

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO – Engenharia Mecânica
Disciplina MEC041 - Trabalho Final de Graduação II

**MELHORIA NA LINHA DE PRODUÇÃO DE IMPLEMENTOS
RODOVIÁRIOS PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE.**

Autor 1 – Leonardo Alves
150867@upf.com.br

Autor 2 – Dr. Leandro Dóro Tagliari
leandrotagliari@upf.br

Comissão Examinadora – Charles Leonardo Israel, Volmir Supptitz

RESUMO

Análise da linha de montagem e instalação de implementos rodoviários, as variáveis do processo de fabricação, as etapas de fabricação, montagem, solda, lavagem, pintura e instalação, tendo o foco do trabalho na metodologia Lean melhorando os processos utilizando a menor quantidade de recurso possível. Foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, buscando metodologias para auxiliar na análise feita no setor, mostrando os métodos utilizados para o planejamento e controle de produção, as formas de medição e análise as ferramentas para melhorias de processo como as metodologias Lean Manufacturing, Kaisen e PDCA. Contudo foram analisadas as falhas e perdas da linha de montagem, do início da fabricação até a instalação do mesmo, com isso buscando a melhoria no processo, alterando layout, definido fluxo, criando procedimentos, comprando equipamentos e até alterando projeto para facilitar a fabricação dessa forma aumento a produtividade e reduzindo custos, resultando em uma redução no tempo de fabricação de 21%.

Palavras chave: *PDCA, Implementos rodoviários, controle de processos, produção, Lean, Kaisen.*

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa de implementos rodoviários que está no mercado desde 2001, atuando na fabricação de guinchos, catracas, roldanas e cintas para linhas avícolas, agrícolas, rodoviárias e náuticas. Recentemente expandindo a produção para os segmentos de implementos rodoviários, caçambas, caixas roll-on/roll-off, equipamentos roll-on/roll-off.

Com a expansão na linha de implementos rodoviários a empresa busca ganhar mercado, produzindo produto de excelente qualidade e um ótimo preço, como isso se inicia o presente trabalho.

Cada vez mais a competição ocorre entre cadeias produtivas e não apenas entre as empresas. Isto requer que as empresas aumentem a eficiência e a eficácia de seus processos, buscando produzir cada vez mais rápido, com menos recursos e ao menor custo possível (TUBINO, 2009).

Para esse estudo foram usadas às metodologias Lean Manufacturing, sempre buscando uma produção enxuta, produzir mais com o menos. O trabalho teve como sua principal metodologia o ciclo PDCA, métodos e cultura não muito disseminada no Brasil.

Perdomo (2010) evidenciou dificuldade em aplicar conceitos enxutos em linhas de montagem aqui no Brasil dessa forma desenvolvido métodos de implementação específicos, respeitando as peculiaridades de cada empresa.

Dentro das etapas do ciclo PDCA usando outras metodologias para auxiliar, mapeando todo o setor dos implementos usando o mapa de fluxos de valores (VSM), medindo e classificando as perdas de processos com os sete desperdícios do sistema Toyota de produção (STP), visualizando as perdas por movimentação com o diagrama de spaghetti.

Executando um plano de ação com a ferramenta 5W2H, facilitando a forma de resolução dos problemas, para que se consiga de forma simplificada a resolução dos problemas e assim aperfeiçoar a linha de produção.

Tendo como objetivo a melhoria do processo de fabricação em detalhes sutis de produção procurando a otimização sem ter que investir para conseguir retorno.

1.1 Objetivo Geral e Específicos

Otimização na linha de produção de implementos rodoviários para aumento de produtividade e redução de custos de produção.

- Analise completa da linha de produção dos implementos rodoviários.
- Cronoanálise de todo o setor de produção.
- Utilizar metodologias *Lean Manufacturing*, *Kaisen*, PDCA para análise e implementação das melhorias.

- Otimização de processo para diminuição de gastos e maior produtividade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desperdícios nos sistemas produtivos

O desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agregue valor ao produto. Segundo Ghinato (1996), a perda é definida como a parcela de recursos utilizados de forma não necessária. Por outro lado, Taylor (1990) associa a visão de perda à ineficiência industrial.

Na visão da qualidade, Taguchi (1990) define a perda como prejuízo que um produto causa no momento em que ele é liberado para a venda. O preço que o consumidor paga na hora da compra já representa uma perda, e uma má qualidade no produto representa um custo adicional.

Para Ohno (1997) a capacidade de produção em um sistema produtivo é representada pela equação “Capacidade de produção = trabalho + perda”, onde trabalho compreende as atividades que levam o processo a efetivamente alcançar seu objetivo. Perda é toda atividade desnecessária que gera custo e não agrega valor ao produto, devendo ser eliminada.

Ohno (1997), Shingo (1996) e Slack (2009) identificam sete principais desperdícios: superprodução, espera, transporte excessivo, perdas no processo, estoque desnecessário, movimentação desnecessária e produtos defeituosos, os quais serão detalhados a seguir. Para o STP são nestes pontos que se encontram as principais formas de desperdícios da indústria, ou seja, não agregam valor ao produto. Esta análise do sistema produtivo através do MFV permite identificar as sete perdas e desenvolver ideias e ações para eliminar uma ou mais formas de desperdício.

Segundo Liker (2005), ainda há um oitavo tipo de perda: o desperdício intelectual. Este desperdício caracteriza-se pela perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não ouvir e envolver os funcionários.

Antunes (1998) descreve outras perdas existentes no sistema produtivo: perdas ergonômicas, perdas relacionadas ao meio-ambiente, perdas energéticas e perdas na comunicação devido ao excesso de níveis hierárquicos.

2.1.1 Superprodução

A perda por superprodução consiste em produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo da produção, gerando estoques excessivos (SLACK, 2009). São perda por produzir excessivamente e a perda por produzir antecipadamente.

A necessidade de manter estoque de matéria-prima e produtos acabados trás a ideia de segurança, tendo como objetivo preparar-se para eventuais incertezas de entrega ou variações de preço de compra. Esta abordagem de estoque não é economicamente viável. O ideal é produzir somente o necessário, quando necessário e na quantidade necessária (MENEZES, 2003).

2.1.2 Espera

Esta perda é caracterizada por ociosidade de pessoas, materiais e máquinas devido à produção de estoques, resultando em lead times longos. As perdas por esperas podem ser: espera no processo, espera do lote ou espera do operador.

Conforme Shingo (1996) as causas que levam ao aumento das perdas por espera são as seguintes:

- Elevado tempo de preparação: longos tempos de setup de dispositivos e ferramentas;
- Falta de sincronização da produção: com o ritmo de produção desuniforme, ocorre o desbalanceamento da produção e a espera de trabalhadores e máquinas;
- Falhas não previstas que ocorrem no sistema: problemas de equipamentos, acidentes causados por fadiga dos colaboradores.

Algumas técnicas e conceitos podem ser utilizados para reduzir ou eliminar as causas das perdas por espera como troca rápida de ferramentas (SMED), para reduzir o setup, conceitos para sincronizar a produção, como kanban, fluxo contínuo, balanceamento e nivelamento da produção e manutenção produtiva total (TPM), para manter o funcionamento confiável do equipamento e impedir paradas não programadas.

2.1.3 Transporte excessivo

Está relacionado à movimentação desnecessária de materiais, informações e pessoas dentro da fábrica, não agregando valor ao produto.

