

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Anderson Alberto Rocha**

**Gilberto Pinto Moraes Filho**

**APLICAÇÃO DA ENGENHARIA NA FERRAMENTA 3P.**

**Taubaté – SP**

**2017**

**Anderson Alberto Rocha**

**Gilberto Pinto Moraes Filho**

## **APLICAÇÃO DA ENGENHARIA NA FERRAMENTA 3P.**

Trabalho de Graduação apresentado como parte dos requisitos para conclusão do curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: M Prof. Ivair Alves dos Santos

**Taubaté – SP**

**2017**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado  
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

M827a Moraes Filho, Gilberto Pinto  
Aplicação da engenharia na ferramenta 3P. / Gilberto  
Pinto Moraes Filho, Anderson Alberto Rocha. - 2017.  
29f. : il; 30 cm.  
Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) –  
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia  
Mecânica e Elétrica, 2017  
Orientação: Prof. Me Ivair Alves dos Santos,  
Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.  
1. Melhoria contínua. 2. Produtividade. 3. Redução de  
tempo. I. Título.

**Anderson Alberto Rocha**

**Gilberto Pinto Moraes Filho**

**APLICAÇÃO DA ENGENHARIA NA FERRAMENTA 3P.**

Trabalho de Graduação apresentado como parte dos requisitos para conclusão do curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: M Prof. Ivair Alves dos Santos

**Data:** 31/10/2017

**Resultado:** APROVADO

**BANCA EXAMINADORA**

Professor Msc. Ivair Alves dos Santos      UNITAU

Assinatura: Ivair

Professor Msc. Fabio Henrique Fonseca Santejani      UNITAU

Assinatura: Santejani

Dedico aos membros das famílias Rocha e Moraes

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça. Agradecemos ao senhor por nossas vidas, famílias e amigos.

Ao nosso orientador, M Prof. Ivair Alves dos Santos que jamais deixou de nos incentivar. Sem a sua orientação, dedicação, paciência e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

Aos nossos pais Sr. Carlos Rocha, Sra. Geni Rodrigues e Sr. Gilberto Moraes Sra. Vilma Moraes, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre nos incentivaram em nossos estudos.

Às famílias Guedes, Santos, Ribeiro e Botossi que sempre nos acolheram com alegria em vossas casas.

À GE *Renewable Energy* LTDA, em particular aos engenheiros Thiago Chaves e Playtson Bettin, pelos dados utilizados no estudo de caso e principalmente pela colaboração na solução de dúvidas pertinentes ao estudo.

## RESUMO

Neste trabalho aborda-se a aplicação da engenharia na ferramenta 3p utilizando todas as etapas da ferramenta, com a finalidade de desenvolver meios para melhorar a produtividade, custos, qualidade e prazo. Buscando sempre a máxima excelência na produção e a satisfação do cliente no produto final, enfatizando a necessidade de complementação desta técnica na filosofia *Lean Manufacturing*. Esse estudo de caso foi realizado em uma nova linha de montagem situada em uma indústria mecânica. Utilizaram-se indicadores de desempenho para medir a eficiência e eficácia dos processos, assim como a implantação de novos Layouts e o emprego de dispositivos contra erros *Poka Yoke*. Os resultados obtidos evidenciaram que a ferramenta demonstrou ser capaz de mapear o fluxo operacional para eliminação de desperdícios durante a introdução do novo produto e gerando ganho 15% do ciclo, 56% do espaço utilizado, 47% de movimentação, 35% *Lead Time* e uma redução espetacular de 91% de utilização de ponte rolante.

**Palavras-chave:** Melhoria contínua; Produtividade; Redução de tempo.

## **ABSTRACT**

The monography expounds on the engineering application to the 3P tool, using all its steps in order to develop ways to improve productivity, costs, quality and delivery. Also looking for production excellence and client satisfaction with the final product, emphasizing the necessity of this methodology merging it with Lean Manufacturing philosophy. This case study had been done in a new assembly line located in an industry. Performance metrics were used to measure the process efficiency and effectiveness as well as implementation of new layouts and error proofing Poka Yoke. The results indicate that the tool is capable of mapping the operational flow with the purpose of eliminating wasting during the new product start-up, improving 15% of machine cycle, 56% of the area used, 47% of the movement, 35% of Lead Time and the great reduction of 91% of crane uses.

**Key Words:** Continuous Improvement; Productivity; Time Reduction.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planejamento das atividades primeiro dia. ....	22
Figura 2 – Construção do <i>Fishbone</i> . ....	23
Figura 3 – Construção do Layout atual. ....	23
Figura 4 — Construção do <i>Mockups</i> . ....	24
Figura 5 – Construção do <i>Layout</i> atual.....	25
Figura 6 – Planejamento das atividades do segundo dia .....	25
Figura 7 – Planejamento das atividades de terceiro dia.....	26
Figura 8 – Simulação física VSM no estado futuro.....	27
Figura 9 – Mapa do fluxo de valor futuro.....	27

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Produtividade por peça antes da implementação das melhorias .....	21
Gráfico 2 – Comparativo da produtividade por peça antes e depois da implementação das melhorias.....	28

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Formulação do Problema.....	12
1.2	Objetivo Geral .....	13
1.3	Objetivo Especifico .....	13
1.4	justificativa .....	13
1.5	Estrutura do Trabalho .....	14
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1	Produção Enxuta.....	15
2.2	Objetivo da Produção Enxuta.....	15
2.3	Ferramentas da Produção Enxuta .....	16
2.4	Layout.....	18
3	METODOLOGIA .....	19
4	RESULTADOS .....	20
4.1	Introduções da Pesquisa dos Resultados .....	20
4.2	Análise do Resultado Inicial.....	20
4.3	Análise da Evolução dos Resultados inicial.....	22
4.4	Resultado Final.....	28
5	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

Devido a um novo produto a ser fabricado pela empresa ocorrerá uma mudança significativa no modo operacional passando de produção seriada para produção em linha, com as devidas mudanças significativas que ocorrerão no novo processo a ferramenta de desenvolvimento da produção sofrerá mudanças, tornando-se o 3P (Processo de Preparação da Produção).

