

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
LUIZ HENRIQUE SILVA

ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO PRODUTIVO

Estudo das variáveis que causam falha do processo e aplicações de padrões
para aumentar rendimento e controle da produção.

Taubaté - SP
2019

LUIZ HENRIQUE SILVA

ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO PRODUTIVO

Estudo das variáveis que causam falha do processo e aplicações de padrões para aumentar rendimento e controle da produção.

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Mecânica, pelo Departamento de Engenharia Mecânica – JUTA. Este estudo tem como objetivo analisar e identificar as variáveis que influenciam no processo produtivo em linhas de montagem de volantes.

Orientador(a): Prof. Me. Ivair Alves dos Santos

**Taubaté – SP
2019**

SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S586a Silva, Luiz Henrique
Análise das variáveis do processo produtivo: estudo das variáveis que causam falha do processo e aplicações de padrões para aumentar rendimento e controle da produção / Luiz Henrique Silva. – 2019.
47f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.
Orientação: Prof. Ivair Alves dos Santos, Departamento de Engenharia Mecânica.
Coorientação: Prof. Fabio Henrique Fonseca, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Métodos. 2. Padronizar. 3. Processo. 4. Produtividade. 5. Qualidade. I. Graduação em Engenharia Mecânica. II. Título

CDD 658.5

LUIZ HENRIQUE SILVA

Análise das variáveis do processo produtivo

Estudo das variáveis que causam falha do processo e aplicações de padrões para aumentar rendimento e controle da produção.

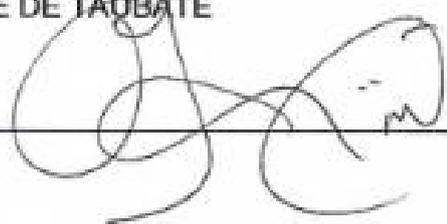
Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

DATA: 28-11-13

RESULTADO: Aprovado

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Ivair Alves dos Santos
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. Me. Antonio Carlos Tonini
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me incentivaram a não deixar de buscar meus objetivos, a minha esposa que sempre esteve comigo em todas as minhas dificuldades me apoiando e não me deixando desistir e aos meus professores que sempre estiveram dispostos a ensinar com dedicação e profissionalismo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte da vida e da graça. Agradeço a minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu um excelente ambiente educacional com profissionais qualificados

Ao meu orientador, *Prof. Ivair Alves dos Santos* por todo o incentivo e motivação na orientação deste trabalho.

Aos meus pais que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos.

Aos Professores por aceitarem compor a banca examinadora.

Às funcionárias da Secretaria pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

“Existem mais pessoas que desistem do que
pessoas que fracassam”

(Henry Ford)

RESUMO

As evoluções nas indústrias automobilísticas estão cada vez mais rápidas e se adaptar a estas mudanças para o crescimento da produtividade na produção estão se mostrando muito significativas. Neste aspecto, os métodos de adaptação do processo devem procurar ser mais rápidos e eficientes. Para o processo em si a melhor maneira de atingir este objetivos e pela análise dos métodos de produção e levantamento de dados para estratificar as informações para ter confiabilidade nos seus resultados Este estudo tem como objetivo analisar o fluxo de produção e método de abastecimento logístico para desenvolver uma sistemática mas eficiente no processo da linha estudada, tudo utilizando-se de ferramentas de análise e estudo do processo. Com a evolução dos estudos e possível verificar , analisar e padronizar todos os trabalhos realizados na linha e garantir uma estabilidade no fluxo de processo e uma redução do *lead time* da linha aumentando a eficiência dos colaboradores e assegurando sua saúde ergonômica consequentemente garantindo a qualidade do produto final.

Palavras-chave: Qualidade. Produtividade. Métodos. Padronizar. Processo.

ABSTRACT

Developments in the automobile industries are becoming increasingly rapid and adapting to these changes for productivity growth in production are proving very significant. In this respect, the methods of adapting the process should seek to be faster and more efficient. For the process itself the best way to achieve this objective and by analyzing the methods of production and data collection to stratify the information to be reliable in its results this study aims to analyze the flow of production and Method of logistic supply to develop a systematic but efficient in the process of the line studied, all using tools of analysis and process study. With the evolution of the studies and possible to verify, analyze and standardize all the work performed in the line and ensure a stability in the process flow and a reduction of the lead time of the line increasing the efficiency of the collaborators and assuring their health therefore ensuring the quality of the final product.

KEYWORDS: Quality. Productivity. Methods. Standardize. Process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Variação de produção na linha de montagem.....	17
Figura 2 – Fluxograma de produção implementado.....	25
..	
Figura 3 – Ciclo PDCA.....	29
Figura 4 – Folha de trabalho padronizado.....	35
Figura 5 – Fluxo de uma.....	37
Figura 6 – Modelo de layout implementado.....	38
Figura 7 – Resultados de produção depois das melhorias implementadas.....	39
Figura 8 – Controlador de altura.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratificação das paradas de 05/03/2019 a 27/04/2019.....36

Tabela 2 – Estratificação das paradas de 03/06/2019 a 29/07/2019.....41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PDCA	Plan, Do Check, Action.
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
OEE	Overall Equipment Effectiveness
TPM	Total Productive Maintenance.
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NUMMI	New United Motors <i>Manufacturing Inc</i>
VSM	Value Stream Mapping

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.2	Objetivo Geral	16
1.3	Objetivos Específicos	16
1.4	Justificativa	16
1.5	Organização do Trabalho	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	19
2.2	ORIGEM HISTÓRICA DO TRABALHO PADRONIZADO	21
2.3	CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA	22
2.4	CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO EXUTA	23
2.5	MECANISMO DA FUNÇÃO DA PRODUÇÃO	24
2.6	MECANISMO DA FUNÇÃO DA PRODUÇÃO - ANÁLISE DA FUNÇÃO DO PROCESSO	25
2.7	MECANISMO DA FUNÇÃO DA PRODUÇÃO - ANÁLISE DA FUNÇÃO OPERAÇÃO	26
2.8	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	27
2.9	METODOLOGIA DA QUALIDADE PARA MELHORIAS DE EFICIÊNCIA	27
2.9.1	PDCA	28
2.9.2	INDICADORES DE DESEMPENHO	30
2.9.3	DIAGRAMA DE PARETO	30
2.9.4	FMEA	31
3	METODOLOGIA	32
3.1	Classificação dos Métodos de Pesquisa	32
3.2	Etapas do desenvolvimento	33
3.3	Métodos Específicos	33
4	DESENVOLVIMENTO	34
4.1	Apresentação da Empresa	34
4.2	Planejamento estratégico	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6	CONCLUSÃO	42

1 INTRODUÇÃO

Como forma de melhorar a avanço tecnológico dos processos produtivos e a qualidade dos produtos, as indústrias têm como objetivo aprimorar seu sistema de análise do processo. Dessa forma, buscam a eficiência de seu sistema de produzir e controlar as falhas e visam obter o maior rendimento da sua produção.

Ferramentas de processo tem evoluído muito durante os anos a fim de melhorar o rendimento da produção, mas não foi deixado de lado a extrema necessidade de manter a qualidade dos produtos devido aos altos critérios dos consumidores.

Aos olhos dos consumidores a qualidade de um produto é fator de extrema importância, porém para ter alta qualidade terá também, um alto custo no processo e dos componentes utilizados, os métodos utilizados pelas empresas para buscar a mais alta qualidade sem agregar valor ao produto e torná-lo acessível a qualquer uma das classes consumidoras é a elaboração de *standard* que são aplicados elevando ao máximo a produtividade tornando produto final competitivo no conceito custo benefício.

O tema do trabalho incide na identificação das operações e variáveis, existente no processo produtivo de uma área de montagem de volantes automotivos. Com a grande corrida para conquistar o mercado de autopeças a produção visa o crescimento da produtividade utilizando mais eficientemente a mão de obra.

O presente estudo tem como seu início, medir e observar o processo de montagem e verificar a principais dificuldades encontradas, para assim estabelecer novos Standards de produção e para identificar as relações causais entre falhas nos modos de operação de Abastecimento e o resultando na diminuição da eficiência produtiva.

1.1 Objetivos

1.2 Objetivo Geral

O estudo tem como objetivo analisar o processo produtivo como um todo e identificar as principais variáveis que causam as ineficiências produtivas, analisando os melhores meios para solução dos problemas, foi proposto pelo Processo a aplicação de ferramentas para identificação e avaliação das falhas que atrasam o processo.