A perda por transporte está relacionada diretamente com todas as atividades de movimentação de materiais que geram custo e não adicionam valor, podendo ser eliminadas imediatamente ou em curto prazo (SHINGO, 1996).

De acordo com Slack (2009), melhorias no espaço fabril que reduzam as distâncias percorridas entre os estágios do processo e aprimoramentos nos métodos de transporte e organização do local de trabalho, podem minimizar ou eliminar as perdas por transporte.

2.1.4 Perdas no processamento

Processos desnecessários na transformação de um produto. Slack (2009) afirma que no próprio processo pode haver fontes de desperdícios, pois algumas operações existem apenas em função do projeto inadequado, podendo assim ser eliminados.

Esta perda pode ser eliminada usando-se:

- Análise de valor que questiona métodos a serem utilizados na produção de produtos e serviços;
- Projetos que facilitem o processamento;
- Manutenções adequadas dos equipamentos;
- Máquinas que flexibilizam a produção;
- Dispositivos à prova de erros “Poka-yoke”.

2.1.5 Estoque desnecessário

Corresponde ao excesso de matéria-prima, de estoques em processo ou de produtos acabados, causando lead times longos, custo de transporte, custos de armazenagem e atrasos.

De acordo com Slack (2009), altos níveis de estoque podem esconder diversos problemas no sistema produtivo, como: produto defeituoso demanda instável, produtos fora do padrão, operadores não treinados, retrabalho erros de quantidade, arranjo físico ruim e refugo.

Para Shingo (1996), a existência de estoques tem como causa fundamental a falta de sincronia entre o prazo de entrega do pedido e o período de produção, sendo estes problemas solucionados com o nivelamento e sincronização da produção.

2.1.6 Movimentação desnecessária

Refere-se aos movimentos desnecessários de materiais e operadores durante a execução de um processo, estando diretamente relacionado à desorganização do ambiente de trabalho. Esta desorganização gera baixo desempenho produtivo, perda frequente de peças e demora na execução das atividades.

Segundo Slack (2009) um operador pode parecer ocupado, mas nenhum valor está sendo agregado ao produto se a movimentação e correria estão sendo por desperdícios do processo.

Outros métodos para a eliminação desse desperdício é a organização do ambiente de trabalho e a melhoria do leiaute.

2.1.7 Retrabalho

A produção de peças e produtos fora da especificação de projeto resulta em produtos não conformes, retrabalhos e refugos. O retrabalho gera custos adicionais e reprocessamento. No caso do refugo perde-se o material, o processamento e o custo da mão-de-obra para a execução do processo.

Se produtos não conformes não forem detectados e chegarem até o cliente, esta perda terá proporções e custos muito elevados, causando diversas consequências:

- Custos aumentados de distribuição;
- Custos elevados de garantia;
- Marketing negativo para a empresa;
- Prejuízos comerciais e judiciais.

De acordo com Imam (1996) a pior situação da perda é aquela em que o defeito passa despercebido por todo o processo de manufatura e é descoberto pelo cliente.

As formas de eliminar os defeitos que geram refugos e retrabalho é realizar inspeções para identificá-los, e também, para evitar a recorrências dos defeitos.

2.2 Planejamento e controle da produção

O planejamento e controle da produção são responsáveis pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de modo a atender da melhor forma possível aos planos

estabelecidos, sendo separado em três níveis: estratégicos, tático e operacional (LUSTOSA, MESQUITA, 2008).

No nível estratégico, colabora com a formulação de um plano de produção, consolidado com o plano financeiro e o de marketing. No nível tático, desmembra o plano de produção, detalhando os bens e serviços que serão executados. E no nível operacional, programa e acompanha cada implementação desde o plano de produção (TUBINO, 2009).

Em uma empresa, um bom planejamento e controle da produção identificam quais são os fatores que influenciam diretamente nos setores produtivos, buscando sempre uma melhoria contínua no processo, seja ela na qualidade, confiabilidade, velocidade, flexibilidade ou redução de custos, mantendo assim a empresa sempre competitiva no mercado (LUSTOSA, MESQUITA, et al., 2008).

2.2.1 Planejamento da produção

O planejamento faz com que os gestores das empresas antecipem decisões sobre ações a serem tomadas, para se obter bons resultados futuros. Isso envolve estabelecer de onde se parte, projetar as condições futuras fora do nosso controle e imaginar um conjunto coerente de ações que possam nos conduzir a esse futuro desejado (LUSTOSA, MESQUITA, et al., 2008).

Um bom planejamento é aquele que antecipa tudo que é necessário para realização das atividades ao longo do tempo, como suas operações, durações, quais os procedimentos que devem ser executados, bem como a determinação das equipes e recursos necessários. (LUSTOSA, MESQUITA, et al., 2008).

2.2.2 Controle da produção

O controle da produção tem como objetivo realizar uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, com isso deve ser visualizado os erros, identificando sua magnitude, de modo que os responsáveis pelas atividades possam agir evitando os mesmos (TUBINO, 2009).

“Quanto mais rápido os problemas forem identificados, ou seja, quanto mais eficientes forem as ações do acompanhamento e controle da produção, menores serão os

desvios a serem corrigidos, menor o tempo e as despesas com ações corrigidas” (TUBINO, 2009).

2.3 Lean Manufacturing

O termo Manufatura Enxuta, ou do inglês “*Lean Manufacturing*”, pode ser definido como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, na qual é possível fazer mais com menos recursos e menos tempo (WOMACK e JONES, 1998).

A Manufatura Enxuta (ME) surgiu a partir do Sistema Toyota de Produção e tornou-se popular em 1990 após a publicação do livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (WOMACK *et al.*, 1992).

Essa abordagem levou as empresas a resultados muito superiores aos obtidos pelas montadoras norte-americanas, que adotavam naquela época o sistema tradicional de produção em massa. Isso foi possível devido à utilização de diversas ferramentas e técnicas de forma integrada, possibilitando que a produção fosse extremamente flexível e adaptável (MARTINS e LAUGENI, 2005),

A ME vêm sendo aplicadas em diversas organizações dos mais variados ramos, devido à alta competitividade do mercado. Para Shingo (1996), estas técnicas podem ser aplicadas em qualquer organização de qualquer país, porém devem ser adaptada às características de cada situação.

A manufatura enxuta é uma abordagem utilizada com o objetivo de aumentar a flexibilidade de produção, aumentar os resultados e reduzir desperdícios, sendo estes, definidos por Womack e Jones (1998) como qualquer operação que absorve recursos e não agrega valor.

Uma pequena parte do tempo total e do esforço de qualquer organização agrega valor para o consumidor final e que definir claramente este valor na visão do cliente faz com que todas as atividades que não agregam valor (desperdícios), possam ser identificadas e eliminadas.

O pensamento enxuto, abordado por Womack e Jones (1998), baseia-se em cinco princípios enxutos:

- Princípio do valor: eliminar as fontes de desperdícios e criar valor;
- Princípio do Fluxo de Valor: identificar o fluxo de valor;

- Princípio do Fluxo: fazer com que o valor flua pelo processo;
- Princípio da Perfeição: esforço à perfeição.

Segundo Slack (2009), a filosofia enxuta tem foco em três princípios: a eliminação de desperdícios, o envolvimento dos funcionários na produção e o esforço de aprimoramento contínuo.