A ferramenta que desenvolverá a nova produção, cuja finalidade é desenvolver um “sistema de produção” no menor tempo possível a fim de satisfazer as exigências da qualidade do projeto, produção e de custos. Ferramenta na qual faz parte do sistema Lean Manufacturing, que é focada na redução dos sete tipos de desperdícios: superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventario, movimentos e defeitos.

Nesse trabalho, será apresentada a aplicação da engenharia na ferramenta 3P (Processo de Preparação da Produção) numa linha de montagem de uma indústria mecânica, enfatizando a necessidade de complementação desta técnica na filosofia Lean Manufacturing, com a finalidade de obter uma flexibilidade eficiente de uma linha de produção independente da sua demanda.

A implementação da ferramenta 3p (Processo de Preparação da Produção), é uma das ferramentas de fabricação mais avançadas, poderosas e transformadoras que podem ser implementadas na indústria. Muito eficazes em situações que seguem a regra de (alto risco) / (alta recompensa). O objetivo é tornasse claro o papel da engenharia nesta ferramenta tais com na fabricação de dispositivos, na implantação de novos layouts e no processo de fabricação.

### 1.1 Formulação do Problema

Esta pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo de infraestrutura ferroviária e geração de energia localizada no Vale do Paraíba. Através do estudo de caso notou a importância e a necessidade dos indicadores na empresa, pois através deles é possível evitar

gargalos, não conformidades, atingir metas, diminuir o tempo de setup das máquinas, otimizar os processos deixando-os mais eficientes e eficazes podendo assim atender as exigências e expectativas dos clientes.

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo é tornar claro o papel da engenharia na ferramenta de Preparação Processo Produção (3P) tais com na fabricação de dispositivos, na implantação de novos layouts e no processo de fabricação.

## **1.3 Objetivo Específico**

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- Utilizar indicadores de desempenho para medir a eficiência e eficácia dos processos.
- Adequar disponibilidade e recursos no processo de fabricação através dos métodos da ferramenta 3P.
- Adequação das exigências dos clientes, a fim de garantir qualidade, custo e prazos nos produtos oferecidos.

## **1.4 Justificativa**

Com o cenário da indústria brasileira, as empresas estão buscando a competitividade no mercado investindo cada vez mais em processos e ferramentas de trabalho em linha. A implementação da ferramenta 3p (Processo de Preparação da Produção), cuja é uma das ferramentas de fabricação mais avançadas, poderosas e transformadoras que podem ser implementadas na indústria. Muito eficazes em situações que seguem a regra de (alto risco)/(alta recompensa).

## 1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho será constituído de cinco capítulos mais referência:

O capítulo 1 será realizado a introdução, a formulação do problema, os objetivos geral e específico, a justificativa e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 será realizado a revisão bibliográfica, onde o estudo sobre o Processo de Preparação Produção (3P) foi realizado e apresentado os resultados da implementação da ferramenta através da produtividade, qualidade e custos.

O capítulo 3 será realizado a metodologia, explicação clara, objetiva, rigorosa e concreta de todo trabalho realizado no método (trâmite) do trabalho de pesquisa. É a explicação do tipo de estudo, das ferramentas utilizadas, do tempo previsto, das formas de tabulação e tratamento dos dados, enfim, de tudo aquilo que se aplicou no trabalho de pesquisa.

O capítulo 4 onde foi relatado o resultados e discussão, dividido em três tópicos: introduções da pesquisa dos resultados; Análise do resultado inicial; Análise da evolução dos resultados inicial.

O capítulo 5 foi realizado a conclusão, onde foi descritos os pontos de ganhos e observações do método utilizado.

Disposta a referência utilizada para a formatação do trabalho.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

O Intuito deste capítulo é abordar a ferramenta de produção enxuta a *Lean Manufacturing* seus objetivos e as metodologias que fazem essa ferramenta auxiliar no desperdícios de operações , custos e qualidade . Será abordado dentro das metodologias estudadas o 3P Processo Preparação Produção o qual tomou base para esse estudo sobre a importância da Engenharia no desenvolvimento de dispositivos, *layout* e processo de fabricação.

### **2.1 Produções Enxuta**

De acordo com Moreira (2009) refere-se a trabalhos feitos corretamente, no tempo certo no lugar certo, na quantidade certa. Fazer certo requer flexibilidade o mínimo de desperdício e com mentalidades com possibilidades de mudanças.

A empresa enxuta tem menores desperdícios de recursos e tempos, possuem melhoras na qualificação de fornecedores melhoria de produtividade e satisfação do cliente (MOREIRA, 2009).

A abrangência da produção enxuta esta em toda a organização como manufatura, desenvolvimento de produto, operações industriais e desenvolvimento do cliente. A estruturação eficaz vem através de métodos e práticas aplicadas, fazer certo da primeira vez, eliminação de atividades que não agregam valor e flexibilidade de operações e uma das mais poderosas a melhoria continua em todas as áreas desde o orçamento de um produto até a entrega ao cliente (MOREIRA, 2009).

### **2.2 Objetivos da Produção Enxuta**

O objetivo da produção enxuta operacional é ligar dentro de cinco pontos principais, quantidade, tempo, local, qualidade, produtividade, a melhor eficácia possível do inicio ao fim do produto (MOREIRA, 2009).