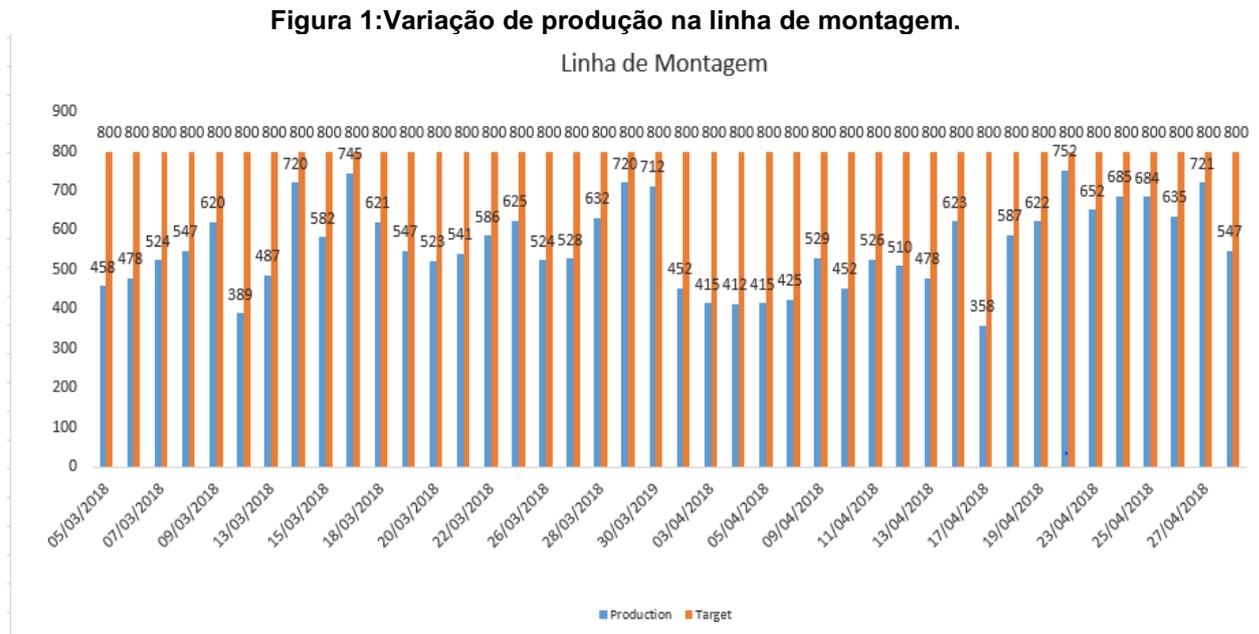
Na linha produtiva não existem padrões estabelecidos para a realização de tarefas, por parte dos operadores, manutenção e logística, resultando numa estabilidade significativa na produção. Esta falta de modos de operação apresenta um impacto em todo o processo, principalmente nos tempos dedicados às mudanças de referências. No intuito de reduzir os setups de abastecimento, paradas de manutenção e desorganização das linhas foi proposta a realização de atividades de melhorias como 5S, TPM, *FMEA*, *standard Works*, e outras ferramentas na linha de montagem.

1.3 Objetivos Específicos

O objetivo específico deste trabalho é realizar o mapeamento do processo produtivo de montagem de volantes e identificação das variáveis críticas que intervêm no processo produtivo para a implementação de instruções de operação e do trabalho padronizado e assim atingir um novo índice de produção, assegurando a melhoria ergonômica dos colaboradores a diminuição nas paradas e desenvolvimento técnico dos operadores.

1.4 Justificativa

Analisar o trabalho padronizado na linha de montagem, focando nas atividades do colaborador tendo como foco a estabilidade do processo na linha devido a variação da produtividade da linha conforme podem ser vistos na figura 1.



Fonte :Própria, 2018.

Devido a variação nas metas de produção, fez-se necessário o estudo mais atento da linha de montagem. Para organizar o estudo foi desenvolvido uma planilha para análise de Pareto e, a partir da mesma foi avaliado os melhores métodos de melhoria no processo que são utilizados em outros modelos de linha mais avançados. A compreensão que o trabalho necessitaria muita atenção, a movimentação dos colaboradores e sua ergonomia está bem clara.

O desenvolvimento deste estudo e muito importante para o processo, devidos o ritmo de montagem ser diário e cansativo tornar o processo mais organizado e mais claro para o colaborador de uma maneira que o seu objetivo no posto fica, mas específico tornando o trabalho menos cansativo.

Com isso espera-se que o colaborar, por meio de treinamentos para conhecer melhor o processo e sua participação nas oportunidades de melhoria, aumente seu foco no desenvolvimento do trabalho e desenvolva seus conhecimentos, habilidades e competências para solução de problemas no dai-a dia na fábrica.

O estudo realizado, poderá ser o início para melhorias da mesma natureza em outras linhas, aumentando as análises das atividades realizadas no processo de montagem, levando a intensificação dos treinamentos, e a valorização do desenvolvimento das atividades operacionais no ambiente fabril.

A motivação do autor para o estudo foi a negligência de não capacitar os colaboradores a entender o processo como um todo, sendo que como participante ativo da linha, o ponto de vista dele se torna fundamental para uma evolução mais significativa e com maior estabilidade no processo.

1.5 Organização do Trabalho

O trabalho está estruturado em capítulos e subcapítulos. No capítulo 1, são expostos a justificativa do estudo, o escopo do trabalho e os objetivos.

O capítulo 2 apresenta a revisão da literatura sobre qualidade e o trabalho padronizado e ferramentas na melhoria do processo.

O capítulo 3 explica a metodologia adotada na pesquisa, apresentando como foi feita a coleta, obtenção dos dados e como foi conduzida o estudo na linha de montagem da montadora.

O capítulo 4 descreve o desenvolvimento do estudo, as ferramentas aplicadas e os passos a passo dos pontos observados.

No capítulo 5 temos o resultado de todas as ações implementadas e objetivos alcançados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

As indústrias tentam assimilar e desenvolver os mais avançados meios de produção, tentando automatizar o máximo possível o processo produtivo para assim garantir a qualidade dos produtos, Jugulum and Samuel (2008) afirmam que “entregar produtos sem defeitos é importante, não apenas porque são gerados lucros, mas também porque resulta na afirmação da posição competitiva de uma organização através da satisfação dos clientes”.

Porém é certo que nem todos os controles e atividades podem hoje ser realizados apenas por robôs e sistemas automatizados, principalmente aqueles processos que necessitam de controle visual para garantir a qualidade.

Entretanto precisamos respeitar a necessidade de produção e é fundamental garantir a evolução dos métodos de trabalho dos funcionários. Segundo Shingo (1985), o trabalho padronizado utilizado no processo de fabricação, devem sempre ser desafiados, com novas ideias e formas de ser realizados, e isso frequentemente.

Um pensamento que pode contribuir para este contexto é o *Lean Thinking*. Que se baseia na propagação das orientações do Sistema Toyota de Produção, e se aplica a inúmeras áreas industriais e de serviços. Tem como meta a eliminação de desperdício em todo o fluxo de valor, assim diminuindo os prazos (lead times), minimizando custos e também elevando a qualidade do produto (WOMACK; JONES, 1998).

Após a suposição inovadora de Womack e Jones (1998) referente 5 princípios do *Lean Thinking* (valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição), o de fluxo contínuo é o ponto de grande importância para este método de estudo. Para tornar realidade está método e fundamental a implementação do trabalho padronizado (ROTHER: HARRIS, 2002).

Com a implementação do trabalho padronizado a redução de estoques em processo e redução de desperdícios e claramente observada, melhorando a satisfação dos colaboradores devido a diminuição da carga de trabalhos e com isso o

risco de acidente e como outro benefício o aumento da produtividade (KISHIDA; SILVA; GUERRA, 2006; WHITMORE, 2008).

Shook (1997) nos revela que o Sistema Toyota de Produção tem como meta ir em busca da produção de alta qualidade de seus produtos, visando o menor custo possível e acelerando a produtividade e resposta a seus clientes, ter maleabilidade de volume e mix para atingir à demanda e para chegar a este objetivo o meio mais eficaz e com a utilização do trabalho padronizado, já referente ao desenvolvimento e implementação do trabalho padronizado, segundo o autor ainda estão no início do que pode ainda se pode alcançar, existe poucos trabalhos, nos quais o de Francelino et al. (2006), Saffaro (2007), Gallardo (2007), Feng e Ballard (2008) e Bulhões (2009).

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu e começou a se desenvolver após o período da Segunda Guerra Mundial, tendo como líder Taiichi Ohno.

Que em 1960 e 1970 começou a se espalhar para a todos os fornecedores. O emprego do sistema fora do Japão, teve início com a criação da *New United Motors Manufacturing Inc* (NUMMI), uma joint venture¹ entre a General Motors e a Toyota, em 1984, na Califórnia (WOMACK, JONES; ROSS, 1992).

Com a divulgação do livro **A Máquina que Mudou o Mundo**, em 1990, o Sistema Toyota de Produção teve seu modelo de produção reconhecido e espalhado rapidamente por todo o mundo, graças a 5 anos de pesquisas e estudos liderados pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

Com esta pesquisa foi colocado em representação um novo paradigma que conclui que o até então tradicional sistema de produção em massa era muito menos eficaz do que o demonstrado pelas pesquisas de trabalho padronizado. Foi firmada, então, a expressão “*produção lean*” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).

Womack e Jones (1998) absorveram os conceitos da produção adaptaram para os vários meios empresariais. Essa divulgação das adaptações ficou conhecida com *Lean Thinking* (Mentalidade Enxuta).

Estes autores constituíram cinco princípios para o estabelecimento do Lean Thinking, que se resumem em:

Definição do valor – tem como foco principal a cultura enxuta e

Identificar o custo do produto que será produzido, em relação a visão do cliente.

Fluxo do valor – relaciona todas as fases dos processos necessários, para a mudança da matéria-prima em um produto final, até chegar nas mãos do cliente. Reconhece todos tipos de desperdícios no fluxo, assim como aquilo que gere ou configura valor para o cliente, ou seja, o fluxo das fases e processos que representam valor para o cliente.