2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), do inglês, *Value Stream Mapping*, é uma ferramenta desenvolvida por Rother e Shook. O MFV é uma ferramenta qualitativa usada para descrever como a produção opera e como deveria operar para criar um fluxo de valor otimizado. Esta ferramenta é capaz de representar todas as etapas envolvidas nos fluxos de materiais e informações na medida em que o produto segue o fluxo de valor, auxiliando na compreensão da agregação de valor, desde o consumidor até o fornecedor (ROTHER E SHOOK, 2003).

Segundo Rentes (2004), o mapeamento do fluxo de valor sugere “siga a trilha de produção de um produto de porta-a-porta da empresa e cuidadosamente desenhe uma representação visual de cada processo no fluxo de materiais e informações. Em seguida, elabore o mapa do estado futuro mostrando como o valor deveria fluir”.

O MFV tem como objetivo fornecer uma linguagem comum, identificar os desperdícios e suas fontes, desenvolver um fluxo simplificado, revelar oportunidades de melhoria e agregar valor ao cliente.

Segundo Rother e Shook (2003), a implantação do MFV consiste nas seguintes etapas:

Seleção da família de produtos: No início do mapeamento é necessário selecionar uma família de produtos. Os produtos são agrupados em famílias, levando em consideração os processos semelhantes em cada produto, as máquinas e equipamentos comuns aos processos, etc.

Mapeamento do estado atual: Após a definição das famílias de produtos a serem analisadas, inicia-se o mapeamento utilizando um conjunto de símbolos ou ícones para representar os processos e os fluxos. O mapeamento é realizado no nível porta-a-porta, do consumidor ao fornecedor, desenhando o mapa da situação atual com seus fluxos de materiais e informações.

Mapeamento do estado futuro: A partir do mapa do estado atual, elabora-se um mapa do estado futuro, eliminando-se os desperdícios identificados anteriormente e propondo melhorias potenciais.

Plano de melhorias: Nesta etapa propõem-se um plano de implementação das melhorias, composto por tarefas, responsabilidades e metas a serem atingidas para alcançar a situação futura.

O mapeamento do fluxo de valor é um método de modelagem relativamente simples, utilizando apenas lápis e papel é possível construir mapas por meio de ícones e regras que levam em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações (ROTHER E SHOOK, 2003).

O grande diferencial do MFV é reduzir significativamente e de forma simples a complexidade do sistema produtivo e ainda oferecer um conjunto de diretrizes para a análise de possíveis melhorias. Nesse sentido, a técnica de MFV auxilia no desenvolvimento conceitual da “situação futura” do sistema de produção enxuta.

Rother e Shook (2003) caracterizam a elevada importância desta ferramenta para a visualização da situação atual e construção da situação futura:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Ajuda a enxergar o fluxo;
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. O mapeamento ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que se pode discuti-las;
- Integra conceitos e técnicas enxutas, evitando a implantação de algumas técnicas isoladamente;
- Forma a base de um plano de implementação, em que os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implantação enxuta;
- Demonstra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;

É uma ferramenta qualitativa que descreve em detalhes como a sua unidade produtiva deveria operar para criar fluxo. O mapeamento do fluxo de valor fornece números que servem para criar senso de urgência ou medidas e comparações dos mapas antes/depois.

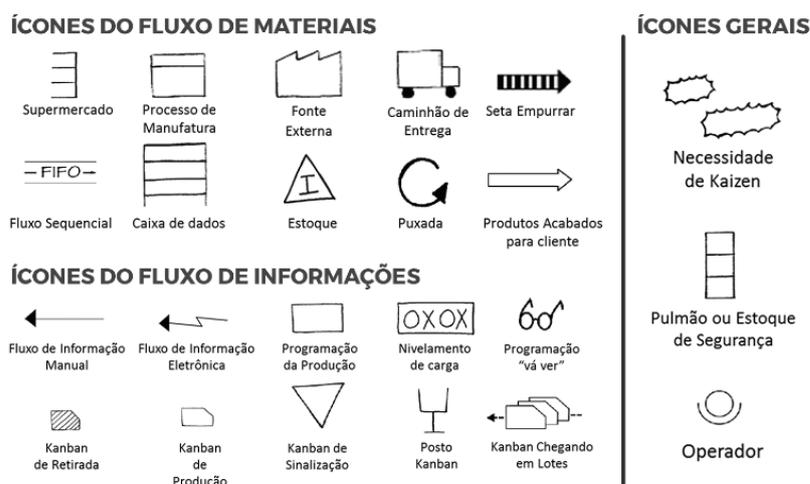
De acordo com Rosa (2008), a aplicação do MFV para uma família de produtos proporciona a visualização gráfica dos seguintes elementos:

- O fluxo de matéria-prima, desde o estoque até os processos de montagem dos componentes;
- A quantidade e frequência de abastecimento dos estoques de matérias-primas;
- O fluxo de componentes e a frequência que serão enviados aos processos posteriores de montagem;
- O fluxo de informações da família de produtos e a interação com os processos que produzem componentes para outras famílias de produtos;
- A área de armazenagem necessária para matérias-primas, componentes e produtos acabados, bem como a viabilidade de criação de “supermercados” entre processos.

Conforme Rother e Shook (2003), o mapeamento ainda ajuda a estabelecer a real necessidade e o foco adequado das diversas ferramentas Lean, tais como: células de fluxo contínuo, sistemas puxados e nivelados, *setup* reduzido, Manutenção Produtiva Total (TPM), etc., e a enxergar melhor a interação entre elas.

Os ícones e símbolos utilizados (Figura 1) para desenhar os mapas de fluxo de valor foram desenvolvidos pelo Lean Enterprise Institute (LEI), instituto norte-americano criado para disseminar os conceitos Lean.

Figura 1 - Símbolos do VSM



Fonte: Nortegubisian (2021)

2.5 PDCA

O ciclo PDCA é um método criado para auxiliar as empresas no alcance de suas metas, onde pode ser aplicado para organização ou prosperidade, com ele é possível identificar cada etapa de forma simplificada mostrando o caminho percorrido até o alcance das metas. O Ciclo PDCA pode ser aplicado em qualquer situação, sempre buscando resultados da análise dos processos que estão sendo estudados, se as metas não forem atingidas, o ciclo deve ser iniciado novamente até as metas previstas serem atingidas (WERKEMA, 1995).

Segundo (CAMPOS, 1995), o ciclo PDCA tem a função de mostrar de forma mais clara e ágil os módulos do processo de gerenciamento, as quais são divididas em:

- PLAN (Planejamento): Módulo que tem por objetivo, identificar o problema, estabelecer metas, analisar os fenômenos e os processos, elaboração de um plano de ação.
- DO (Fazer): Módulo onde é posto em prática as atividades criadas no plano de ação do módulo anterior, tem como procedimento o treinamento e execução das ações planejadas.
- CHECK (Checar): Módulo onde são realizadas as avaliações, o monitoramento e o controle das ações que estão sendo executadas, comparando-se os resultados com o que foi planejado no módulo planejamento.
- ACT (Agir): Módulo em que são realizadas as ações sobre os resultados apresentados, se as metas forem alcançadas adota-se o plano de ação como padrão, caso as metas não forem alcançadas, agir sobre as causas que impediram que o objetivo fosse alcançado.

2.6 5W2H

A ferramenta 5W2H auxilia o ciclo PDCA na elaboração de um plano de ação, sendo este um conjunto de contramedidas com o objetivo de bloquear as causas fundamentais. O método consiste em responder as sete perguntas: What (O que, qual), Where (onde), Who (quem), Why (porque, para que), When (quando), How (como), How Much (quanto), de modo que todos aspectos básicos e essências de um planejamento sejam analisados (WERKEMA, 1995).