Para que a eficácia seja bem-sucedida são necessário que seja seguido alguns métodos

para auxiliar a chegar aos resultados desejáveis (MOREIRA, 2009).

### 2.3 Ferramentas da Produção Enxuta

Na inicialização da produção enxuta a empresa deve seguir práticas conhecidas, como: 3P, Kanban, 5s's, setup (dispositivos), poka-yoke (dispositivos à prova de erros), Kaizen. Essas práticas podem eliminar desperdícios nas atividades (ELIAS; MAGALHÃES, 2003).

De acordo com Moreira (2009) *Kanban* é um modelo de cartão visual com informações básicas sobre o produto como série quantidade, auxilia no controle de fabricação e estoque.

A filosofia Cinco S (5s) são palavras japonesas que significam a organização, limpeza, padronização, disciplina e liberação de espaços (LAUGENI; MARTINS, 2005).

*Setup* é tarefa necessária a partir do momento de finalização de uma peça até o início da próxima. Redução do tempo de *Setup*: (troca rápida de ferramenta e ajustes de máquinas) Dispositivos para auxílio do *Setup* são fundamentais para ganho de produtividade, qualidade e flexibilidade (MOURA; BANZATO, 1996).

O conceito *Kaizen* ou melhoria continua se aplica em toda a organização da empresa ela é ligada em todos os canais, do orçamento até a finalização do produto, uma vez implementada uma melhoria ela terá que ser aperfeiçoada e através da melhoria podem ocorrer falhas que estavam invisíveis e que só foram vistas após melhoria no determinado processo ou produto (MOREIRA, 2009).

A Inspeção autônoma feita pelo próprio operador garante uma solução rápida caso algum problema seja detectado, o trabalhador tem autonomia de parar a linha quando o problema é importante, isso garante um melhor índice de qualidade para o produto, além de motivar o operador a achar a causa raiz e eliminar para que não volte a ocorrer (MOREIRA, 2009).

*Poka-Yoke*: (à prova de erros): seria um programa de inspeção criado para impedir falhas humanas e corrigir erros ocasionais em processos industriais, por meios de pequenas ações. *Poka-Yoke* palavra vinda do idioma Japonês *Poka* significa “desatenção” e *Yoke* vinda do verbo *yokeru* “evitar”. A expressão é relacionada a ideia de produzir com qualidade (GILIOLI, 2006).



Muita perca seja elas grandes ou não ocorrem com frequência em um processo de produção, devido a uma serie de fatores que podem ter contribuição para um problema ser persistente. A desatenção humana, o mau treinamento dos colaboradores e ate mesmo e bastante comum às falhas não previstas ou não identificadas na sua criação, podendo encadear muitos indicativos negativos para a corporação que se resulta em prejuízo (GILIOLI, 2006).

Muitos dos problemas de uma empresa se da pelo fato de não empregar um ferramenta eficaz na prevenção de falhas gerando um aumento de refugo da matéria prima, a quebra constante de máquinas e equipamentos por uso incorreto, podendo chegar ao não comprimento de entrega do produto produzido devido o efeito cascata e uma produção não eficaz (GILIOLI, 2006).

Com o intuito de ter um produto sem erros se emprega uma ferramenta do sistema *Lean*, que realça a invenção e a conservação de padrões de trabalho, tendo como primordial a prevenção. Com essa definição se introduz no processo de produção métodos que podem e devem detectar e extinguir o erro persistente, que podem ser constituídos de diversas formas, como: dispositivo passa e não passa fazendo com que o operador note o erro antes de dar continuidade a próxima etapa do processo, a implantação de barreiras fazendo com que seja impossível a montagem de pecas com defeito e também invertida no caso de ter pecas com grandes semelhanças, a utilização de sensores que junto ao CLP (Controle Lógico Programável) da máquina gere um sinal sonoro ou luminoso mostrando o suposto erro (GILIOLI, 2006).

Como em qualquer ferramenta para o seu maior sucesso e indispensável à comunicação e a presença dos colaboradores que trabalham onde será implantado as mudanças, dando a eles motivação com isso gerando um aumento da previsibilidade do processo de produção (GILIOLI, 2006).

A ferramenta 3P é utilizada tanto para um produto em lançamento ou para um produto que precisa de revisão, a ferramenta deve prevê qualquer tipo de problema que possa surgir durante o processo de fabricação e gerar custos inesperados e problemas de qualidade, o quanto antes o 3P for utilizado, melhores são os resultados, você precisa entender o produto, as expectativas do cliente, as características do processo, a demanda do cliente, os parceiros da cadeia de fornecimento, e algumas outras variáveis criticas para obter um conceito apropriado, como um plano de localização, tempo de ciclo esperado, visão do layout da linha, projeto do fluxo de valor da planta, estratégia do fluxo de material e informação (COLETTA, 2012).

No planejamento do 3P o método utilizado é diferente que no desenvolvimento de

processo de produto com os *Brainstorm*, o método utilizado é o *Trystorm* onde são ideias feitas, tentativas de ideias, quando definido o que se quer melhorar, eliminar ou implementar, podemos utilizar técnicas de simulação com protótipos em escalas que permite melhor visualização de problemas e pontos a melhorar (COLETTA, 2012).

Flexibilidade é a capacidade da empresa de agir rapidamente, tomar decisões, um exemplo de saber se a empresa ou processo é flexível é estudando uma mudança na demanda de produção e analisar como será o comportamento do processo. Basicamente existem dois tipos de *flexibilidade*, *flexibilidade* mix onde se pode mudar de um numero maior ou menor de produto e *flexibilidade* de volume quando no intervalo de tempo consegue mudar os volumes de produção (MOREIRA, 2009).