Fluxo contínuo – Se compreende como produzir e movimentar constantemente um produto por vez ao longo de uma sequência de etapas de processamento, sendo que em cada fase se realiza apenas o que é solicitado para a próxima etapa.

Produção puxada – permite que o produto seja puxado da empresa pelo cliente em vez de empurrar os produtos (criando estoques de todos os tipos), ou seja, dita o ritmo de produção de acordo com demanda do cliente.

Perfeição (Kaizen) – está diretamente ligada à melhoria contínua por meio do constante esforço, de todos os envolvidos no sistema, na eliminação de qualquer tipo de perdas ou desperdícios.

2.2 Origem histórica do trabalho padronizado

Liker (2005) nos revela que a maioria das tarefas atuais que foram padronizadas, foram baseadas no estudo de Frederick Taylor que abordam o ambiente que visam os princípios da engenharia industrial.

Surge no século XIX graças ao trabalho de pesquisa de Taylor, uma maneira de sistematizar o conceito de produtividade, que refere se a buscar os melhores métodos e padrões de trabalho visando a melhoria da produtividade com o mínimo custo possível (MARTINS; LAUGENI, 2005)

Futuramente Ford, se inspirando nos princípios da administração científica de Taylor, arquitetando a linha de montagem, o que lhe concedeu a produção em série. Um dos principais fatores para a implementação da produção em série foi a normalização das tarefas (CHIAVENATO, 1983; WOMACK; JONES, 1998).

Referente ao trabalho padronizado, o método *Training Within Industry* (TWI) foi ainda mais influente que Ford e Taylor (LIKER, 2005). Em 1940 surge o TWI durante a Segunda Guerra Mundial buscando aumentar a velocidade de produção suprimindo as carências inerente aos grandes sacrifícios de guerra das Forças Aliadas (HUNTZINGE, 2005). De acordo com o autor, os “programas J” do TWI desenvolveram e sofreram um impacto fundamental na indústria de manufatura dos Estados Unidos durante a Guerra. Os “programas J” consistiam de:

- Instrução de Trabalho (*Job Instruction*) – a meta era capacitar os supervisores a desenvolver uma mão-de-obra capacitada;
- Métodos de Trabalho (*Job Methods*) – a intenção era fornecer aos supervisores uma técnica para se alcançar melhorias na fábrica usando um método simples em vez de um método técnico;
- Relações de Trabalho (*Job Relations*) – implementadas para satisfazer a carência dos supervisores em lidar com problemas de relações humanas com os trabalhadores, pois os líderes do programa sabiam que relacionamentos problemáticos produziram resultados ruins na produção e bons relacionamentos proporcionavam bons resultados.

2.3 CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA.

Segundo (TADASHI,2006) é necessário criar uma cultura que leve as pessoas a absorver o conhecimento TPS para manter o sucesso.

Apesar de surgir efetivamente nas indústrias automobilísticas, o sistema de produção enxuto poder ser utilizado em diversas áreas e empresas tanto as de pequeno e grande porte como nas de serviços manufatureiros, o ponto chave e a

satisfação dos clientes que não precisam pagar pelos desperdícios gerados por um mal gerenciamento de uma produção.

A produção enxuta e por onde o ser humano pode produzir bens, e ela permite conseguir os melhores produtos, com uma grande variedade e um baixo custo para os consumidores. Tão importante quanto estes fatores a produção enxuta bem aplicada permitem se conseguir um trabalho mais desafiador, elevando a satisfação de todos os colaboradores de todos os níveis da empresa, tanto na área produtiva quanto na área administrativa (WOMACK; JONES; ROOS, 1992.)

2.4 CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO EXUTA

Para adotar o sistema Toyota de produção, deve-se ter em mente que e considerado perdas, todos os processos que não agregam valor, até mesmo a compra e chegada de uma matéria prima, estas perdas são denominadas pelos japoneses “mudas” ou “princípio do não-custo” e é necessário atacá-las e elimina-las para isso existe uma ferramenta chamada Value Stream Mapping (VSM).

O Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) e uma ferramenta que nos ajuda a observar os processos e identificar as fontes de desperdícios. Conforme Ohno (apud GHINATO,200) as perdas ou “mudas” podem ser agrupadas em sete grandes grupos, citadas a seguir:

- A) Perdas por superprodução: Basicamente a produção em excesso onde o material fica parado aguardando ser comprado, ou seja, dinheiro desperdiçado em estoques.
- B) Perda por espera: quando o material não e finalizado na linha devido à espera do processo, operador ou operação.
- C) Perda por transporte: quando a grande movimentação dos materiais da linha sendo que esta movimentação não agrega valor a peça produzida.
- D) Perda por processamento: Quando os próprios processamentos das peças geram perda de tempo e baixo fluxo de produção.

- E) Perda por estoque: excesso de matéria prima ou produto acabado parado nos armazéns.

- F) Perda por movimentação: movimentações excessivas dos operadores, geralmente este problema se resolve com a implementação de um bom Trabalho padronizado.

- G) Perda por fabricação de produtos defeituosos: Produtos reprovados segundo o critério de qualidade, apresentando alguma anomalia, evitamos estes problemas com um controle no posto e com controles estatísticos do processo.

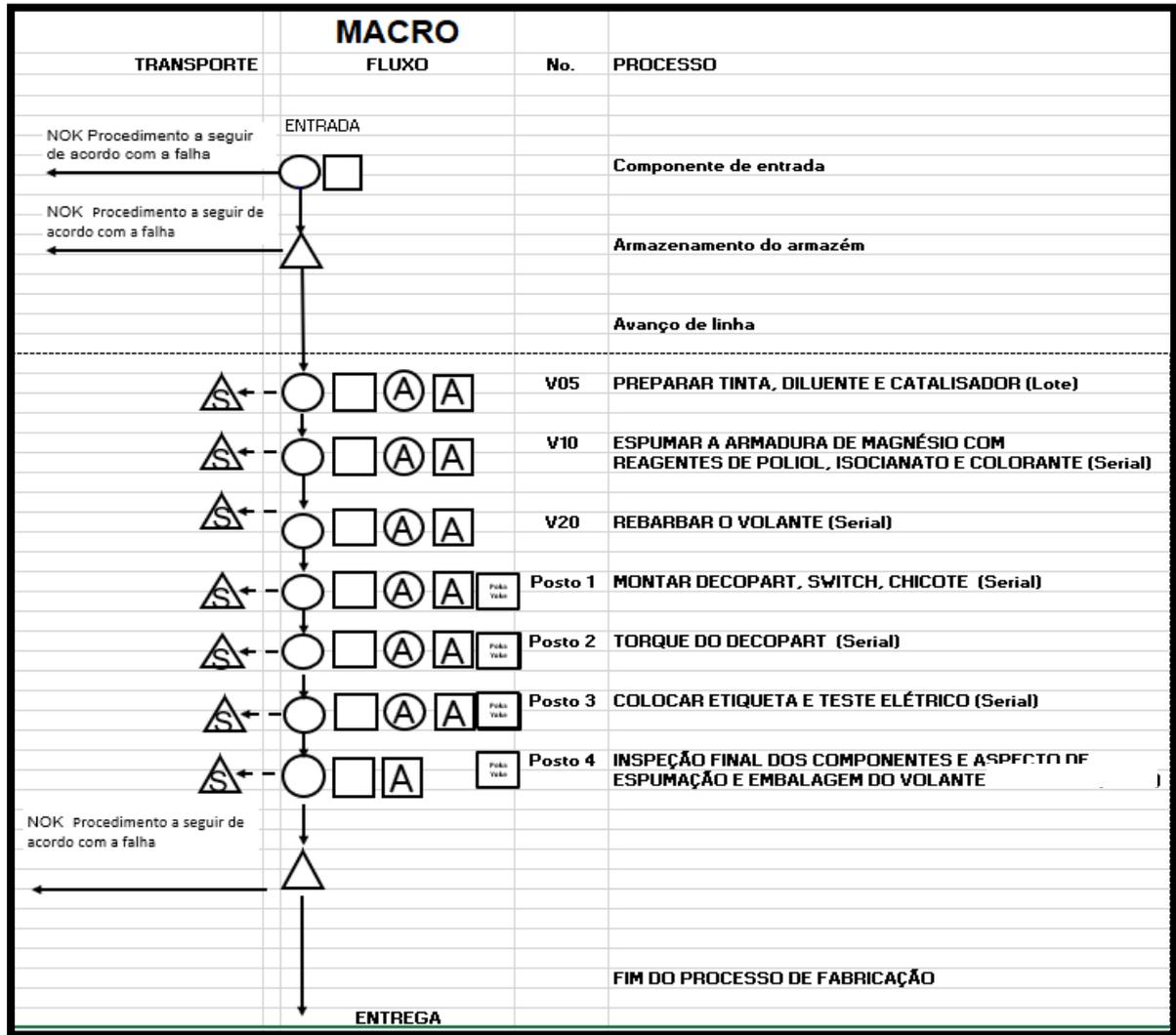
2.5 Mecanismo da função da produção

Em relação a manifestações existentes no âmbito produtivo a análise fundamentais é em função da operação e processo. O processo tem como responsabilidade o fluxo de produtos ou materiais, em todo o processo desde as transformações da matéria prima até no final quando é gerado o produto acabado.

