar-se ao máximo de produzir somente o necessário do seu processo cliente.

Queiroz et al (2004) afirma que se deve seguir algumas regras para que o mapa do estado futuro atinja o fluxo de valor enxuto da matéria prima ao produto acabado, são elas:

- a) Produzir conforme o takt time;
- b) Desenvolver um fluxo contínuo sempre que possível;
- c) Utilizar supermercados para regular a produção;
- d) Enviar a programação do cliente para somente um processo de manufatura;
- e) Nivelar o conjunto de produção;
- f) Nivelar o volume de produção;
- g) Desenvolver a capacidade de produzir toda peça todo dia, depois a cada turno, a cada hora.

### **3 METODOLOGIA**

Segundo Gil (2002) as pesquisas podem-se classificar de acordo com seus objetivos gerais, sendo possível classificá-las em três vertentes: pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. Existe também a possibilidade de serem classificadas, de acordo com a abordagem do problema, como qualitativas ou quantitativas. Para classificá-las de acordo com os procedimentos técnicos usados, elas podem ser: bibliográficas, experimentais, documentais, estudo de caso, ação e participantes.

Para o presente estudo de caso, é classificado como exploratório, em que há como objetivo se familiarizar com o problema proposto e como um estudo quantitativo, pois se utiliza de dados e ferramentas estatísticas para gerar informações. As ferramentas estatísticas utilizadas em projetos de melhoria contínua foram utilizadas devido ao cenário de crescimento da empresa e ao contexto do problema encontrado. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico de autores da área de Engenharia dos Métodos e da área da Administração da Produção. Fez-se então uma coleta dos dados no chão-de-fábrica da empresa, trabalhando junto com os colaboradores envolvidos no problema, por meio de pesquisas, questionamentos e observações. Os dados de cronometragem foram registrados em uma planilha a fim de facilitar os cálculos. Na conclusão final do trabalho foram expostos os problemas encontrados no processo e proposto sugestões de melhorias.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 HISTÓRICO DA EMPRESA**

No final dos anos 90, foi promovido a criação da empresa, com o objetivo de se converter em um fornecedor de referência no setor de autopeças. (EMPRESA, 2018).

A Organização aposta por uma estratégia de expansão a nível internacional desde o primeiro momento de criação, incorporando companhias na França, Portugal e Brasil.

A princípio da década de 2000, entra em mercados estratégicos para o automóvel como o alemão e estadunidense e reforça sua presença na Europa Ocidental. (EMPRESA, 2018)

Em 2004 com a aquisição de um grupo parceiro incrementa suas competências tecnológicas e completa todo o desenvolvimento tecnológico.

A partir de 2006 a expansão continua porem centrada em países emergentes como Brasil, Rússia, Índia e China. Além disso aumenta as atividades tanto na América como na Europa.

Em 2010, a organização adquire um grupo alemão em fase de falência para os automóveis, com 14 plantas e 2 centros de pesquisa distribuídos em 9 países. Esta companhia é reconhecida por seus clientes como um grupo de alto perfil tecnológico. Graças a esta operação, o Grupo ampliou notavelmente seu portfólio de produtos. (EMPRESA, 2018)

Esta estratégia de crescimento orientado ao produto continua em 2012 com a aquisição da divisão de componentes metálicos de ThyssenKrupp. Somando 17 plantas e 2 centros de pesquisa a sua já extensa rede de centros produtivos. A empresa consegue assim consolidar a liderança na Europa Ocidental, incrementar sua presença na China e crescer no negócio de chassis. (EMPRESA, 2018)

Em 2013 foca no mercado financeiro, conseguindo o respaldo dos investidores internacionais, reforça sua estrutura de ações nas Américas, mediante a incorporação e uma organização com 30% de capital.

Nesse mesmo ano realiza pela primeira vez uma emissão de bônus, fortalecendo significativamente sua estrutura de capital e diversificando as fontes de finanças.

A abertura de duas plantas na China é a amostragem que a empresa continua com a expansão no mercado. (EMPRESA, 2018)

Atualmente depois de 20 anos de história, a empresa está presente em 21 países, e conta com mais de um centenário de plantas industriais, 12 centros de pesquisa mais de 40.000 empregados em todo o mundo. (EMPRESA, 2018)

#### 4.2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

O estudo foi realizado em uma multinacional Espanhola, situada na cidade de Taubaté-SP, líder no setor de autopeças. Com mais de 21 anos atuando no mercado, tem em seu portfólio cerca de 400 produtos, reconhecida pelos itens de segurança do veículo, com um alto nível de qualidade no que faz e também componentes internos, itens como: braços de controle, coluna A, coluna B, túnel, assoalhos, Modultraeger, suportes de Lanterna, Farol, entre outros.