Essa ferramenta é muito útil quando utilizada como um check-list. A partir do momento em que as ações passam a ser mais complexas e menos definidas, passa a ser mais difícil identificar o que deve ser alcançado, bem como as causas dos problemas a serem corrigidos (CAMPOS, 1992).

A ferramenta 5W2H pode ser utilizada não só para controle ou manutenção da qualidade, mas também, por exemplo, no gerenciamento da qualidade ou até como base em um planejamento estratégico de empresas.

2.7 Kaizen

Nos anos 50, os japoneses retomaram as ideias da administração clássica de Taylor que se baseia na aplicação do método científico com o intuito de garantir o melhor custo/benefício aos sistemas produtivos, e para renovar sua indústria criaram o conceito de Kaizen, que significa aprimoramento contínuo (TAYLOR, 1990).

A aplicação da ferramenta Kaizen nas organizações teve início logo após a Segunda Guerra Mundial no Japão. Nessa época o país passava por uma situação difícil, uma vez que havia perdido a guerra e suas empresas precisavam crescer, mas não havia capital para ser investido e não havia a possibilidade de incentivo por parte do governo (COSTA, 2012).

Traduz-se Kaizen como Kai = melhoria / Zen = contínua, onde não significa somente fazer melhor as coisas, mas procurar também conquistar resultados específicos como eliminação de desperdício, de tempo, dinheiro, material e esforço; elevando a qualidade de produtos, serviços, relacionamentos, conduta pessoal e desenvolvimento de empregados, reduzindo os custos de projeto, fabricação, estoque e distribuição; transformando o atendimento ao cliente em um processo natural e interminável (COSTA, 2012).

O Kaizen é baseado em um sistema simples de resoluções dos problemas e qualquer ideia, por mais simples que seja, deve ter total atenção. O erro de muitas estratégias de qualidade é de se concentrarem em sistemas muito formais no combate ao desperdício. Na verdade, a metodologia Kaizen, não está ligada à ideia de sofisticação, mas a razões simples e baratas, unidas ao bom senso.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho foi realizado em uma empresa do ramo de implementos rodoviários, localizada no município de Vila Maria RS, trata-se de uma pesquisa relacionada à produção, onde a otimização do processo visa a satisfação e excelência na qualidade do desenvolvimento da produção. O tema abordado tem como principal objetivo aperfeiçoar a linha de produção, eliminando desperdícios, utilizando as metodologias apresentadas nos objetivos e revisão bibliográfica.

2.8 Implementos rodoviários

Os implementos são os reboques, semi-reboques e carrocerias, ou seja, os componentes do caminhão responsáveis pela função específica do transporte de cargas. Atua em um contexto em que o modal rodoviário é amplamente dominante. Por isso, é vital a compreensão da dinâmica de funcionamento do setor de implementos rodoviários.

Um dos maiores influenciador do crescimento desse ramo está intimamente ligado à eficiência da cadeia logística de infra-estrutura do transporte de carga existente no país. A matriz brasileira de transporte de cargas é desbalanceada e privilegia o modal rodoviário

Um caminhão completo é uma combinação de produtos fornecidos por dois setores industriais. O primeiro é responsável pela produção do veículo automotor, composto por cabine, chassi e sistema de motor e tração, e o segundo é responsável pela fabricação dos produtos acessórios e complementares ao caminhão (reboques, semi-reboques, caçambas e carrocerias), os chamados implementos rodoviários, que permitem ao veículo cumprir efetivamente sua função de transporte de cargas.

A configuração do equipamento depende da natureza da carga que vai ser transportada e do objetivo. Para atender à demanda e maximizar a eficiência do transporte, os fabricantes produzem uma gama bastante variada de produtos, cujas características básicas podem ser classificadas em carrocerias, sobrechassi (Roll on Roll Off) e rebocadas.

Os equipamentos Roll-On Roll-Off (figura 2) são pensando no setor de serviços, o uso do Roll On é uma das soluções em transportes rodoviários mais utilizados pelas empresas que desejam trafegar com as suas cargas. Este tipo de equipamento surge por

volta dos anos 1980 no Brasil, junto com o uso dos containers. Sendo assim, era necessário um caminhão com adaptações específicas para poder transportar esses grandes módulos.

Figura 2 - Equipamento Roll on Roll Off



Fonte: Robustec (2022)

O diferencial em relação a outros caminhões é a possibilidade de acoplar e desacoplar container podendo elevar a carga para descarga de materiais.

Para as Normas técnicas ABNT 2.25.5, roll-on roll-off é um mecanismo de içamento provido de chassi mecânico e atuadores hidráulicos com auto travamento, destinado ao carregamento, descarregamento e basculamento de equipamento veicular.

É um tipo de chassi equipado com um sistema acionado por comandos Hidráulico, capazes erguer o peso e também baixar por meio de comandos dados ao painel e operados pelo motorista.

3.1 Estudo de caso

Com o objeto de reduzir custo, aperfeiçoar a produção, aumentar a qualidade e aumentar o volume de produção se iniciou o estudo da linha, mais especificamente do “Roll on” principal item da linha de implementos rodoviários da empresa.

Com o auxílio do ciclo PDCA, ferramenta para controle e melhoria de processos, na qual é utilizada para as atividades de análise e solução de problemas, será analisado

cada setor do processo de fabricação, identificando quais os principais fatores que estão influenciando a produção de forma negativa, verificando ações de controle que podem ser aplicadas, buscando sempre uma melhoria contínua para reduzir os custos de produção e aumento da produtividade.

3.2 Planejamento

Na fase de planejamento do ciclo serão avaliadas as informações agregadas, quanto mais informações maiores serão as possibilidades da meta a ser alcançada.

Com isso foi definido as metas e objetivos a serem seguidas:

- Identificação de toda linha e definição de processo;
- Cronoanálise e identificação da fase onde se tem o maior lead time;
- Identificação e classificação das perdas do processo;
- Análise demanda x capacidade;
- Plano de ação para execução das mudanças e melhorias.

Para auxiliar nos objetivos serão usadas as metodológicas de:

- Mapeamento de fluxos de valores: que irá auxiliar na visualização do setor, sequenciamento do processo, etapas de produção, dando uma visão clara do estado atual do processo.

- Análise de eficiência: mapear toda a linha e classificar os desperdícios encontrados e o tempo de desperdício.

- Fluxograma e diagrama de espaguete: mostrando de forma clara e simples as movimentações feitas dentro do setor.

- 5W2H: Com essa ferramenta criar o plano de ação e buscar a melhor forma de resolver os possíveis problemas encontrados.