Já a operação analisa as etapas da operação, verificando em um todo o tipo de entrosamento entre máquina e operador no dia a dia da produção. Desta maneira, pode-se o fluxo das funções estabelecidas no acompanhamento dos fluxos de materiais, dos operadores e equipamentos por isso é considerado como uma rede entre processo e operações (ANTUNES, 2008).

Através da Fluxograma é possível entender como funciona a produção e fica claro a rede de processo e operações, fluxo do material que são utilizados e processados, conforme os padrões de produção até a transformação em produto acabado. Neste processo é observado o fluxo do processo realizado tanto pelos operadores quanto os da máquina, permitindo uma visão mais ampla para aplicações dos conceitos que se identificam melhor com o tipo de processo e produto que são montados na linha (Shingo, 1996).

Figura 2: Fluxograma de produção implementado.



Fonte: Própria, 2018.

2.6 Mecanismo da função da produção - análise da função do processo.

Segundo Antunes (2008) quais quer elemento que pertencem a função do processo tem relacionadas quatro categorias.

1º Processamento e fabricação: são as transformações do objeto de trabalho, como materiais e serviços, no tempo e no espaço. Como ilustração é possível citar a usinagem, montagem, pintura, entre outros.

2º Inspeção: é a comparação com um padrão previamente definido.

3º Transporte: é a movimentação de materiais, ou seja, mudança na posição dos mesmos, interno ao processo.

4º Estocagem ou espera: consiste dos períodos de tempo nos quais não ocorre nenhuma forma de processamento, inspeção, transporte ou outros fatores em processos associados aquele em estudo.

Existe mais 5 subcategorias que dividem o processo de estocagem e espera entre os processos, as esperas em relação ao tamanho do lote, o armazenamento de matérias primas e dos produtos acabados.

Singo (1996), categorizava as funções de processo em processamento e fabricação, inspeção, transporte, espera do processo e espera do lote. A espera que um lote inteiro mante-se esperando outro lote ser processado é caracterizado espera do processo e o tempo em que uma peça é processada e as outras estão esperando e entendia como espera do lote.

2.7 Mecanismo da função da produção - análise da função operação.

Apesar da variação das operações elas podem ser classificadas em 3 categorias segundo Shingo (1996).

1º Operações de setup: ajustes das ferramentas antes e depois das operações.

2º Operações principais: São os trabalhos executados na operação principal.

3º Folgas marginais: são as folgas indiretamente ligadas com a operação e as diretamente ligadas a necessidade do operador.

Com opinião contrária, Antunes et al. (2008), entende que folgas marginais se dividem em folgas ligadas ao pessoal e não ligadas ao pessoal, e dividem-se em 4 categoria.

Folgas não ligadas ao pessoal, refere-se ao tempo em que não é realizado a atividade de produção pelo operador; se as causas estão em operações não prevista onde os motivos das ações operacionais não são ligados aos motivos fundamentais, onde os motivos não estão ligados as pessoas. As folgas ligadas ao pessoal têm relação direta com trabalhos irregulares ligados as ações das pessoas.

2.8 Manutenção produtiva total

A (TPM,) Manutenção produtiva total teve início no Japão nos anos 70, com foco na eficácia e estabilidade das máquinas. A TPM coloca o operador de produção como responsável por pequenas ações de lubrificação, ajuste e inspeções das máquinas, assim os Manutencistas podem focar em trabalhos mais técnicos como preventivas, melhorias nos equipamentos e outras atividades (DENNIS,2008)

Tendo isto como ideia, Antunes et al. (2008) julga que a TPM como ação para minimizar custos de manutenção, elevando a afirmação de Dennis(2008) como complemento revela que a TPM é o início para mudar a cultura, onde o objetivo é não ter mais quebras, fazendo uma analogia ao zero acidentes que são metas de segurança.

A TPM baseia-se em ações centrais, as quais pertencem a eficiência de máquinas. Estas ações referem-se à disponibilidade dos equipamentos, a eficiência de desempenho das máquinas e a eficiência geral de máquinas, conhecida como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) (DENNIS,2008).

A disponibilidade das máquinas mostra os fatores que causam paradas na linha, normalmente ligadas às quebras, tempos de *setup*, falta de material entre outros. É o tempo programado de operação versus o resultado do tempo produzido realmente. A desempenho efetivo das máquinas é dado pelo tempo sem paradas da linha de produção, ou seja, a porcentagem que mostra a capacidade real de produção em relação a capacidade nominal a qual a máquina foi projetada (HANSEN, 2006).

A OEE representa a eficiência do processo no tempo programado para a máquina produzir. É um padrão que mede o desempenho de uma instalação industrial, e gere a produtividade com foco em identificar o melhor meio de obter uma melhor eficiência. (HANSEN, 2006).

2.9 Metodologia da qualidade para melhorias de eficiência.

Para melhoria de eficiência em equipamentos industriais, antes é preciso analisar o nível de desempenho antes da modificação do sistema existente. Todas as diversas ferramentas e padrões disponíveis para gerir as melhorias de produtividade

e eficiência tendem a estar ligados a aspectos financeiros. (DENNIS,2008). O autor defende que apesar das fabricas possuírem varias áreas e setores, elas estão ligadas e contribuem para o crescimento da empresa.

Para Arioli (1998), o baixo nível da resolução de problemas dentro das empresas se dá pelo fato de não haver padrões, e a falta de disciplina das pessoas e causada pelas urgências que persiste nas culturas das empresas que e intensificada pela falta de aplicação das técnicas e treinamentos aprendidos em aula. Para manter a competitividade as empresas precisam melhorara a eficiência para se tornarem mais competitivas e os colaboradores necessitam evoluir na capacidade de tomar decisões rápidas e criativas para o trabalho em equipe.

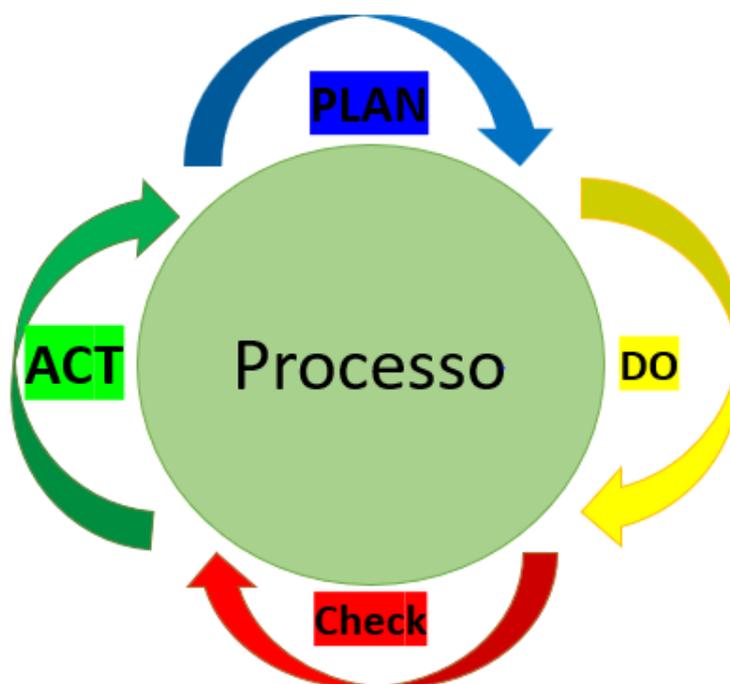
No próximo ponto abordaremos os conceitos do PDCA, uma metodologia para análise e solução de problemas (MASP) e ferramentas da qualidade para busca de eficiência em linhas de produção.

2.9.1 PDCA

Um sistema de gestão de qualidade utilizado com grande frequência o PDCA e conhecido também como Ciclo de Shewhart ou Ciclo de Deming, é um processo de melhoria contínua reconhecido mundialmente. Ele tem como princípio quatro etapas fundamentais para o gerenciamento de melhorias no processo, seguidas sempre em sequência: planejamento, execução, análise e ação.

O objetivo principal do PDCA é a melhoria da eficiência nos processos de gestão, tornando-os mais claros, objetivos e eficazes. Assim que a última fase é finalizada, reinicia-se o ciclo para identificar novas oportunidades de melhoria e, assim, mantem-se a renovação constante da empresa em busca, profissionalismo, agilidade e competitividade.

Figura 3: Ciclo PDCA



Fonte : Propria, 2018.

Onde o P, de *Plan*, significa planejar, onde é determinado as metas e processos que serão utilizados para atingir os objetivos pre-determinados, com o planejamento sendo o final da etapa. Podemos utilizar a elaboração de causa e efeito, levantamento e análise de dados, criação e padronização de objetivos para obter resultados positivos das atividades de análise (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

O D, de *Do*, significa executar ou fazer, e a fase de implementações das ações necessárias. Neste momento que testamos os procedimentos e para isto é indispensável o treinamento para capacitar os colaboradores. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

O C, de *check*, significa verificar ou checar, nesta etapa verificamos e medimos produtos e processos comparando com os objetivos que foram estabelecidos,

tambem e nessa fase que validamos os procedimentos estabelecidos atravez de auditorias internas e *follow up* diarios.(BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

O A, de ACT, significa Agir, etapa de aplicação das ações buscando a melhoria continua dos processos. Se nesta fase for identificado anormalidades e necessario a ação corretiva das causas das não conformidades para proteger o produto ou processo de recorrência das não conformidades(BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

Por ser uma ferramenta de aplicação continua o PDCA deve ser utilizado de modo que todas as fases sejam realizadas. Segundo Slack (2009), o PDCA tem Natureza ciclica , utilizada para melhoria continua das atividades, podendo ser classificados como um processo, pois nunca para.