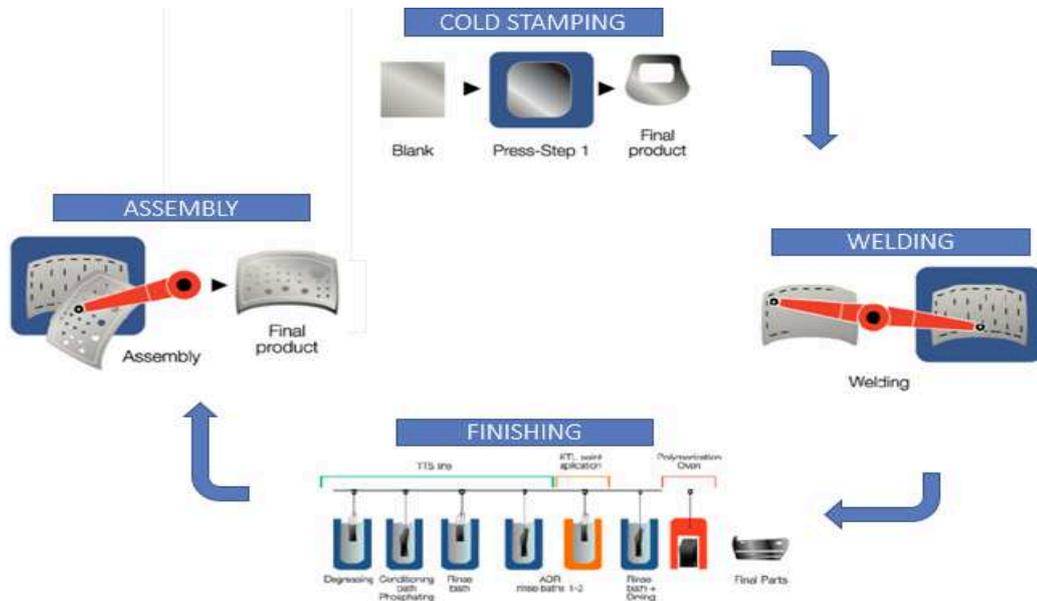
A empresa conta com cerca de 1300 funcionários, ocupando uma área de 48 mil m<sup>2</sup>. Sua unidade fabril conta 11 prensas e 105 robôs de solda, máquinas e equipamentos automatizados, contribuindo para seu crescimento no mercado. Para acompanhar seu desenvolvimento, a empresa também conta com uma tecnologia diferenciada no mercado que é chamada de Hot Stamping – estampagem de metal a quente, onde o metal passa por um processo de estampagem onde anteriormente passa por uma esteira sofrendo um looping de temperatura, aumentando as propriedades mecânicas, onde é aumentado a tenacidade e diminuído ductibilidade do material, elevando a dureza consideravelmente tornando a peça um material de alta resistência a impactos, elevando a categoria dos veículos consideravelmente em segurança e leveza.

#### 4.3 ESTUDO DE CASO

O objetivo do trabalho é realizar um estudo descritivo e quantitativo do processo de produção de partes metálicas para automóveis, especificamente da integração da cadeia do processo de um determinado conjunto de braço de controle que passa por

todo o processo de transformação dentro da fábrica (Figura 7), e todos os problemas derivados da movimentação excessiva, padrões de trabalho, formas de carregamentos e estocagem, gerados para a organização.

**Figura 7 – Etapas do Processo Produtivo**



Fonte: Arquivos internos da empresa estudada (2018)

A empresa em questão cresceu rapidamente, e de forma desgovernada, gerando assim, muito retrabalho e perdas inevitáveis devido à falta de harmonia entre os processos realizados. O processo no qual foi implementado as melhorias, produz ao mês 48.000 conjuntos de braços de controle, entregues a uma montadora para que então sejam utilizadas na produção de automóveis.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do estudo de tempos e movimentos do processo seguiu os sete passos do Kaizen. Durante dias, realizou-se o passo a passo das etapas para obter os tempos-padrão dos elementos do processo de manufatura.

#### 4.4.1 Contrato do projeto

O contrato do projeto foi construído a partir dos itens a seguir: título, descrição do problema, definição da meta, avaliação do histórico do problema; escolha da equipe de trabalho e cronograma preliminar.

- a) Título - Integração dos processos, nivelamento das operações com menor lead time e recursos utilizados.
- b) Descrição – existe uma necessidade grande da absorção da demanda com o menor número de recursos utilizados. O estudo está focado na redução de custos, através da otimização do processo utilizando metodologias de melhoria contínua guiado por um Workshop Kaizen.
- c) Meta – redução de 20% dos custos de produção.
- d) Avaliação do histórico do problema – a excessiva movimentação das peças produzidas, e acúmulo de estoque entre operações pela deficiência de integração no processo.
- e) Escolha da Equipe de trabalho – para o estudo foi fundamental envolver as áreas de manufatura, manutenção, logística qualidade e recursos humanos.
- f) Cronograma preliminar – as etapas do estudo consistem em: definição das equipes e proposta do objetivo, através de um Kaizen 5 dias, mensurar os recursos utilizados, análise através de ferramentas de melhoria, levantamento de custos, viabilidade do projeto, implementação das melhorias encontradas, acompanhamento das ações e resultados.

#### 4.4.2 Início das atividades (Definir)

##### 5W2H

Realizamos o 5W2h, para planejar as atividades, com um mapeamento das atividades, e então foram estabelecidas as informações mais importantes e significativas do estudo.

- a) What? O que?

Identificaremos os principais aspectos e operações do processo atual realizando um mapeamento do processo, medir as etapas realizada pelo operador e

avaliação das atividades que agregam valor ao produto, atender os requisitos de Segurança, Qualidade, Motivação, Entrega, Custos.

b) *Why* - Porque?

Diminuir a variabilidade do processo, reduzir mudas, atender a demanda do cliente.

c) *Where* – Onde?

Processo produtivo do Braço de Controle.

d) *When* – Quando?

01/12/2017 à 30/12/2017

e) *How* – Como?

Kaizen Chão de Fábrica, 5W2H, cronoanálise de tempos, *Spaghetti Flow*, *Value Stream Mapping*, Fluxo do Processo, Ishikawa, MODAPTS, 5 por quês, Estrutura Analítica, Cronograma de Atividades, Calculo de Takt Time em função do Lead Time.

f) *How Much* – Quanto \$?