## **2.4 Layout**

Layout refere-se a uma boa disposição de equipamentos, máquinas ou pessoas. Tem a finalidade de planejar, preparar e melhorar novas ou antigas situações onde o mesmo será empregado. Podendo ser utilizado em diversas áreas e com ramos totalmente distintos desde indústria ate mesmo em uma loja de roupa. Em todo layout seja ela novo o já vigente pode se encadear condições que contrapõem o seu sucesso. Tendo como principais condições sete fatores tais como: material, maquinário, humano, movimento, prazo, serviços auxiliares e prédios (instalações) (TOLEDO, 1988).

Ao termino da implantação do layout deve se levar em conta que nunca existira um resultado 100% satisfatório, devido aos fatores a cima mencionada. Assim implantações dos melhores resultados ficaram a critério da equipe de elaboração (TOLEDO, 1988).

### 3 METODOLOGIA

Conforme cita Lakatos e Marconi (2001) a metodologia é a explicação clara, objetiva, rigorosa e concreta de todo trabalho realizado no método (trâmite) do trabalho de pesquisa. É a explicação do tipo de estudo, das ferramentas utilizadas, do tempo previsto, das formas de tabulação e tratamento dos dados, enfim, de tudo aquilo que se aplicou no trabalho de pesquisa.

O método utilizado para a execução desse trabalho foi de revisão bibliográfica realizada com consultas em livros, artigos e revistas tirando as devidas conclusões e entendimentos a respeito do assunto abordado. É importante analisar a maneira de como a ferramenta 3P (Processo de Preparação da Produção) aplicada de maneira correta seu objetivo é alcançado. Também se analisou de como podemos aplica-la em um ambiente fabril de Caldeiraria Leve, sendo utilizada esta ferramenta para implementação de uma nova linha de Produção de um componente de uma Locomotiva ferroviária, nesse cenário a ferramenta utilizada visou a garantia de qualidade do projeto, produção e de custos para a organização.

A ferramenta 3P (Processo de Preparação da Produção) emprega uma filosofia estruturada para a definição das situações e dos problemas a serem melhorados, mede para a obtenção de informações e dados, analisa as informações coletadas, incorpora e empreende melhorias nos processos e, por fim, pode servir como uma ferramenta que pode fornecer dados para controle dos processos, serviços ou produtos existentes, com a meta de alcançar etapas ótimas.

O que por sua vez gerará um ciclo de melhoria contínua e através da análise cuidadosa dessa filosofia que podemos entender como transformar essa ferramenta muito utilizada nas empresas de grande porte e uma ferramenta que atenda às necessidades de empresas menores sem perder o seu valor e sua eficiência quando o assunto é melhoria na qualidade dos processos e produtos, permitindo comunicação e direção da sua organização para aumentar sua eficiência e eficácia pela identificação, compreensão e gestão de processos inter-relacionados de um sistema que são projetados para atender a determinados objetivos.

Por fim, os resultados e conclusões obtidos no final desse trabalho são de pura análise conceitual e podem sofrer divergências e pequenos desvios no momento de sua aplicação prática em empresas de grande e médio porte.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Introdução da pesquisa dos resultados**

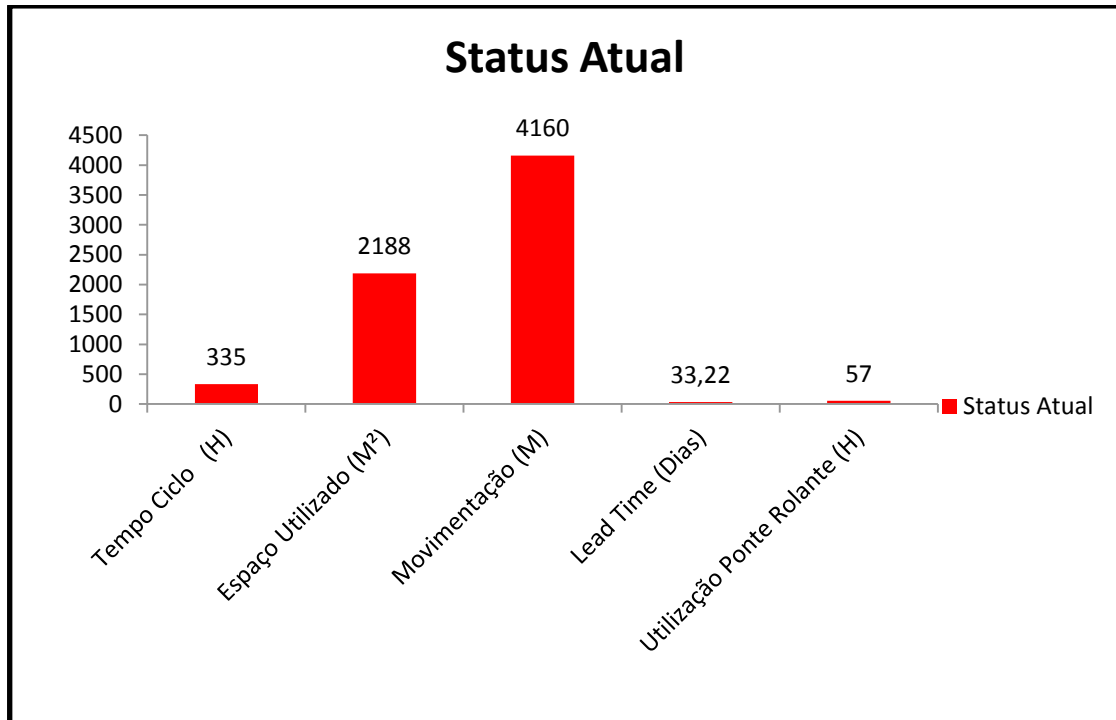
No início do processo de fabricação, definição de processos de soldagem, montagem, layout e todos os procedimentos aplicados no produto era realizado apenas uma folha de processo contendo as informações que a Engenharia definia como a melhor maneira de fazer o produto, sem prever qualquer tipo de imprevisto. Com o processo definido começa a fabricação na manufatura (chão de fábrica) de acordo com o andamento ocorrem dificuldades que poderiam ser evitados como; excesso de movimentação com ponte rolante, excesso de movimentação do operador, ergonomia, posição de soldagem, segurança, qualidade e abastecimento da linha.