2.9.2 Indicadores de desempenho

Para validar os resultados das ações de melhorias aplicadas no processo, definir indicadores é muito importante, preferencialmente com indicadores quantificáveis e que seja aplicável no ciclo do PDCA. A precisão dos dados deve ser criteriosa para que a análise do processo seja válida. Representatividade, rastreabilidade, adaptabilidade, disponibilidade, simplicidade, economia e praticidade devem ser características dos indicadores utilizados (LUSTOSA et al. 2008).

Os indicadores são um auxílio na implementação de práticas melhores, onde visa a melhoria do desempenho e conseqüentemente os resultados. Devem indicar verdadeiramente todos os dados para que as ações para solucionar os problemas sejam efetivas e as falhas sejam eliminadas. Também nos ajudam a medir se o resultado das ações está de acordo com o objetivo proposto e se está dentro do prazo (KARDEC; SEIXAS, 2008).

2.9.3 Diagrama de Pareto

Segundo ARIOLI (1998), Diagrama de Pareto foi originário de Vilfredo Pareto (1848-1923), que estudou a distribuição da riqueza na sociedade. Onde foi concluído por ele que 80% da riqueza social era possuída por 20% da população.

O Diagrama de Pareto tem como função colocar as frequências das ocorrências em ordem, permitindo ranquear os problemas, ou seja, sua principal função é permitir ordenar os problemas segundo sua importância, poder separá-los de maneira que possa ser utilizado um esforço maior nos problemas corretos, atingindo assim a melhoria com eficiência (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

2.9.4 FMEA

FMEA significa *Failure mode and effect analysis*, traduzindo Análise de Modos de Falhas e Efeitos. Ferramenta que tem a finalidade de prevenir que problemas ocorram e a desenvolver ações para tornar o processo mais confiável. O FMEA mapeia as possíveis falhas que possam acontecer no produto ou processo e determina meios de prevenir estas falhas ou detectar as mesmas se ocorrerem usando como base as especificações do produto ou do processo (PALADY, 2004).

Segundo PALADY, 2004) no FMEA existem 5 elementos que são fundamentais

- A) Planejamento;
- B) Listagem dos modos de falha, causas e efeitos;
- C) Priorização ou isolamento dos modos de falha importantes;
- D) Interpretação ou leitura dos resultados;
- E) Acompanhamento das ações necessárias e recomendações sugeridas.

Um método que tem a técnica bem parecida com a do MASP que se utiliza de um grupo de trabalho para aplicação de diagrama de causa e efeito, análise de Pareto entre outros, onde é levantado o histórico de informações sobre falhas no processo de forma sistemática, melhorando assim o conhecimento dos problemas diminuindo os custos de melhorias no processo. Para realizar este estudo o FMEA será utilizado para prognóstico dos problemas e a classe utilizada será o PFMEA que é voltada para estudo do processo que referisse ao estudo realizado.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação dos Métodos de Pesquisa

De acordo com Gil (1991), um estudo pode ser definido como um método racional e padronizado que tem como objetivo possibilitar argumentos aos problemas apresentados. Um estudo científico tem início quando não temos informações em um nível aceitável e será preciso obtê-las para solucionar o problema ou então as informações existem, porém precisam ser padronizadas antes de analisadas.

O estudo é desenvolvido através de um método com diversas fases, desde o início na criação do tema a ser analisado até a apresentação dos resultados e conclusões (SILVA; MENEZES, 2005). Uma vez que o problema para ser estudado foi definido, o próximo passo deve ser definir o método de pesquisa que encaminhará as posteriores ações. Referente a abordagem do problema, esse modelo de pesquisa pode ser classificado como qualitativo ou quantitativo conforme Gil (1991).

Consideramos o estudo como quantitativo, onde os problemas podem ser mensuráveis em busca de análises e soluções, através da utilização de técnicas estatísticas e ferramentas da qualidade (SILVA; MENEZES, 2005). De acordo com os objetivos, os estudos podem ser classificados em estudo Exploratória, estudo descritivo e Estudo Explicativo (GIL, 1991).

Segundo Gil (1991) os estudos exploratórios têm como objetivo tornar o problema mais familiar e torna-lo concebível visto que o mesmo pode ser desenvolvido baseado em hipóteses ou intuições contendo levantamento bibliográfico, citações e exemplos que ajudem para o entendimento do assunto, além de pesquisas com pessoas que conviveram e tem conhecimento prático com do problema estudado.

Pesquisas bibliográficas e estudos de caso são muito utilizados nos estudos exploratórios, uma vez que utilizam muito a intuição do pesquisador. O estudo descritivo tem como função descrever cuidadosamente o objeto de estudo (população, fenômeno, problema) utilizando coleta e levantamento de dados qualitativos, mas principalmente quantitativos (GIL, 1991)

O estudo explicativo tem como objetivo identificar o problema a ser estudado e explica suas possíveis causas, mostrando a verdade ao expor a razão das coisas.

Uma vez que fornecem um detalhamento do assunto e do tema estudado levam a continuidade nos estudos tanto os descritivos quanto os exploratórios.

Segundo Gil (1991), os procedimentos técnicos são classificados em: estudo Bibliográfico na qual é desenvolvido baseando-se em informações já concretizadas, compostas em geral por artigos científicos e livros; Pesquisa Documental semelhante bibliográfica, porém trata-se de materiais que ainda não foram avaliados criticamente; Pesquisa Experimental, consiste em estabelecer formas de controle e de observação dos resultados que a variável origina.

3.2 Etapas do desenvolvimento

O desenvolvimento da melhoria foi efetuado em etapas que estruturaram o mesmo, planejamento do caso, a coleta de dados, a análise dos dados, a aplicação das ferramentas, aplicar as melhorias, analise os resultados, padronização dos métodos, treinamentos e a conclusão do estudo.

3.3 Métodos Específicos

O planejamento foi construído com base nas informações necessárias para o levantamento dos dados a aplicação das ferramentas, o treinamento e a padronização do processo em geral.

Foi preciso planejar levando em consideração a demanda da linha onde a mesma não poderia ser impactada, e para obter todas as informações necessárias dentro do prazo estabelecido.

Para isso foi necessária a criação de um método para a iniciação do trabalho, deste modo foi adotado um cronograma para que o as ações fossem realizadas em etapas para não interferir significadamente nos indicadores de produção da linha e agilizar a implementação dos conceitos utilizados.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Apresentação da Empresa

A empresa tem em seu grupo de empreendimentos, cerca de 80 instalações com mais de 60.000 funcionários em 27 países diferentes. A Companhia ainda conta com 18 centros de pesquisa com vinte pistas de testes em nove países ao redor do mundo. É a maior fornecedora de produtos de segurança automotiva no mundo com vendas para todas as grandes montadoras. Com a posição de ser líder em segurança automotiva incluindo uma fatia do mercado global de aproximadamente 39% em segurança passiva e de mais que 20-25% em segurança passiva. Com sede no Estado de Delaware, é o resultado de uma fusão em 1997 entre uma companhia sueca, e uma norte americana.