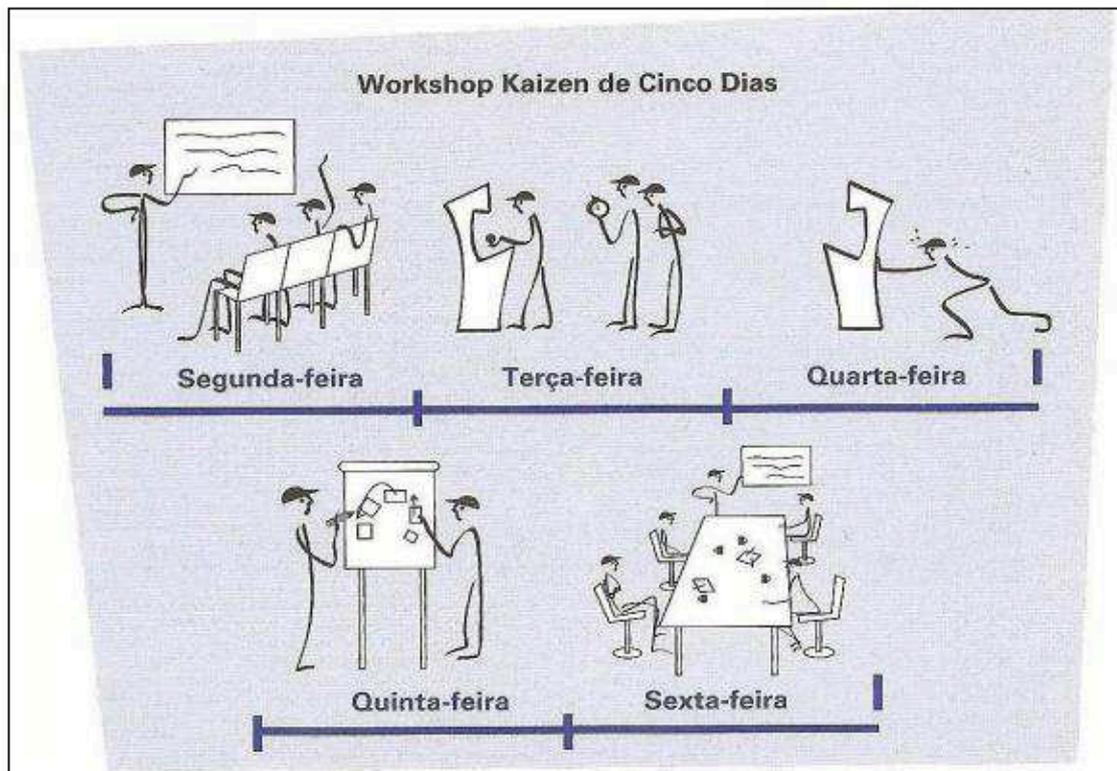
R\$ 150.000 Reais

#### 4.4.3 Kaizen

Aplicar a metodologia Kaizen significa verificar no processo uma oportunidade de melhoria e buscar soluções para ela e implantar os resultados.

Desenvolvemos o *Workshop* Kaizen através de uma atividade desenvolvida em grupo por todos os envolvidos selecionados no projeto e ele tem duração de 5 dias (Figura 8) sendo que para cada dia da semana aplicamos uma metodologia que propõe atividades a serem realizadas por cada membro escolhido da equipe. As etapas serão separadas de acordo com os dias da semana, após os cinco dias é apresentado as propostas e tende-se em finalizar as propostas de melhorias e ações levantadas em até trinta dias após o termino do projeto.

**Figura 8 – Simulação das Etapas do Estudo**



Fonte: Própria

#### 4.4.4 Conhecer o processo produtivo (Mensurar)

Para um melhor aproveitamento da aplicação das ferramentas de melhoria contínua, o primeiro passo foi uma observação de todo o processo. Realizou-se um mapeamento de como era executada a sequência do processo, os movimentos realizados pelos colaboradores, as condições nas quais o layout foi desenvolvido, interferências internas, para depois dividir o procedimento em elementos. Em um segundo momento, estudaram-se os elementos um por um.

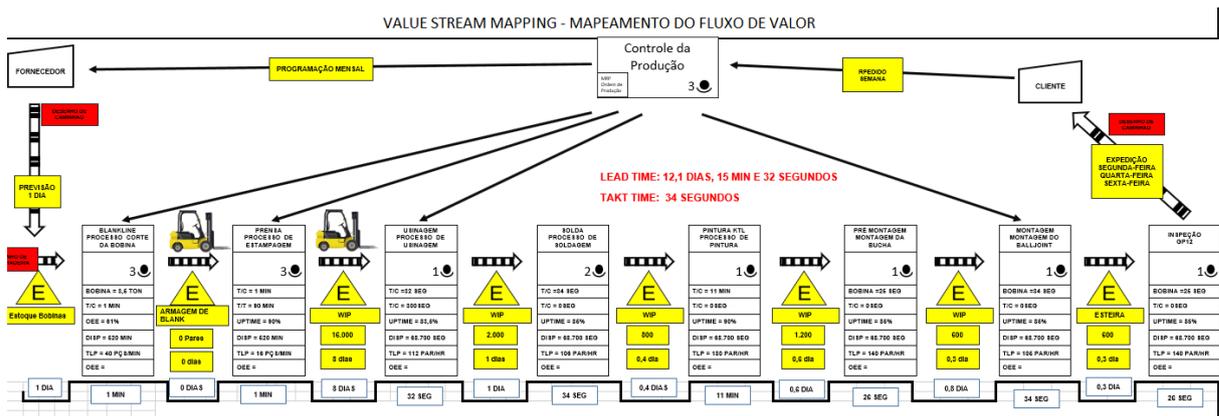
O processo de produção dos conjuntos de braço de controle em questão, pode ser classificado como um processo de manufatura de produção contínua. Essa classificação é feita, pois há um grande volume de produção e uma baixa variedade de produto, devido a grande maioria dos sub processos serem dedicados. O que consideramos um processo ideal é um sistema de fluxo em linha, pois assim a peça