Todos os itens mencionados acima geram grandes desperdícios para a organização, gerando paradas não planejadas, defeitos do produto e atrasos no cronograma. Com todos esses problemas a improdutividade aumenta o produto fica mais caro e a organização fica menos competitiva no mercado.

### **4.2 Análise do Resultado inicial**

O análise de dados apresentado pelo grupo no estado inicial, Gráfico 1 mostra o resultado do processo de fabricação proposto da Engenharia Industrial.

**Gráfico 1 – Produtividade por peça antes da implementação das melhorias.**



**Fonte: Próprio Autor**

Ao analisar os dados do Gráfico 1 observou-se um elevado ciclo na produção do equipamento, elevado tempo de movimentação de materiais com empilhadeiras e pontes rolantes, podendo ocorrer atrasos na entrega do produto ao cliente e insatisfação do mesmo. No momento em que o cliente está insatisfeito com o serviço prestado, é extremamente perigoso, pois, ele pode contratar outro fornecedor que atende suas expectativas com qualidade, prazo, preço, comprometimento. Tratando deste produto o cliente tem uma linha de produção de montagem para abastecer e o cliente final para satisfazer.

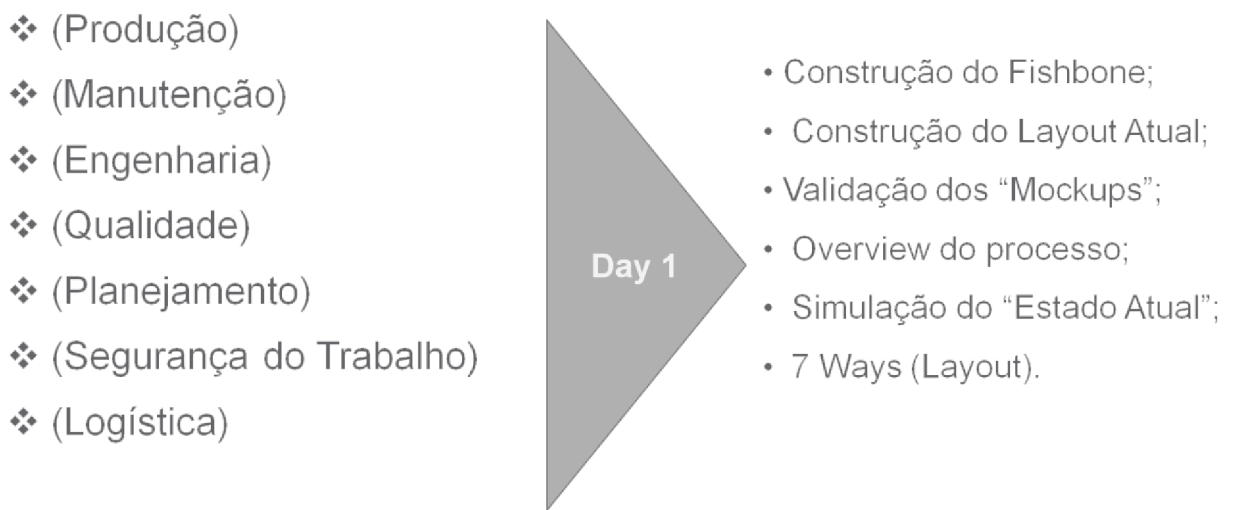
Diante de todos os problemas mencionados e impactos gerados por atraso, jamais a empresa deve chegar neste ponto, peças fabricadas acima do tempo orçado, vai gerar problemas relacionados ao financeiro como multas, ou seja, a empresa obterá menor lucro ou até prejuízo na produção.

Ao detectar que estava com problema no processo de fabricação, observamos uma oportunidade de melhoria em todo o processo, realizamos *Lean Workout* com a ferramenta 3P envolvendo pessoas de diversas áreas como: Engenharia de Processo Industrial, Qualidade, Logística, Segurança do trabalho, Planejamento, Manufatura.

### 4.3 Análises da evolução dos Resultados inicial

O *Lean Workout* teve duração de três dias e foi dividido nas seguintes etapas, primeiro dia Figura 1 , segundo dia Figura 6 , terceiro dia Figura 7.

**Figura 1 – Planejamento das atividades primeiro dia.**



**Fonte: Próprio Autor**

Com a definição das metas a serem buscadas conforme descrito abaixo:

- Atingir o *Takt Time* (tempo de ciclo);
- Identificação de riscos do processo;
- Fluxo contínuo;
- Mesmo telhado e menor área possível.

Iniciado o desenvolvimento da ferramenta com a realização de uma apresentação da área da Engenharia Industrial, do processo desenhado para a linha de produção, a fim de nivelar o conhecimento de todas as áreas envolvidas. Em ordem conforme a figura 1 foi realizado a construção do *fishbone* (espinha de peixe) Figura 2, para ter melhor visualização da fase de montagem de cada subconjunto do produto final.

**Figura 2 – Construção do *Fishbone*.**



**Fonte: Próprio Autor**

A construção do *layout* atual foi desenvolvido na escala mais próxima possível de 1:1, passamos o *layout* desenvolvido pela Engenharia Industrial do papel para o próprio chão de fábrica conforme Figura 3.