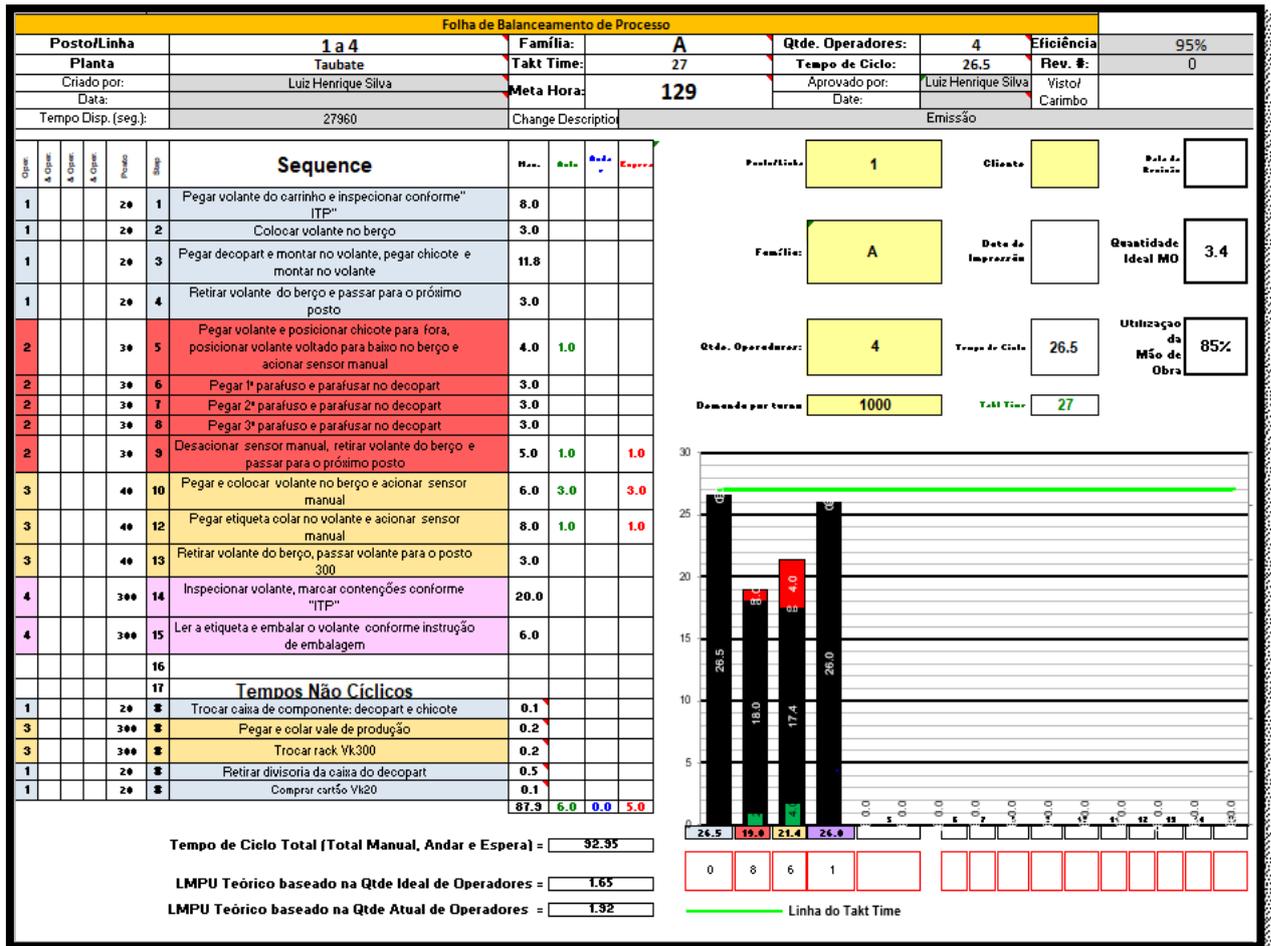
Por mais de 60 anos, a empresa centrou-se em uma questão muito importante: salvar mais vidas. Nossos produtos inovadores salvam mais de 30.000 vidas todo ano e previnem 10 vezes mais o número de lesões. Nós desenvolvemos, produzimos e vendemos sistemas de segurança automotiva tais como airbags, cintos de segurança, volantes, eletrônicos de segurança passiva e sistemas de segurança ativa, incluindo radares, visão noturna e sistemas de visão por câmera.

A unidade estudada está localizada no vale do paraíba, no Estado de São Paulo e faz parte de uma das diversas plantas de volantes da empresa estudada.

4.2 Planejamento estratégico

A melhoria teve início durante o fim do 1º trimestre de 2019, iniciando-se pela observação e registro das etapas do processo produtivo do volante com foco em armazenar a maior quantidade de informação possível de todas as áreas com ligação a linha estudada. Ao longo da primeira etapa da pesquisa procurou-se identificar os principais fatores que implicavam na variação processo. Dando continuidade ao estudo percebeu-se que havia a necessidade de modificar o método de montagem e criar padrões para serem seguidos, pois a falta dos mesmos gerava conflitos nos resultados de produção, pois o mesmo trabalho era realizado de maneiras diferentes, consequentemente com resultados diferentes. A operações foram separadas em pequenas etapas e todas foram cronometradas passo a passo.

Figura 4: Folha de trabalho padronizado



Fonte: Própria, 2018.

A implantação do trabalho padronizado foi adotada como ação necessária para solução do problema, devido a facilidade de observar falhas no processo e o melhor nivelamento de produção. Tirando o tempo das operações, é possível nivelar com mais eficiência as etapas do trabalho padronizado e com a mudança do *layout* para montagem em linha esperasse obter um resultado satisfatório.

Com a utilização do trabalho padronizado no posto, foi possível verificar várias oportunidades de melhorias na distribuição do fluxo de processo, onde a modificação do *layout* da linha para melhorou distribuição das etapas de montagem entre os operadores.

Outro ponto que foi verificado foi a baixa eficiência das máquinas, devido a pequenas paradas que ocorriam frequentemente, geralmente por problemas que apenas uma rápida intervenção era suficiente para solução do problema. Para identificar as paradas e poder estratifica-las foi levantado todas as paradas dos dias

05/03/2019 a 27/04/2019 para verificar as mais frequentes e assim verificar a eficiência das ações adotadas para solucioná-las.

Tabela 1: Estratificação das paradas de 05/03/2019 a 27/04/2019.

Tipos de paradas	Paradas	%	% Acumulado
Falha de posição da camera de visão do decopart	49	25.65	25.65
Cilindro de fixação de volante solto	41	21.47	47.12
Folga no sensor indutivo	28	14.66	61.78
Leitor de código 2D fora de posição	22	11.52	73.30
Camera de leitura de chicote falhando	19	9.95	83.25
Pino guia do berço com folga no aperto do parafuso	17	8.90	92.15
Baixa pressão de ar comprimido na linha	6	3.14	95.29
Falha na torqueadeira	5	2.62	97.91
Paradas não identificadas pelos operadores	4	2.09	100.00
Total	191	100	

Fonte: Própria, 2018.

Foi identificado no gráfico que os dois maiores tipos de paradas, estavam sendo geradas por ajustes nas câmeras de visão e sensores, que depois de analisados foi verificado ser devido os mesmos estarem em posições, onde o operador no decorrer do processo esbarrava nos mesmos tirando de posição, também foi identificado pequenas falhas, por componentes estarem soltos ou com parafusos frouxos. um exemplo foi a dos cilindros de fixação das peças que se soltavam não ativando os sensores travando a finalização do processo.

Para os problemas identificados foi aplicado duas sugestões de melhoria a primeira foi instalado um regulador de alturas nas máquinas para o operador se posicionar melhor, evitando que o mesmo esbarre nas câmeras e outros sensores, melhorando também a ergonomia do trabalho realizado, e a implementação do TPM Nível 3 onde uma caixa de ferramentas é disponibilizada na linha e os operadores são treinados para utilização das mesmas, assim o próprio operador realiza o ajuste dos sensores e o reaperto de parafusos, no início do turno possibilitando assim a melhoria nos indicadores de paradas da linha.

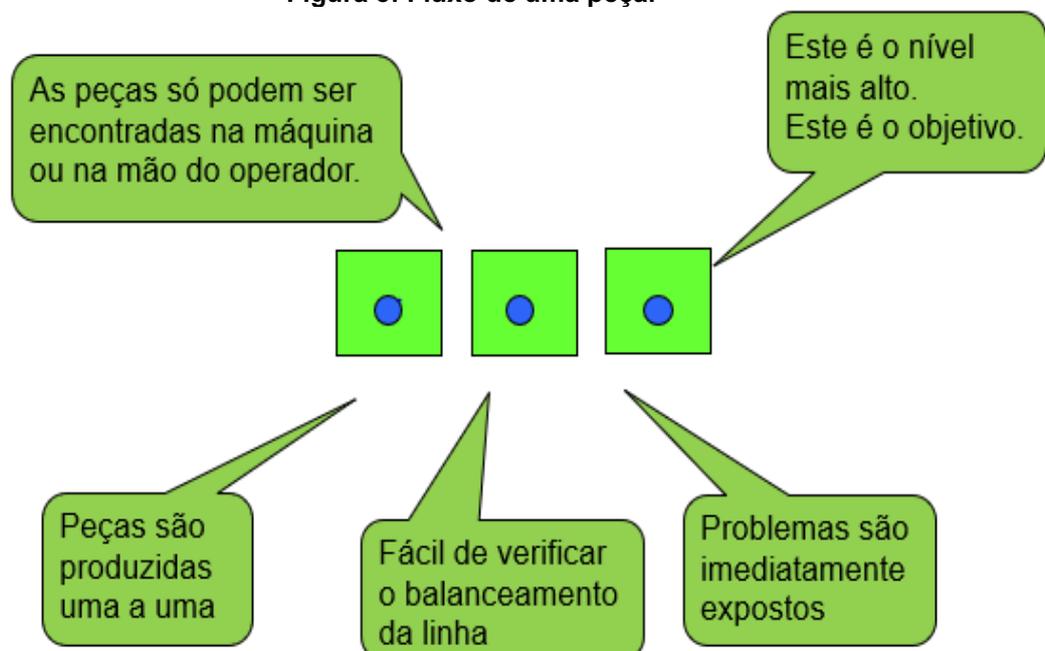
5 RESULTADOS E DISCUSÕES

Os resultados encontrados após a implementações das ferramentas revelaram vários pontos importantes. Antes das melhorias das linhas foi observado que devido a falta de um fluxograma laminar a produção diária era instável sendo impossível manter uma programação eficiente na linha de produção.

Foi observado nos dados analisados que a média de produção hora-a-hora da linha era em torno de 51 peças, não tendo uma eficiência aceitável, porem observando a montagem e padronizando os métodos dos operadores de realiza-lo a linha se tornou muito mais eficiente, com isso foi desenvolvido uma instrução de trabalho onde todo o processo foi mapeado e padronizado, para que os operadores fossem treinados para realizar o trabalho conforme padrão implementado.