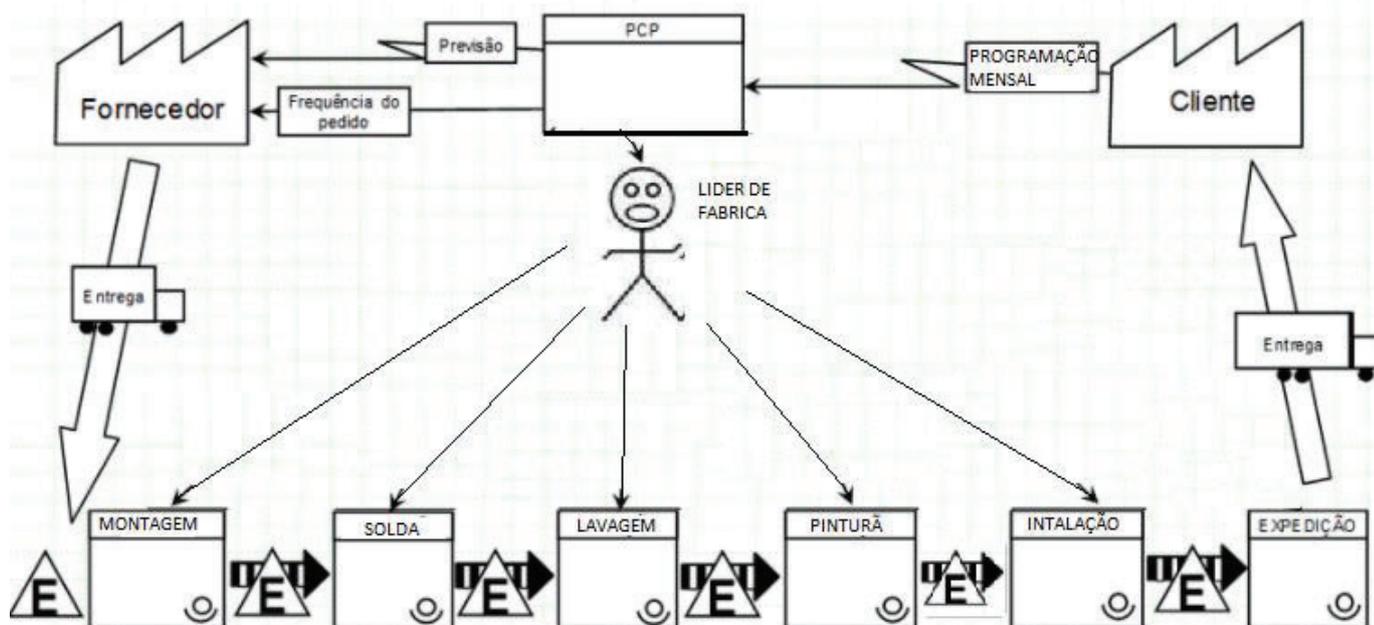
3.3 Fazer

No módulo fazer será colocado em prática, de acordo com cada processo, todos os objetivos e metas que foram estipulados anteriormente no módulo planejar.

3.3.1 Identificação de toda linha e definição de processo

Com a ferramenta de Mapeamento de fluxos de valores foi criado o mapa do setor mostrando a entrada de material até sua expedição, como mostra o fluxograma da Figura 3.

Figura 3 - Fluxo VSM do setor de implementos



Fonte: Autor (2022)

O VSM nos fornecer uma visualização estruturada das etapas principais e dos dados essenciais para compreender e fazer melhorias de maneira inteligente que aperfeiçoam todo o processo.

O processo começa pela compra pelo cliente, onde é realizada pelo comercial, posteriormente o comercial envia essas informações para o PCP para que faça o planejamento da produção, programar compras de componentes e emissão de ordens de fabricação para os componentes do produto final.

Nesse processo já temos alguns problemas onde muitas vezes a produção trabalha sem ordem de fabricação, o processo funcionava pela.

3.3.2 Gargalo de fabricação

Após ter definido as etapas do processo, se iniciou a cronoanálise em cada etapa, para conhecermos o lead time, essa etapa é muito importante, conhecendo os tempos de

processo, para identificar onde se tem a etapa gargalo, ou seja, a etapa onde se tem o maior tempo de processamento. Sendo assim etapa que possui menos capacidade produtiva e por sua vez limita o desempenho da produção, dificultando o seu escoamento, afetando o plenamente da demanda da empresa.

Foi criada a Tabela 1 seguindo o diagrama VSM com os processos e seu respectivo tempo de processamento, os setores tinham mais de um operador por etapa, mas para facilitar a visualização foi considerada o tempo como hora homem.

Tabela 1 - Tempos dos processos na linha

Implementos rodoviários Roll-On Roll-Off		
ETAPA	Tempo do processo (horas)	%
Estruturação e ponteamento	14,83	14%
Soldagem	18,66	17%
Lavagem	8,00	7%
Pintura	3,00	3%
Montagem Instalação	62,66	58%
TEMPO TOTAL	107,15	100%

Fonte: Autor (2022)

Como visto na Tabela 1 acima a etapa restrigente do processo foi à etapa de montagem e instalação dos implementos, algo que chama atenção é a diferença de *lead time*, 58% do tempo do produto é na ultima etapa.

Os próximos passos serão focados na etapa de montagem instalação, como viste na Tabela 1 o tempo de processo é o maior, então é a etapa que está restringindo o

processo, tendo essa definição as ações posteriores de identificações de perdas no processo e estudo será realizada nela, pois otimizando ela diminui o lead time do produto fabricado .

Tendo essa definição será identificando e classificando as perdas no processo, posteriormente iniciando as melhorias por essa fase, tentando nivelar o tempo de processo com as demais fazes, para ter um fluxo mais contínuo de produção.

3.3.3 Etapa trabalhada

A etapa que foi identificada sendo a gargalo do processo e será trabalhada é a parte de instalação do equipamento, ou seja, onde o produto praticamente está acabado e é feita a montagem dos componentes e as ligações hidráulicas, pneumática e posteriormente instaladas no caminhão.

O processo de instalação é realizado da seguinte forma. Inicialmente o operador monta o que chamam de kit, que é a montagem do equipamento com as partes do Roll-On Roll-Off, chassi, sub chassi, gancho, e demais componentes, sem a instalação no caminhão como mostra a Figura 4:

Figura 4 - Roll on Roll Off Kit



Fonte: Autor (2022)

Após esse processo o equipamento pode ser instalado no caminhão pelo próprio setor de instalação responsável pela montagem do Roll on Roll off , ou vendido somente o kit para que seja instalado no caminhão Figura 5 por representantes da empresa em outros estados.

Figura 5 - Equipamento Roll On Roll Off instalado no caminhão



Fonte: Autor (2022)

Como a demanda de venda em kit ou instalado no caminhão são praticamente a mesma, optou-se por iniciar a análise pela parte do kit, já que essa parte é feita nos dois processos, com isso, otimizando esse processo, se ganha na demanda total.

Como visto no VSN o tempo dessa etapa é de 62.4h, onde a parte do kit corresponde a 12,27h, essa análise inicial será baseada nesse tempo de processo, que é onde os operadores separam todas as peças que são utilizadas no Roll-On Roll-Off, e fazem a instalação do conjunto chassi, sub chassi, lança, canhão partes hidráulicas e pneumáticas, e fazem a testagem do equipamento deixando pronto para colocação e instalação no caminhão.

3.3.4 Identificação e classificação das perdas do processo

Tendo definido qual o setor a ser melhorado, se iniciou a identificação e classificação das perdas do processo, sendo assim o setor foi acompanhado durante cinco

dias de produção, tendo uma pessoa acompanhando os colaboradores do setor minuto a minuto e marcando todas as atividades desenvolvidas.

As atividades foram classificadas por agrega valor (AV), não agrega valor necessário (NAVN) e não agrega valor desnecessário (NAVD). Tendo como suas atividades dentro de cada uma das classificações:

- AV: atividades onde o operador está sendo produtivo necessário para a construção do produto. Ex: apertar parafuso, soldar, fiação elétrica.