realiza uma sequência linear, ou seja, o produto segue de um posto de trabalho para outro em uma sequência conhecida.

4.4.4.1 Mapeamento do fluxo de valor:

Depois do levantamento de todo o processo e dividi-lo em elementos básicos, foi necessário determinar o começo e o fim de cada etapa para que fossem realizadas as coletas de tempos de cada uma, determinando assim os tempos de ciclo para identificarmos possíveis gargalos, e identificando as perdas do processo. Conforme a Tabela 9 é possível identificar todos os elementos da atividade.

Tabela 9 – Value Stream Mapping



Fonte: Arquivos Internos da Empresa Estudada (2018)

O fluxo de valor é o conjunto de todos os passos (agregando valor ou não) envolvidas para trazer um produto ou grupo de produtos desde a matéria-prima até o consumidor. Consideramos a perspectiva do fluxo de valor levando em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais, para seguir o objetivo precisamos buscamos melhorar o todo e não é só otimizar as partes.

O primeiro passo, foi desenhar o estado atual, o que é feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica. Isto forneceu a informação necessária para avaliar minuciosamente cada etapa do processo e desenvolver um estado futuro. O passo final foi preparar e começar ativamente usando um plano de implementação que descreve, em uma página, como você planeja chegar ao estado futuro. Quando o

estado futuro se torna uma realidade, foi gerado um mapa do estado para identificar se os objetivos traçados foram concluídos. Isso é a melhoria contínua no nível do fluxo de valor.

Algumas métricas foram necessárias para o mapeamento do fluxo de valor, como por exemplo:

- a) **Tempo de Ciclo (T/C)** - A frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo, cronometrada como observado. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los.
- b) **Tempo de Agregação de Valor** - Tempo dos elementos de trabalho que efetivamente transformam o produto de uma maneira que o cliente está disposto a pagar.
- c) **Lead Time** - O tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou um fluxo de valor, desde o começo até o fim. Corresponde a cronometrar uma peça marcada que se move do início até o fim.

#### 4.4.5 Cronoanálise

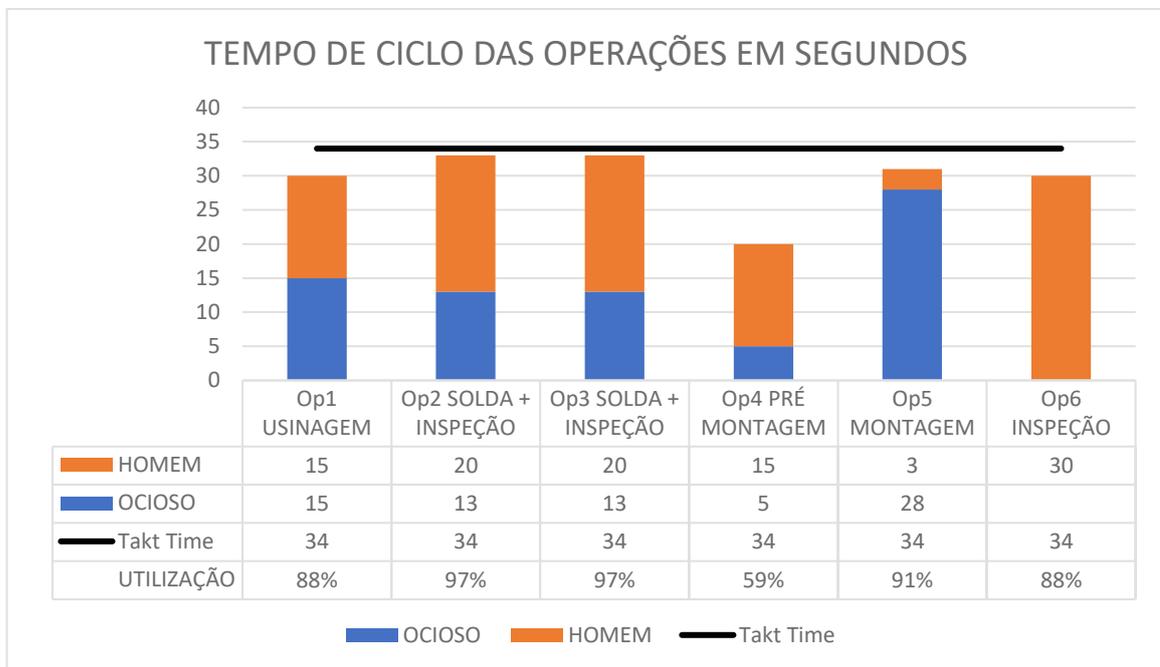
Os objetivos do estudo de cronoanálise feito são:

- a) Reduzir todos os custos de produção que envolvem o emprego de tempo, recursos humanos, financeiros e materiais para a elaboração de um determinado produto e ter um melhor aproveitamento do tempo apurado para destiná-lo ao controle e coordenação da produção, tornando todos os processos mais rápidos e interligados,
- b) Identificar os pontos onde é feito movimentação ou sub operações que não agregam valor ao processo.
- c) Determinar uma base de cálculo segura para a remuneração variável dos colaboradores que atuam de forma direta no processo produtivo;
- d) Elaborar tabelas onde são apontados os tempos planejados de forma detalhada, mantendo tais informações organizadas e acessíveis também para futuras readequações

- e) Determinar com maior segurança os padrões de tempo para o planejamento da mão de obra, balanceamento de linhas, cargas das máquinas etc.;
- f) Analisar as atividades em que o desempenho de uma pessoa se apresenta superior ao de uma máquina e vice-versa;

Após as análises realizadas e os tempos cronometrados conforme mostrado no Gráfico 1, foi possível identificar as atividades que não agregavam valor ao produto e retiradas do processo com as alterações do layout e ajustes de máquina. Segue descritivo:

**Gráfico 1 – Relação Tempo de Ciclo e Takt Time**



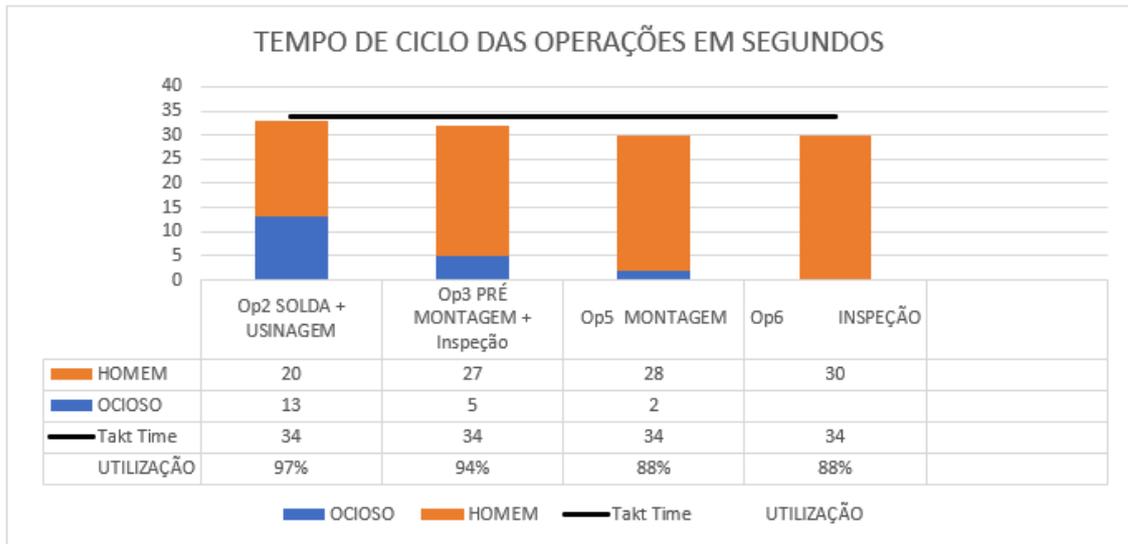
Fonte: Própria (2018)

Com os tempos de cada operação foi feito o cálculo para entender a necessidade de mão de obra direta estabelecida naquele percurso onde foi encontrado os maiores pontos de melhoria no processo, que consiste em:

$$\frac{QTDE\ MOD}{MOD} = \frac{SOMATORIA\ DAS\ OPERAÇÕES}{TAKT\ TIME} = \frac{177\ SEGUNDOS}{34\ SEGUNDOS} = 6\ MOD / turno$$

O Gráfico 2 mostra a situação e análise dos tempos após as melhorias realizadas.

**Gráfico 2 – Relação Tempo de Ciclo e Takt Time**



Fonte: Própria

Após as melhorias foi feito o cálculo de mão de obra e constatado que houve uma redução 44% na necessidade das células passando de no total de 18 operadores para 12 operadores de necessidade naquele percurso.

$$\text{QTDE MOD} = \frac{\text{SOMATORIA DAS OPERAÇÕES}}{\text{TAKT TIME}} = \frac{125 \text{ SEGUNDOS}}{34 \text{ SEGUNDOS}} = 4 \text{ MOD / turno}$$