A modificação da linha de montagem, foi realizada pelos próprios operadores onde todas as sugestões de melhorias analisadas e aprovadas, foram implementadas e padronizadas afim de utilizar os mesmos conceitos em melhorias de outras linhas, a seguir um dos conceitos aplicados e seus conceitos.

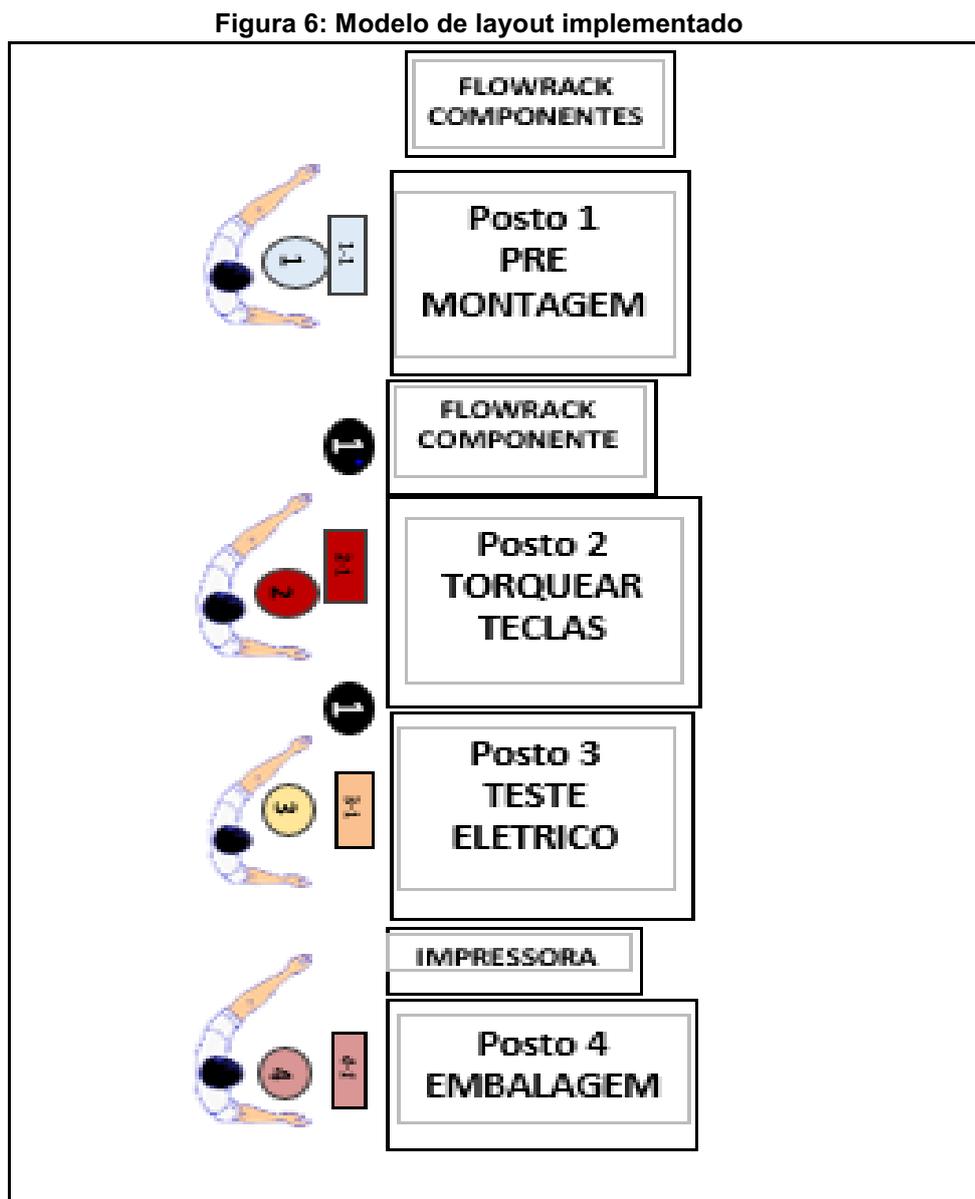
Figura 5: Fluxo de uma peça.



Fonte: Própria, 2018.

Com o layout em linha em “L - linha reta” o fluxo e de peça a peça não havendo estoque em processo possibilitando o nivelamento de produção de forma mais eficiente.

A figura:6 apresenta o layout da linha após todas as ações implementada:



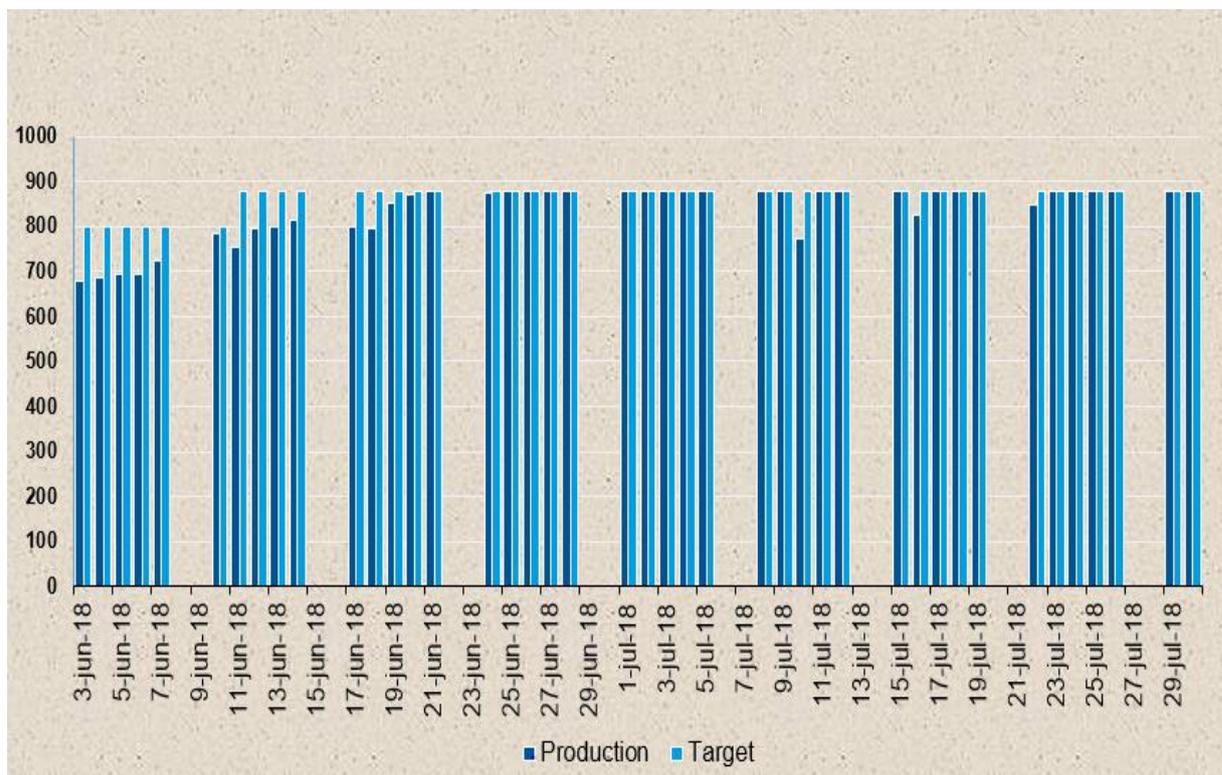
Fonte: Própria, 2018.

Outro fator de grande importância que foi observado é que com a participação dos operadores nas melhorias implementadas, a transição para o novo modelo de montagem foi muito receptiva da parte dos mesmos, assim foi possível mudar de uma

forma cultural todo o processo, fazendo com que até mesmo as outras linhas de montagem assimilassem alguns pontos modificados impactando nas suas metas diárias.

A figura:7 mostra a evolução da linha na produção diária de peças, onde conforme as ações eram implementadas a eficiência da linha evoluía diariamente.

Figura7: Resultados de produção depois das melhorias implementadas.



Fonte: Própria , 2018

A produção conseguiu alcançar resultados eficientes logo na segunda semanas que as ações estudadas foram sendo implementadas, é possível verificar que a linha de montagem se tornou bem mais estáveis, elevando o nível de produção, a uma situação de melhor competitividade no mercado.