**Figura 3 – Construção do *Layout* atual.**



**Fonte: Próprio Autor**

Paralelo ao *fishbone* e *layout* estava sendo preparados os *mockups* (maquetes) conforme Figura 4, que representam o produto e os dispositivos em escala mais próxima a 1:1.

**Figura 4 – Construção dos *mockups*.**

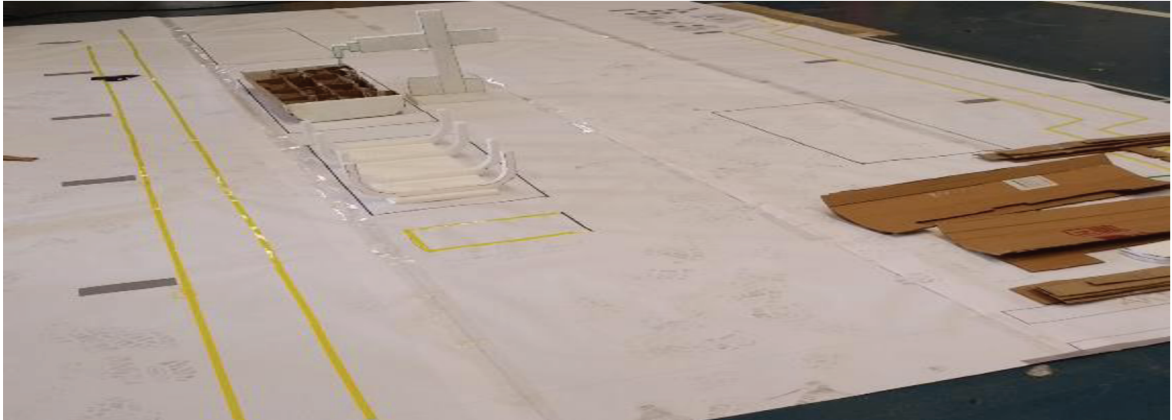


**Fonte: Próprio Autor.**

Com as etapas acima descritas finalizadas começamos a simulação de fabricação do produto conforme Figura 5, com os *mockups*, realizamos o processo de simulação conforme descrito exatamente na folha da Engenharia Industrial, nesta fase começamos a fazer os sete *ways* (porquês) do *layout*, todos os integrantes do time tem autonomia de dar sua opinião e elaborar sua ideia no papel, o time tem a missão de elaborar o numero máximo de *layouts* em seguida é realizada uma votação dos pontos fortes e fracos de cada *layout* e escolhido o que mais se adequa para a organização.