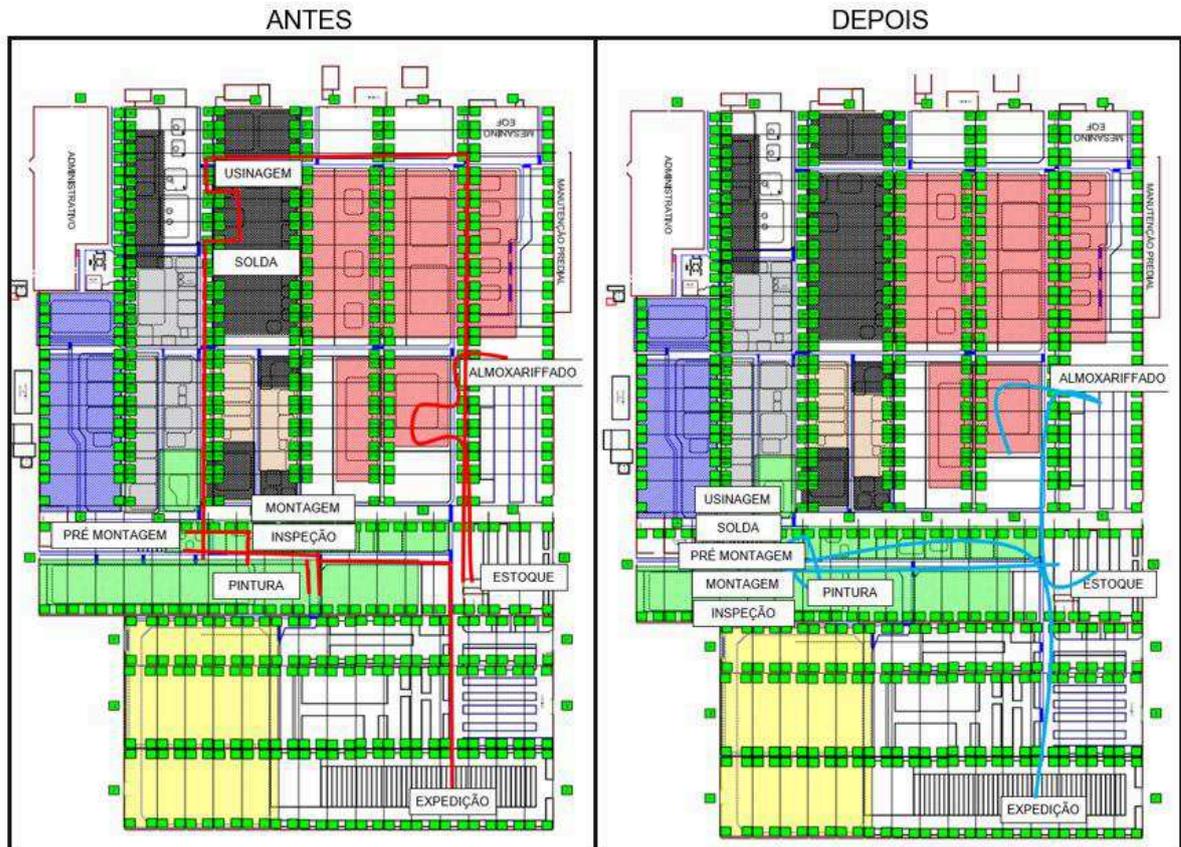
#### 4.4.6 Spaghetti Flow Macro

A movimentação da peça foi observada e desenvolveu-se um Layout Espaguete (Spaghetti Chart) para analisar tal movimentação ao longo do processo na planta. O modelo da Figura 10, é um exemplo de movimentação ao longo do processo.

Essas observações e entrevistas foram fundamentais e ajudaram no desenvolvimento do fluxo do processo, para que os principais problemas fossem evidenciados, bem como valor agregados e não-valor agregado de cada etapa e

assim também identificar os pontos de melhoria e análises dos espaços pela área fabril, para em conjunto ao time multifuncional com auxílio das ferramentas, propor ideias para a otimização desse processo (Figura 10).

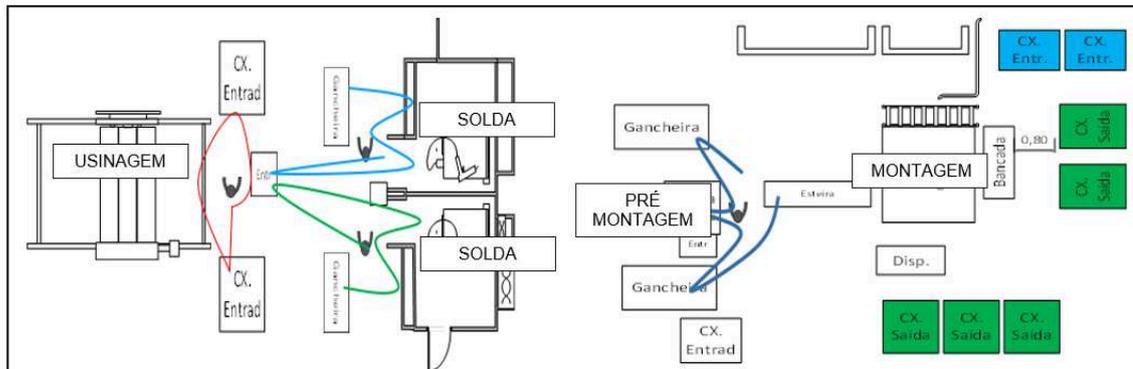
**Figura 10 – Layout Antes e Depois**



Fonte: Própria

Após feito o cálculo do takt time com o time de melhoria do Kaizen, os responsáveis pela análise dos tempos observaram os tempos de máquinas – tempos fixos e os tempos de homem – atividades realizadas que se somam ao tempo da máquina, estavam muito próximas ao tempo do takt time (observado na FIGURA 11), porém acreditavam que inúmeras tarefas realizadas pelos colaboradores não agregavam valor ao processo, mas eram necessárias devido a distância entre os postos de trabalho e da matéria prima. Também se notou os estoques intermediários entre os subprocessos, principalmente entre as atividades de usinagem, solda, pré-montagem, montagem e inspeção final.