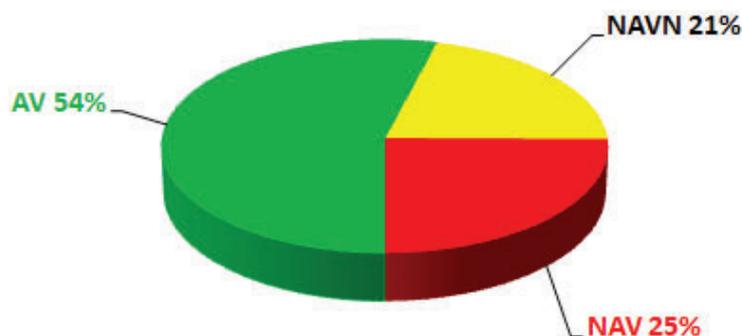
- NAVN: Atividades que precisam ser feitas e que não agregam valor ao produto. Ex: necessidades pessoas trocas de EPI, testes

- NAVD: Atividades que só são desperdícios no processo. Ex: Retrabalho parado esperando peças, indo buscar peças faltantes, ferramentas com defeito.

Após análise durante os cinco dias, os dados foram tabulados, identificados e comparados dia a dia para ver se tudo coincidia, dentre esses dias, os resultados do primeiro e terceiro dia foi desconsiderada, o primeiro por não se conhecia o setor, a análise não foi feita de forma correta, pois não se tinha o conhecimento do que fazia parte do processo ou desvio de função e o terceiro por ter tido um problema de produção atípico.

O gráfico na Figura 1 mostra os resultados obtidos:

Figura 6 - Porcentagem de AV, NAVN e NAVD



AV- Agrega valor.

NAVN - Não agrega valor, mas necessário.

NAV- Não agrega valor desnecessário.

Fonte: Autor (2022)

Como pode ser visto nos gráficos 54% do tempo o operador agrega valor ao produto diretamente, 21% fazendo atividade que são necessárias, mas não agregava valor

e 25% atividades que não agregam valor nenhum. Com isso pode ser visto que o tempo produtivo é praticamente metade do tempo, em que o operador está dedicado à fabricação.

Se considerarmos a jornada do operador de 8,75 horas cerca de 2 horas diárias o operador não estava sendo produtivo anualmente isso remete há 519,12 horas ano, um grande desperdício para a empresa.

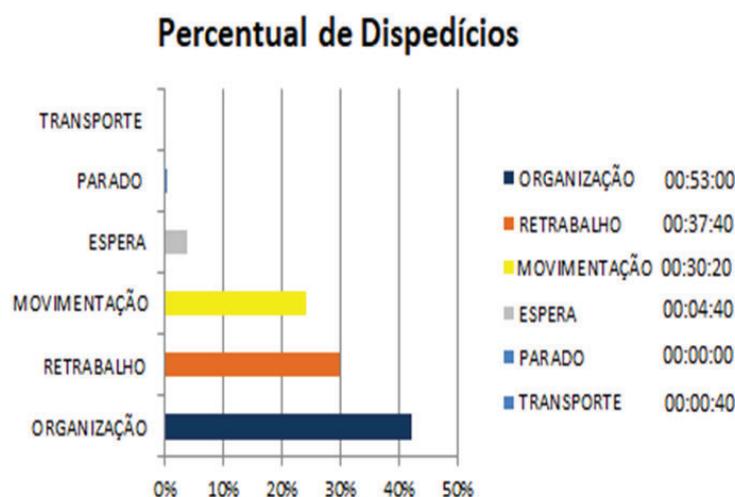
As atividades que não agregavam valores foram classificação usando os desperdícios do sistema *Lean Manufacturing*. Classificando da seguinte maneira:

- Movimentação: Atividade de movimentar ou buscas peças fora do setor;
- Organização: Atividade voltada para organizar peças e caixas fora do lugar e/ou definir o que deve ser feito na produção;
- Conversando/ parado: Tempo em que os operadores param no setor;
- Retrabalho: Atividade para refazer ou arrumar peças com problemas;
- Espera: Tempo destinado ou envolvido para definir o que deve ser feito (início de turno);
- Transporte: Atividade de movimentação interna do setor.

Dessa forma para que se tivesse um análise mais macro foi feito uma média dos dados coletados e feito um gráfico mostrando onde eram as maiores perdas do processo.

Com base na análise dos resultados apresentados na Figura 7 pode ser visto que os pontos mais relevantes de desperdícios, mais de 96% do tempo que o operador não agrega valor ao produto, se encaixa na classificação de organização, retrabalho e movimentação.

Figura 7 - Percentual de perdas no processo por classificação.



Fonte: Autor (2022)

Dessa forma expandimos a classificação abrindo os pontos mais relevantes dentre os itens classificados anteriormente, no diagrama da Figura 8.

Figura 8 - Abertura das principais perdas



Fonte: Autor (2022)

Nos pontos encontrados se destacaram:

Retrabalho refazendo rosca (Figura 9): Esse problema é ocasionado pelo excesso de tinta e também respingo de solda nas roscas que se tem que instalar os bicos graxeiros do equipamento para resolver esse problema o operador tem que se deslocar até a manutenção buscar um macho para refazer a rosca, para a correta instalação.

Figura 9 - Local dos bicos graxeiros com tinta e respingo de solda



Fonte: Autor (2022)

Retrabalho por problemas na montagem (Figura 10): Ao ser estruturado e pontado o equipamento algumas peças que não ficam dentro das cotas exigidas, causando retrabalhos na instalação do mesmo tendo que muitas vezes desgastar peças para que se consiga encaixar as peças corretamente.

Figura 10 - Chassi e sub chassis desalinhado, protetores laterais fora de posição, pegando no pneu



Fonte: Autor (2022)

Organização ferramental: O setor de instalação não possui carrinhos para guardas ferramentas gerando desordem, peças e ferramentas ficam todas misturadas na mesma bancada, além de falta de algumas ferramentas mais adequadas para a função.

Organização auxiliando outras tarefas: Por não ter definição de função o operador se dispersa da função fazendo tarefas que não condiz com a função estabelecida, com isso atrasando o processo de instalação.

Movimentação indo ao almoxarifado: O operador de instalação se desloca diversas vezes ao almoxarifado buscando peças durante a instalação.

Juntamente com a análise dos desperdícios foi mapeada a movimentação do operador, enquanto estava trabalhando na montagem do equipamento e criado um diagrama de Spaghetti.(Figura 11).

Figura 11 - Diagrama de spaghetti.



Fonte: Autor (2022)

Para fazer a montagem de um equipamento o operador se deslocava 800m, boa parte dessas movimentações com as idas ao almoxarifado buscando insumos e se deslocando fazendo funções de outros setores.

3.3.5 Plano de ação de melhorias

Com o estudo feito, partiu-se de uma visão macro do setor até chegar aos pontos chaves, com isso sendo mais assertivo nos pontos a serem trabalhados, as metodologias utilizadas facilitaram o trabalho.

Como visto no diagrama de perdas foram encontrados cinco pontos chaves a se trabalhar, dessa forma em cima deles será montando um plano de ação para a execução das melhorias para a solução dos problemas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Melhorias implementadas:

4.1.1 Movimentação

Como visto no diagrama de spaghetti o layout do setor não era o mais indicado para a realizada da empresa, entradas e saídas de produção com obstrução além dos desperdícios com movimentação.

Tendo visto essas ineficiência foi pensado em um novo Layout de produção. Com o novo Layout foi ocupado melhor o espaço fabril.