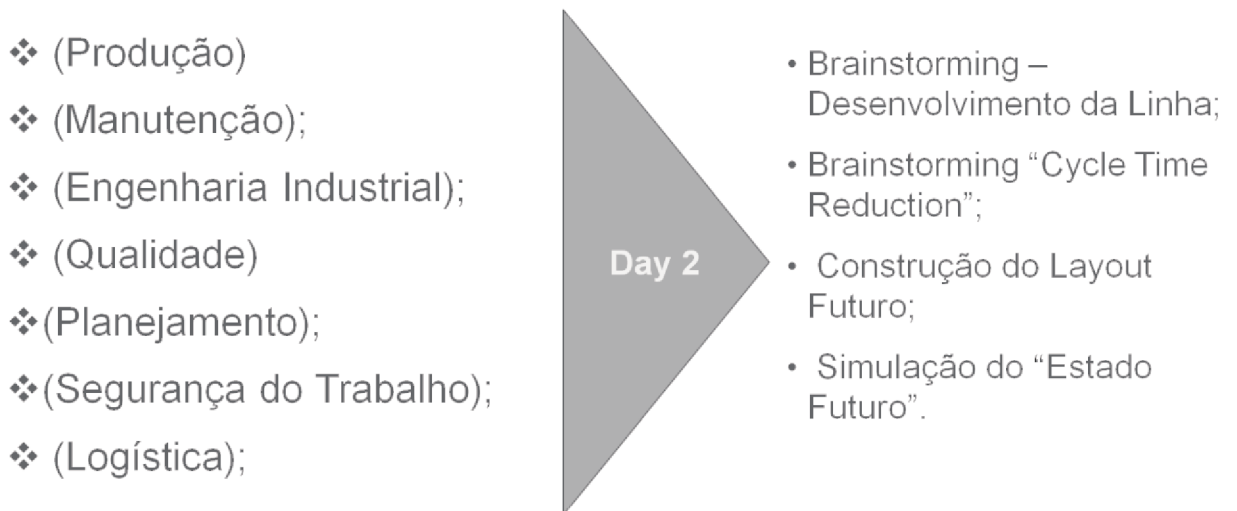


**Figura 5 – Simulação do Layout atual.**



**Fonte: Próprio Autor**

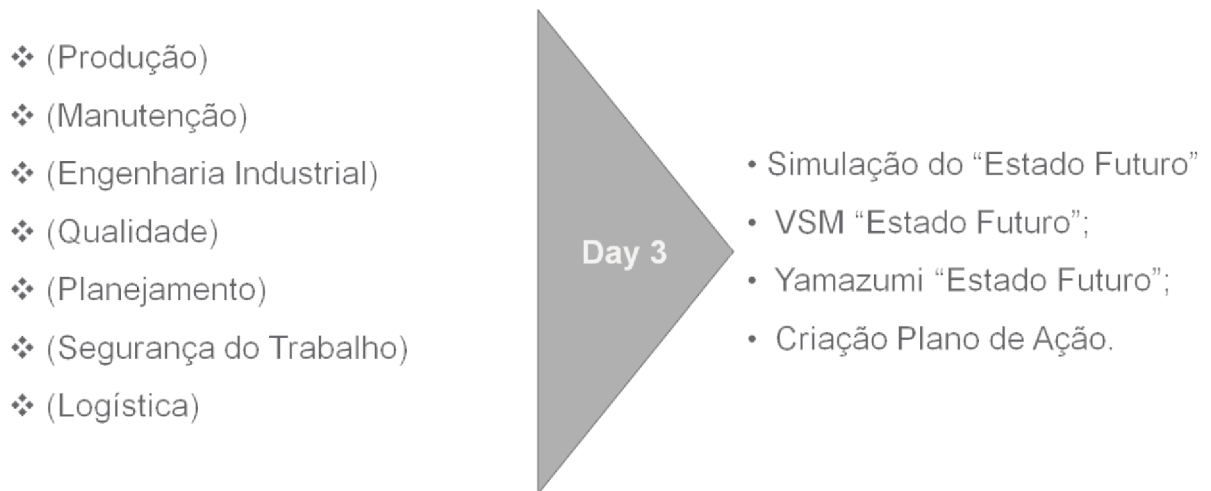
**Figura 6 – Planejamento das atividades do segundo dia.**



**Fonte: Próprio Autor.**

Finalizado o primeiro dia conforme o planejado se inicia a segunda fase do 3P de acordo com a ordem da Figura 6, com o *Brainstorming* (tempestade de ideias) do desenvolvimento da linha e da redução do tempo de ciclo começamos a modificar o processo de acordo com as ideias que surgiram. Com a construção do *layout* futuro as melhorias e as novas ideias de processo surgem, com ações de melhoria de dispositivos, ferramentas de montagem, métodos de controle e garantia de qualidade e *poka yoke*. Revisado o processo se inicia a simulação do novo *layout* para verificar se há mais oportunidade de melhoria e redução do ciclo.

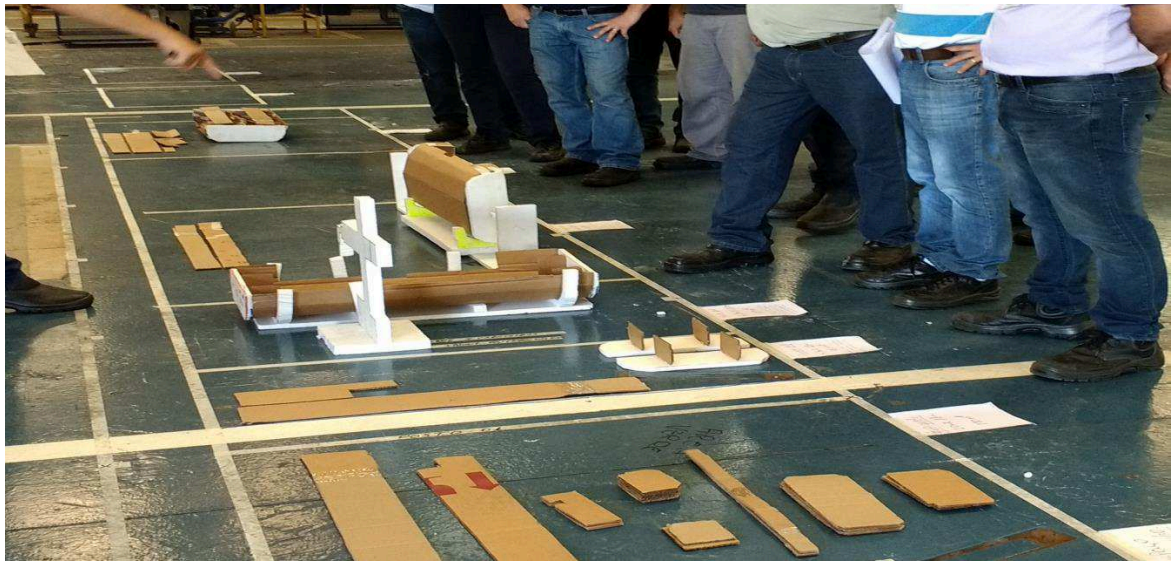
**Figura 7 – Planejamento das atividades de terceiro dia.**



**Fonte: Próprio Autor.**

No terceiro e último dia do *Lean Workout* é feita novamente a simulação como mostra a Figura 8 do estado futuro, quanto mais simulação melhor será o resultado para evitar imprevistos no processo, com a simulação finalizada fazemos o VSM (Mapa do fluxo de valor) conforme Figura 9, onde permite detalhar totalmente o fluxo de materiais e informações do processo o que agrega valor e o que não agrega e é necessário, também conseguimos identificar onde é o processo gargalo para que possamos priorizar as ações para diminuir o gargalo e não impactar a linha.

**Figura 8 – Simulação física VSM no estado futuro.**



**Fonte: Próprio Autor**

**Figura 9 – Mapa do fluxo de valor futuro.**



**Fonte: Próprio Autor**

No *Yamazumi* temos as tomadas de tempo por processo para identificar quais são os elementos de parada de processo como: *Setup*; Máquina, Inspeção, Tempo de Espera de Ponte Rolante e busca de ferramentas.