**Figura 11 – Layout 2**



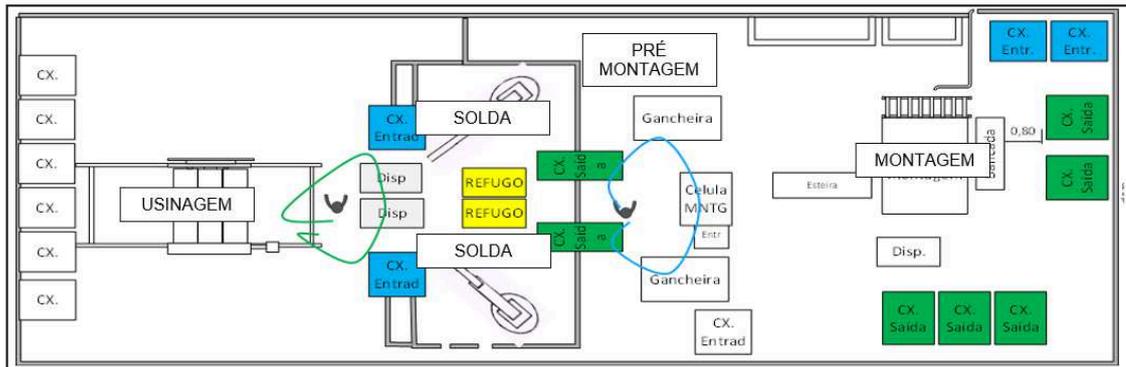
Fonte: Própria

Através das análises dos problemas foi proposto pela equipe uma aproximação das máquinas e uma mudança drástica no layout atual, mas para uma melhor validação dos ganhos foi feita uma simulação em tamanho real dos equipamentos e realizado novamente a cronoanálise da situação proposta para validar e efetiva mudança do layout e atender a demanda do cliente.

A partir desses dados, pode-se analisar todos os mecanismos obtidos e foi possível definir o estado atual do processo. Os layouts apontaram que existem muitas oportunidades de melhoria na ordenação da planta. A disposição das máquinas de usinagem, solda, pré-montagem e montagem, acabavam gerando uma movimentação desnecessária e perda de tempo. A organização com um novo layout, considerando as restrições do projeto, favorece o fluxo de produção e visa proporcionar um ambiente mais organizado com menos estoques, demandando de uma área inferior antes utilizada.

Para que o projeto fosse desenvolvido, foi preciso se levantarem dados como os vistos no capítulo anterior. Os resultados obtidos se referem as contramedidas propostas como uma maneira de otimizar o processo de produção da empresa e reduzir os custos do projeto. Através das análises dos problemas, criou-se uma abordagem de melhoria, um novo layout para a indústria (Figura 12). O estudo dos tempos revelou deve-se eliminar os gargalos para que a linha seja balanceada e com um menor número de operários produzam no tempo takt.

Figura 12 – Layout 3



Fonte: Própria

#### 4.4.7 Ações Realizadas Vs. Ferramentas Utilizadas

Na Figura 13 mostramos de uma forma clara as ferramentas que auxiliaram na realização do projeto e em quais pontos a mesmas foram utilizadas para análise e resolução de problemas.

Figura 13 – Ações Realizadas

AÇÕES REALIZADAS					
METODOLOGIAS UTILIZADAS	GESTÃO VISUAL	MELHORIA NO FLUXO	IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS	REDUÇÃO DAS LINHAS	BALANCEAMENTO DAS LINHAS
5'S	✓		✓		
TPM			✓		
CRONOANÁLISE				✓	✓
ALTERAÇÃO NO LAYOUT		✓		✓	
ERGONOMIA NO POSTO DE				✓	
KANBAN		✓			
SPAGHETTI FLOW		✓			
VSM		✓			
KAIZEN	✓	✓	✓	✓	✓
5W2H	✓				

Fonte: Própria

#### 4.4.8 Ganhos:

**Figura 14 – Tabela de Ganhos**

Tópicos	ANTES	DEPOIS	Ganhos (%)	Ganhos mensal	Ganhos Anual
Cadencia	105 pares/hr	105 pares/hr	0%	-	-
Renda PerCapita	4.070 Pares/mês	8.140 Pares/mês	50%	-	-
Operador	12	6	50%	R\$: 27.216,00	R\$: 326.592,00
Takt Time da linha	34 seg	34 seg	0%		
Lead Time	10,3 dias	8,3 dias	20%		
Estoque	19.000 Pares	15.000 Pares	21%		
Área	113 m <sup>2</sup> SOLDA	96 m <sup>2</sup> PINT/MONT	16%		
Movimentação	4.952 M	1.905 M	61%		



Fonte: Própria

Na sequência a Figura 14 mostra a tabela de ganhos do projeto, sendo eles quantificados em valores monetários, ergonômicos e de redução de mudas.

## 5 CONCLUSÃO

O Kaizen é uma estratégia gerencial, quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, através da melhoria contínua, levando em conta todos os aspectos importantes de um negócio.

Os objetivos da presente monografia foram alcançados de forma satisfatória. Com as aplicações de mapear o processo, estudar os fragmentos, realizar observações qualitativas e os dados coletados por meio da cronoanálise dentro de todo processo produtivo de da produção do braço de controle na empresa de autopeças, foi possível obter uma visão ampla de todo o processo e ao mesmo tempo detalhada, conseguindo identificar pontos de perda e propor sugestões de melhoria no processo e reduzindo o lead time.

Os pontos citados devem ser levados em consideração pela gerência da empresa para que consiga atender os seus clientes, sem que para isso ocorra custos desnecessários durante o processo. Além dos custos, garantir a fidelização tanto dos clientes, como dos funcionários, concretizando seu espaço no mercado de trabalho. O estudo comprova a importância da cronoanálise dentro das organizações como uma ferramenta para entender o funcionamento do seu processo, questão imprescindível para a empresa compreender sua real capacidade, suas metas de crescimentos e realizar seus planejamentos estratégicos com dados consolidados.