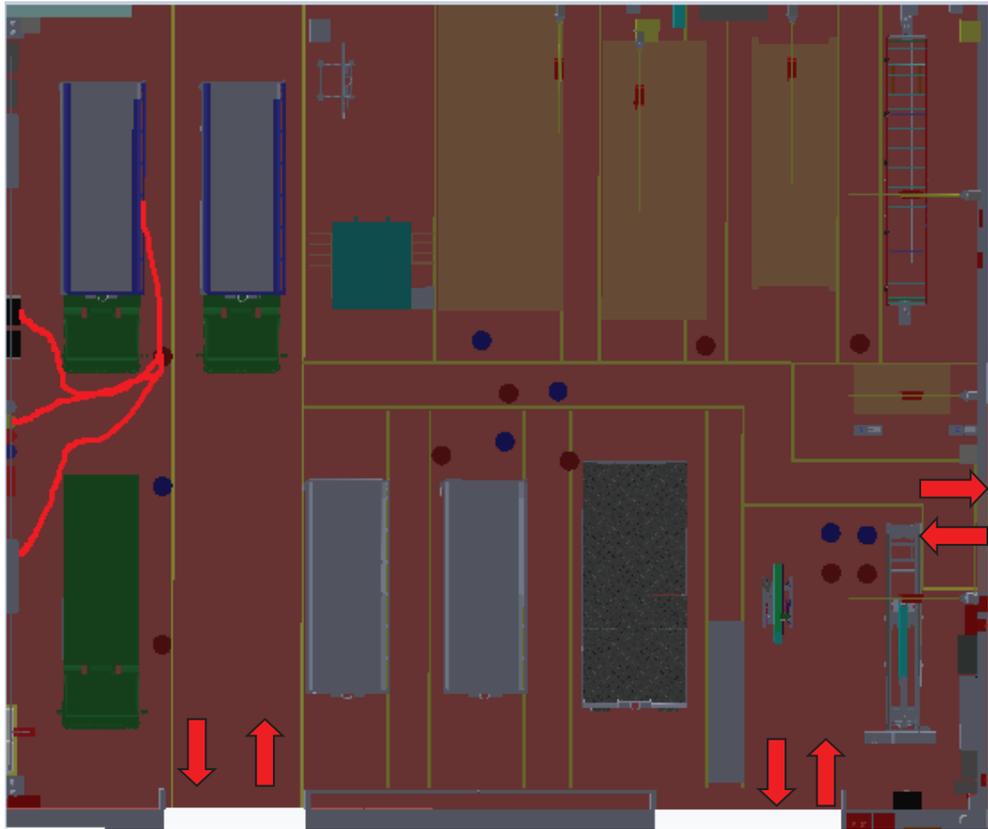
O novo *Layout* foi projetado pensando em cada setor, cada etapa de produção como célula, para o espaço fabril que sem tem atualmente foi a melhor metodologia a ser aplicada.

Com isso cada célula é feito um processo da fabricação e a célula em sequencia faz o próximo processo e assim por diante até a finalização do produto, dessa forma facilita o fluxo do produto dentro da fabrica, diminuindo os deslocamentos.

No novo *layout* a entrada de material nunca fica obstruída por produtos em produção, facilitando a entrega dos subconjuntos nas células, assim disso foi feito uma nova porta exclusiva para o almoxarifado, dessa forma tendo acesso direto a fabrica, não ocupando mais a mesma entrada dos subconjuntos.

A célula final de implementação tem um box a mais para produção disponível, além da saída de produto pronto também sempre liberada, sem nenhum produto em produção obstruindo a saída.

Figura 12 - Novo Layout



Fonte: Autor (2022)

Todas as células foram identificadas e demarcadas, locais de entrada de material, local de saída de material facilitando para os operadores tanto do setor quando de fora do setor identificar o que cada área é.

Como não tinha definição de cargo na produção, por exemplo almoxarife, todos se deslocavam em busca de peças, gerando as perdas por deslocamentos desnecessários, para solucionar essa questão foi definido um colaborador que seria o almoxarife, e seria o que entregaria as peças diretamente nos setores, dessa forma os demais operadores não precisariam sair do seu setor.

4.1.2 Retrabalho

Como visto na análise anteriores os problemas de retrabalho eram decorrentes dos problemas na montagem do equipamento por se tratar de um processo ainda bastante manual, tudo dependia do operador.

O processo era feito com o auxílio de trenas esquadros, instrumentos que não são de alta precisão gerando variação nos dimensionais das peças ocasionando o problema na instalação final.

Para sanar esse problema foi iniciado o projeto para desenvolver um gabarito, para que todas as peças utilizadas no equipamento ficassem na posição correta para a soldagem, dessa forma garantindo as medidas do projeto e otimizando tempo de montagem.

As peças para a fabricação dos implementos rodoviários são de grandes proporções, conseqüentemente o gabarito também seria, tendo em vista isso, foi optado pela fabricação do mesmo em terceiro.

Com a fabricação desse gabarito o tempo que era perdido com retrabalho devido à falta de dimensional do mesmo não acontecerá, além da otimização do processo já que o operador somente irá posicionar as peças nos local indicados e não precisara fazer todo o processo manualmente tirando as medidas de cada peça que posiciona.

Além do gabarito medidas simples como resolver o retrabalho que se tinha com a rosca das engraxadoras nas peças, foi conversado com o fornecedor da mesma e visto que elas poderiam sofrer pintura e continuariam com sua função inicial, dessa forma foi alterado a sequência de instalação da mesma, agora sendo instaladas antes da pintura, com isso eliminando o retrabalho.

4.1.3 Organização

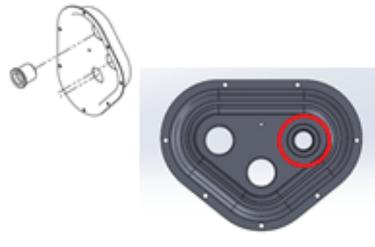
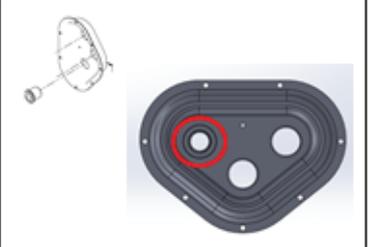
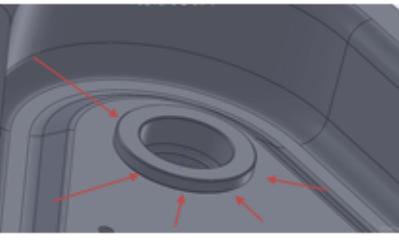
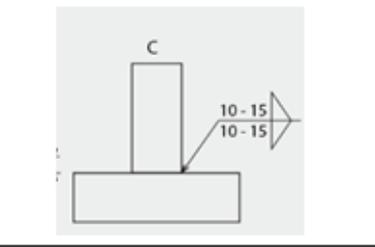
Por falta de ferramentas, carrinhos e falta de identificações, o setor era desorganizado, dessa forma foram adquiridas novas ferramentas, tendo em vista nessa aquisição ferramentas mais adequadas para cada função facilitando o manuseio e a utilização. Além de treinamentos sobre o programa 5s que a empresa estava iniciando, programa que auxilia a organização empresarial.

Quadros e carrinhos para as ferramentas foram adquiridos, organizando os setores, mais lixeiras espalhadas pela fábrica, algumas específicas para cada setor onde se tem maior volume de resíduos.

Após as alterações e melhorias feitas no setor se iniciou a padronização do processo, de forma criar POPs(Procedimentos Operacionais Padrões) para todos os processos e ressaltando pontos que devem ser observados para a melhor qualidade e melhor produtividade.