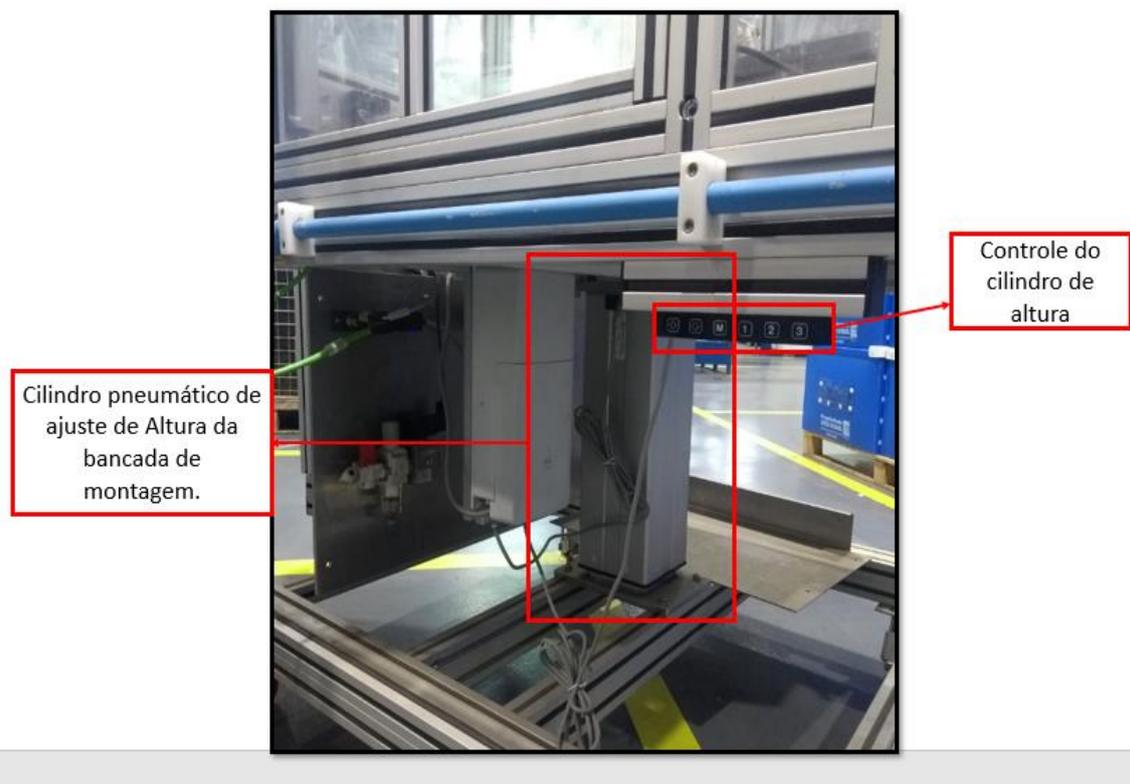
Com a implementação dos padrões estudados, para criação do Trabalho padronizado, é possível perceber que as metas foram atingidas, mesmo com o aumento da demanda diária de produção solicitada pelo cliente.

O ponto importante para se observar é que o intervalo de 27/04/2018 a 03/06/2018, que foi utilizado para levantar todos os dados da linha, foi o mais importante para uma análise e mapeamento muito eficiente do processo, com isso foi possível aplicar todos os pontos de melhorias e ações solicitadas com base em um estudo bem estruturado, devido a veracidade e precisão dos valores levantados.

Em relação ao trabalho padronizado, após o índice de estabilidade da linha se manter por mais de duas semanas e não ter mais se observado melhorias viáveis, o mesmo foi apresentado como padrão final a ser utilizado em todas as linhas a te o início de um próximo estudo.

A meta de implementação de melhorias, dos indicadores de manutenção também foi atingida em todos os postos da linha estudada, foram implantados reguladores de altura para que a máquina se ajuste ao operador.

Figura 8: Controlador de altura



Fonte: Própria, 2018.

Foi possível com a instalação do controlador de altura, modificar a posição de alguns sensores e câmeras na máquinas, pois o ajuste das bancadas, ajudou nas constantes paradas devido os operadores esbararem nestes sensores.

A postura dos operadores na linha tornou o processo mais ergonômico pra os operadores melhorando sua qualidade de vida na realização do trabalho.

Com a implementação da TPM na linha os operadores foram treinados para realizar a checagem da maquinas todo início do turno e pequenas intervenções fazendo com que o índice de paradas diminuísse de maneira significativa como podemos observar na tabela.

Tabela 2: Estratificação das paradas de 03/06/2019 a 29/07/2019

Tipos de paradas	Paradas	%	% Acumulado
Falha no programa, queda de sistema	6	42,86	42,86
Baixa pressão no ar comprimido	3	21,43	64,29
Falha na torqueadeira	3	21,43	85,71
Paradas não identificadas pelos operadores	2	14,29	100,00
Total	14	100	

Fonte: Própria, 2018.

Foi observado que as paradas que antes eram voltadas diretamente a falhas mecânicas, foram praticamente eliminadas, nos dois meses de acompanhamento dos estudos, com a intervenção da produção nos ajustes diários, foi possível prever todas as possíveis quebras possibilitando a manutenção planejar as paradas, não impactando na montagem diária da produção, aumentando o índice de produção ciclos de melhorias.

6 CONCLUSÃO

Após o acompanhamento da linha e todos os estudos realizados, o conhecimento para aplicação de vários conceitos para a melhoria do processo e qualidade, foi ampliado significativamente, nas competências de todos participantes dos processos implementados. O trabalho realizado permitiu a criação e implementação do trabalho padronizado da linha estudada, com isso o fluxo da linha se desenvolveu de uma maneira surpreendente, contagiando não só a equipe, mas também os operadores que trabalham todos os dias na mesma.

Um fato que deve se comentar que é de muita importância e que com a implementação do trabalho padronizado é necessário que todas as áreas envolvidas no processo de montagem, mantenha a linha produzindo de maneira contínua, desde a logística mantendo o abastecimento de matéria prima para as montagens, a cooperação da manutenção para manter as máquinas funcionando, até o comprometimento da gerência em, realizar o treinamento da mão de obra, não só para produzir mas também para fazer parte de todo o desenvolvimento de qualquer melhoria.

Pode dizer que aplicando apenas uma ou duas técnicas de melhoria o efeito pode não ser o esperado, mas com a aplicação de todos os conceitos, e respeitando seus resultados e possível elevar a maneira de se trabalhar em uma linha para outro nível, principalmente no que se diz a técnicas e indicadores de manutenção que é responsável ou está ligada diretamente a praticamente todo processo.

Com a estabilidade da linha houve um aumento na moral dos operadores que se tornaram bem, mas motivados a trabalhar, devido a linha está com o fluxo bem desenvolvido e as máquinas ajustadas de acordo com a características dos operadores, possibilitando um trabalho tranquilo e sem estresse.

Em relação a produção a meta que antes era de 51 peças horas passou a ser de 129 peças horas fazendo a linha de montagem ter um aumento de produção de 152% confirmando assim aos métodos usados para este estudo gerou resultados positivos.

Portanto podemos concluir que a aplicação destes conceitos e estudos nas outras linhas pode ser realizado de maneira similar a aplicada na linha padrão que obteremos resultados de igual satisfação.

Para aplicações realizadas na manutenção as tabelas nos ajudam a observar que houve uma melhora de aproximadamente 93% no total de paradas em relação aos meses anteriores aos de implementação das melhorias, e comparando com os objetivos das metas os 7 % de paradas registradas, não gerou impacto significativo na eficiência final da linha.

REFERÊNCIAS

- Antunes, único et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre:Bookman,2008.
- ARIOLI, Edir Edemir. **Análise e soluções de problemas: o método da qualidade total com dinâmica de grupo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo, Atlas, 2010.
- BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implantação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta**. 2009. 339 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 3 eds. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- FENG, P.; BALLARD, G. Standard Work from a lean theory perspective. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 16., 2008, Manchester. **Proceedings...**Manchester, 2008.
- FRANCELINO, T. R. et al. Melhorias de processos com a aplicação da filosofia lean. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26, 2006. Foz do Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006.
- GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-time: automação e zero defeito. Caxias do Sul:EDUCS,1996.
- GALLARDO, C.A.S. **Princípios e ferramentas do Lean Thinking na estabilização básica: diretrizes para implantação no processo de fabricação de telhas de concreto pré-fabricadas**. 2007. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2007.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- HANSEN, Robert C. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- HUNTZINGE, J. **Why standard work is not standard: training within industry provides an answer**. Target Magazine, v. 22, n. 4, p. 7-13, 2006.
- Jugulum, R. and Samuel, P. (2008), **Design for Lean Six Sigma, Wiley, New York, NY**

KARDEC, Alan; SEIXAS, Eduardo. **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

KISHIDA, M; SILVA, A; GUERRA, E. **Benefícios da implantação do trabalho padronizado na Thyssenkrupp**. Lean Institute Brasil, 2006. Disponível em:

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

LIKER, J. K; MEIER, D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.

LUSTOSA, Leonardo et al. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

PALADY, Paul; Outras Palavras; GRAÇA JUNIOR, João Candido da – ver. **FMEA: análise dos modos de falha e efeito: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. São Paulo: IMAM, 2004.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo, Brasil: Lean Institute Brasil, 2002. 103 p.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis, 2005

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHOOK, J. **Bringing the Toyota Production System To the United States: a personal perspective**. In LYKER, J. K (ed.) *Becoming Lean: inside stories of U. S manufactures*. Portland, \or: Productivity Press, 1997.

TADASHI, Odier. **Fazendo coisas: a essência e a evolução do sistema Toyota de Produção**. 2006.

WOMACK, J. P.; JONES K. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine os desperdícios e crie riqueza**. 5 ed. Rio de Janeiro, Brasil: Campus, 1998. 332 p.

WOMACK, J. P.; JONES K. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 332 p.

WOMACK, S.K.; ARMSTRONG, T.J.; LIKER, J. K. **Lean Job Design and Musculoskeletal Disorder Risk: A Two Plant Comparison**. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, v. 19, n. 4, p. 279-293, 2009.