Além de representar sua capacidade, o estudo também trabalha no processo de melhoria contínua, vertente da manufatura que não deve ter fim dentro de uma empresa. Vale ressaltar que para o sucesso do estudo, é importante o envolvimento e comprometimento de todos os setores/pessoas envolvidas no projeto e principalmente existir o apoio da gerência, pois é a partir dela que a mentalidade da melhoria contínua tem que ser disseminada dentro da organização, tornando-se parte de sua cultura organizacional. Como sugestão para continuidade do estudo, aplicar o mapeamento do fluxo de valor no processo de envase do desinfetante para permitir uma clara visualização dos processos produtivos dentro da empresa e os desperdícios ocorrentes nela. Realizar também o estudo da cronoanálise depois da implementação das melhorias citadas para comparar o rendimento do processo.

Outra sugestão para continuidade de melhoria contínua dentro da empresa é aplicar a cronoanálise nas outras linhas de produção para identificar gargalos e

possíveis melhorias. Realizar também a cronoanálise nos processos de manipulação. Por se tratar de um procedimento em que praticamente todas as atividades são manuais e não possuem um fluxo contínuo, com muitas esperas e transporte de materiais, a cronoanálise seria uma ferramenta essencial para diminuir os tempos desses processos.

Com isso, conclui-se dessa pesquisa a conscientização de pessoas, pelo uso das metodologias empregadas através do Kaizen, didáticas, feitos, fatos e dados, a importância de uma cultura de Melhoria Contínua bem implementada dentro do grupo onde existia pessoa participantes do trabalho, sendo assim propagado entre os colaboradores a conscientização de sempre enxergar a melhor forma de se produzir e não estarem engessados aos paradigmas criados devido a um sistema criado somente para suprimir uma necessidade.

O estudo comprova a importância da aplicação das ferramentas adequadas do Lean Manufacturing dentro das organizações para entender o funcionamento do seu processo, questão imprescindível para a empresa compreender sua real capacidade, suas metas de crescimentos e realizar seus planejamentos estratégicos com dados consolidados. Além de representar sua capacidade, o estudo também trabalha a importância para as organizações da cultura de Melhoria Contínua, vertente da manufatura que não deve ter fim dentro de uma empresa e deve ser tratada como algo constante, natural e parte da conduta de todo colaborador.

Citar que esse projeto de melhoria continua pode ser replicado para outras células, aumentando os ganhos.

## REFERÊNCIAS

BARNES, R. M.; ASSIS, S. L. O. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977.

CHIAVENATO, I. **Iniciação ao Planejamento e Controle de Produção**. São Paulo: McGrawHill, 1990.

CHASE, R.B; JACOBS, F.R; AQUILANO, N.J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 446 p

SHERIDAN COSTA JÚNIOR, E.D. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: Ibpex, 2008

FERNANDES, ROTHER & SHOOK F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1998.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOESE, I.B; BRAGATO, L.L.V; PEREIRA, N.N. **A padronização do processo: uma ferramenta gerencial**. [S.D]. 20f. Faculdade de Nova Venécia - ES

HINES, P.; TAYLOR, D. Going Lean. **Lean Enterprise Research Centre Text Matters**. New York, 2000

IMAI, M. (1990). **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. Tradução Cecília Fagnani Lucca. 3ª ed. IMAM.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2011.

DALOSTO, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

ROTONDARO, D. **Administração da Produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2008.

MURDEL, M. E. **Estudo de movimentos e tempos – princípios e práticas**. São Paulo: Mestre Jou, 1966.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: [s.n.], 2004.

QUELHAS, O. (2006). **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo, Elsevier.

SACOMANO, J. B.; FUSCO, J. P. A.; BARBOSA, F. A. e AZZOLINI JUNIOR, W. **Administração de operações**. São Paulo: Editora A&C, 2007.

OHNO, A.V.; COIMBRA, R.R.C. **Manual de tempos e métodos**. São Paulo: Hemus, 1996.

SLACK, N. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

SHINGO, W. J. **Administração das operações de produção**; Rio de Janeiro: LTC, 2001. pp.232-268.

TOLEDO JR, I.F.B.; KURATOMI, S. **Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos**. 3. ed. São Paulo: Itysho, 2005.

SCATOLIN, I. F. B. **Balanceamento de linhas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Raphael A.Godoy, 2004.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e controle da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A 2º Edição 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 4a Edição. Rio de Janeiro, 1998.

TOLEDO JR, Itys Fides Bueno. **Balanceamento de linhas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Raphael A.Godoy, 2004.

TOLEDO JR, I.F.B.; KURATOMI, S. **Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos**. 3. ed. São Paulo: Itysho, 1977.

HEUDE, CHRIS. **Apostila de MODAPTS, para treinamentos.** 1. ed. São Paulo: Itysho, 1990.

WELCH, JACK. **Liderança de Alto Impacto.** 15. ed. São Paulo: Itysho, 1980.

SHEWHART, Walter A. **Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control,** 1.ed, E-book, 2012

WERKAMA, CRISTINA **Criando a Cultura do Lean Six Sigma** 1. ed. São Paulo, Werkema, 2012

BARNEY, F. A. e HARRY AZZOLINI JUNIOR, HILSDORF W. **Administração de operações.** São Paulo: Editora A&C, 2007.

ISHIKAWA. KAORU **Guide Quality Control.** São Paulo: Editora A&C, 1985.