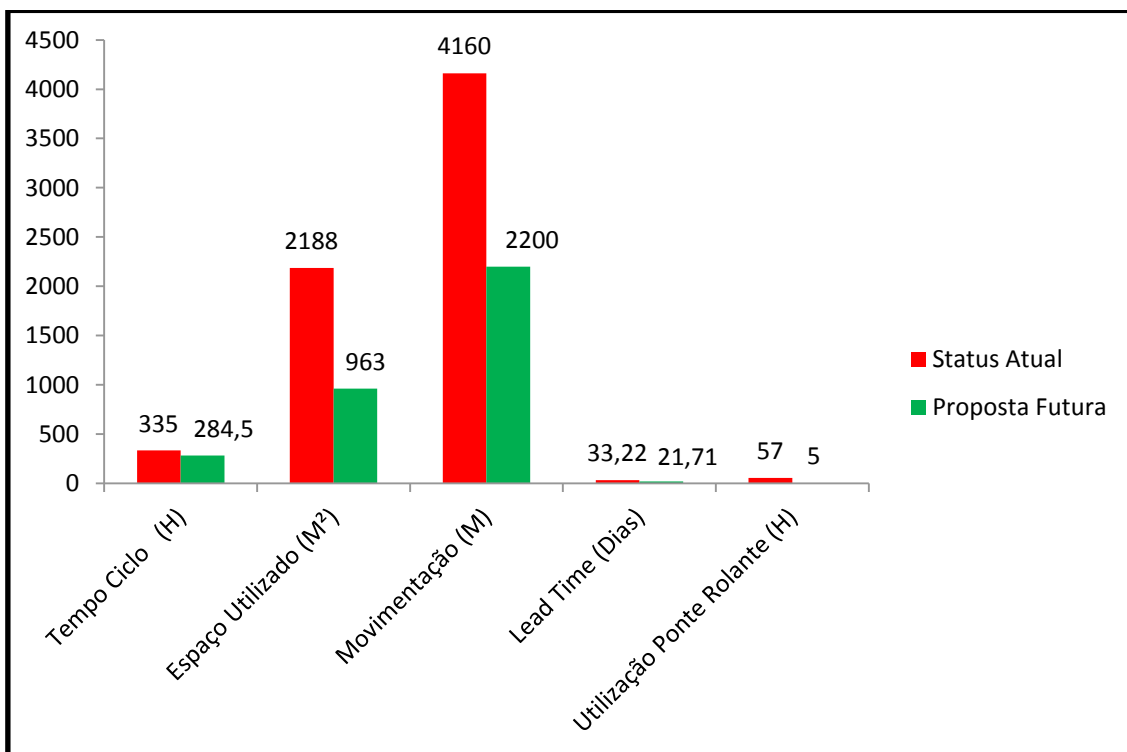
Finalizando todos os pontos do 3P, foi criada uma planilha de plano de ação por

responsável de cada área, onde contem as ações para que ocorra conforme planejado e atenda os itens, tempo de ciclo, eliminação dos riscos de processo, fluxo contínuo e processo sobre menor área possível.

#### 4.4 Resultado final

De acordo com o trabalho realizado o método 3P foi responsável por reduzir 15% do ciclo, 56% do espaço utilizado, 47% de movimentação, 35% *Lead Time* e uma redução espetacular de 91% de utilização de ponte rolante de acordo com o Gráfico 2.

**Gráfico 2 – Comparativo da produtividade por peça antes e depois da implementação das melhorias.**



**Fonte: Próprio Autor.**

Ao longo do estudo, os resultados obtidos com a metodologia 3P, baseando-se na melhoria contínua que geraram, sobremaneira, ganhos visuais, ganhos qualitativos e quantitativos e praticidades de trabalho.

Com a mudança do *layout* e arranjo físico do setor foi possível proporcionar maior

segurança e redução de tempo e movimento. Possibilitou-se, com isso, melhorar de maneira significativa na eficiência da produção bem como à segurança voltada ao trabalho.

## 5 CONCLUSÃO

Diante da elaboração e aplicação da ferramenta 3P (Processo de Preparação da Produção) ao longo do programa e da produção, é aconselhável que devam, sobretudo, ter um acompanhamento a curto, médio e ao longo prazo, diante a sua extensão de desenvolvimento e também realização da melhoria contínua, almejando sempre atingir e prosseguir com formatação mais adequada.

A utilização do método proposto demonstrou ser capaz de mapear o fluxo operacional para eliminação de desperdícios durante a introdução do novo produto. A aplicação do método apresentado evidenciou várias oportunidades para uma diferente visão do projeto, que o levaria a uma redução ou quase eliminação do retrabalho e ações de correção, que aconteceram no projeto original, percebendo ganhos significativos.

O método enfatiza os principais princípios da visão enxuta e ao abordá-los, no projeto, permite que a Manufatura participe e implante essa visão, que, muitas vezes, já faz parte do seu cotidiano e que a compartilhe com as demais áreas da empresa.

Finalmente é importante enfatizar que os métodos da ferramenta 3P, retratado e estudado neste estudo, trouxe ótimos resultados à empresa, sendo isto verdade diante à participação de todos os membros da equipe envolvida no processo, bem como, a participação e colaboração dos demais setores envolvidos indiretamente, principalmente, à diretoria da empresa.

## REFERÊNCIAS

COLETTA, A. R.: **The Lean 3P advantage** (A Practitioner's Guide to the Production Preparation Process)- New York: CRC PRESS Taylor & Francis Group, 2012.

ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C.: **Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.

GILIOLI, R. R.: **Seis sigma** (estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços)- São Paulo: ATLAS, 2006.

LAUGENI, P. F.; MARTINS, P. G.: **Administração da produção**. São Paulo: 2<sup>a</sup> ed. Saraiva, 2005.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.: **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MOURA, R. A.; BANZATO, E.: **Redução do tempo de SETUP**: (troca rápida de ferramenta e ajustes de máquinas)- São Paulo: IMAM, 1996

MOREIRA, D. A.: **Administração da produção e operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

TOLEDO, Jr.: Itys-Fides Bueno de. Layout. **Cronoanálise**. Itys-Fides Bueno de Toledo Jr & Cia. Ltda. Mogi das Cruzes, 1988.