Todos os procedimentos foram criados de forma simples e com imagens facilitando o entendimento pelos operadores como mostra a Figura 13.

Figura 13 - Exemplo de POP- Procedimento operacional padrão

POP - Procedimento Operacional Padrão					
PEÇA/CONJ.:	CJTAMPA EXTERNA 28T MONT	IDIGO/EMIÇÃO:		REVISÃO:	1
POSTO :	APP	NOME PROCESSO/OPERAÇÃO:	MONTAGEM BUCHA	DATA:	19-mai-22
Nº OPERAÇÃO/SEQ.:		Nº MÁQUINA:		ELABORADO:	LEONARDO ALVES
APLICAÇÃO:	MONTAGEM	MÁQUINA:		APROVADO:	RODRIGO ADREU
INSTRUÇÃO DE MONTAGEM					
					
POSIÇÃO DE SOLDA BUCHA RAL-2077	POSIÇÃO DE SOLDA BUCHA RAL-2295	ENCAIZAR A BUCHA ATÉ ENCOSTAR O RESALTO NA TAMPA			
					
PADRÃO CORDÃO DE SOLDA	LIMPAR TODO OS RESPINGOS DA PEÇA				

Fonte: Autor (2022)

Após estabilização do processo foram feitas novas cronoanálises e analisado como estava a eficiência no setor para conseguir mensurar os ganhos que tivemos e alimentar o plano de capacidade para ver o que ainda precisaria ser feito para atender a demanda prevista.

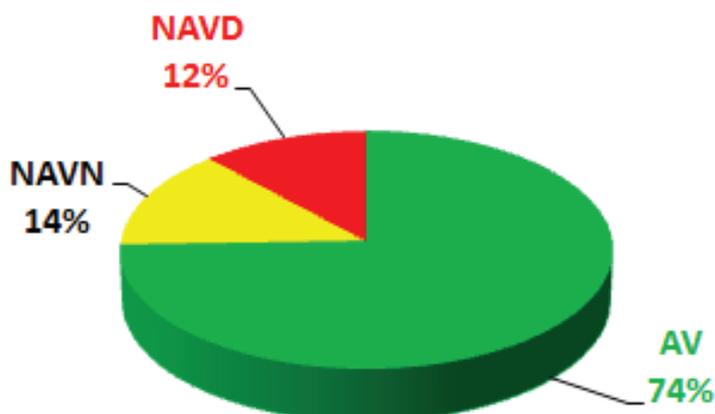
As melhorias apresentadas proporcionaram resultados também em outros setores, mas como o foco do trabalho foi na fase de instalação, mais especificamente na parte do kit Roll on como mostrado na metodologia, a análise posterior também será referente a essa fase.

4.2 Resultados

Na análise anterior, antes das melhorias tinha-se um tempo de processo de 12:27h e um gráfico de desperdícios de onde 54% os operadores agregavam valor, 21% operações onde não agregava valor mas era necessário e 25% operações onde não se agregava valor nenhum ao produto.

Na análise atual comparando com o gráfico da Figura 6 os resultados foram diferentes, o NAVD para 12% e o NAVN para 14% e o tempo onde o operador agrega valor ao produto para 74% como mostra a Figura 15.

Figura 14 - Gráfico de Resultados



AV- Agrega valor .

NAVN - Não agrega valor, mas necessário.

NAVD - Não agrega valor desnecessário.

Fonte: Autor (2022)

- Movimentação: Redução de antes onde ele se deslocava 800 metros por equipamento instalado agora deslocamento de 96 metros, redução de 83%, e reduzindo de 25 minutos em movimentação.

- Organização: diminuição de 35 minutos, redução de 66%.
- Retrabalho: redução de 23 minutos, redução de 62%.

Além dos resultados de redução de 1:23h apresentados no NAVD tivemos também uma otimização no processo, reduzindo o tempo NAVN e também redução no tempo de AV, tendo uma redução total de 2:38h, com isso o processo que antes era de 12:27h reduzidos para 9:39h reduzindo 21% no tempo de instalação.

Para mensurar os ganhos financeiros, se multiplicou o tempo reduzido pelo custo da hora do setor onde tivemos os seguintes resultados :

Centro de custo	Tempo	Redução de custo por equipamento	Demanda mensal	Redução de custo mensal	Redução de custo em 12 meses
R\$ 92,00	02:38	R\$ 242,27	12	R\$ 2.907,20	R\$ 34.886,40

Considerando a demanda prevista em 12 meses teremos um ganho de R\$ 34.886,40 anual, além das horas disponibilizadas onde serão utilizadas para a produção de outros produtos .

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como proposta a implementação dos conceitos de manufatura enxuta em uma empresa fabricante de implementos rodoviários, com o objetivo de identificar as fontes de desperdício no sistema produtivo. Foi elaborado o mapa do estado atual analisando-se o fluxo de valor porta-a-porta da linha de montagem.

Com o trabalho, pode ser visto a importância de seguir a metodologia escolhida para atingir os objetos, tendo resultados claros para serem analisados e com isso atingir os resultados esperados.

Com o Auxilio do mapeamento de fluxo de valores foi possível visualizar o setor dos implementos rodoviários de forma clara, visualizando os processos e as etapas de fabricação, facilitando a identificação de cada uma delas e dessa forma mapear todo o setor.

Tendo o setor mapeado e com suas etapas definidas, foram identificados os tempos padrão de processos, dessa forma vendo o processo que restringia a produção.

Com a etapa gargalo definida, as análises posteriores foram feitas nela, pois melhorando essa etapa, diminuindo o tempo de produção dela, o lead time de produção total consequentemente melhora.

Dando sequência, analisaram-se as perdas de processos da mesma utilizando a metodologia *Lean Manufacturing*, juntamente com o diagrama de spaghetti e então foram encontrados os problemas de perdas no processo.

Identificou-se que de 12,75 horas de produção do operador, cerca de 2h o operador não era produtivo, dentro desse tempo ineficiente, identificou-se os problemas, e para reduzi-los, ou até mesmo eliminá-los foi criado um plano de ação com a ferramenta 5W2H, tendo definido o problema, como será resolvido e quem irá resolvê-lo, deixando tudo objetivo e claro.

Tendo definido onde era o ponto que deveríamos iniciar o trabalho, se iniciou a estratificação dos problemas na linha, onde se observou diversos problemas, mas para resolver todos levaria muito tempo e mão de obra. Dessa forma focou-se nos problemas de mais agravantes do setor.

Tendo esses problemas identificados, notou-se que muitos problemas eram coisas básicas ou até mesmo simples, mas que não se tinha no setor.

Com isso foi iniciada as melhorias no setor mudando as coisas simples, como definição de função, instrução de trabalho, demarcação de entrada e saída de material em resumo o fluxo e os passos dentro do setor.

Essas melhorias geraram um resultado muito satisfatório, pois com um investimento baixo, ou algumas situações nenhum, se gerou grandes melhorias no processo. Reduzir 21% no tempo de um processo de fabricação é uma valorização significativa.

Com esse trabalho foi aprendido, que o básico bem feito muitas vezes é melhor que algo complexo e que no final o trabalho custou caro e o resultado foi igual.

Que o engenheiro por mais que tenha aprendido a criar dispositivos mirabolantes, resolver cálculos complexos, o que aprendeu indiretamente com professores, ou disciplinas que talvez não se dê muita atenção, esse conhecimento é importante, faz com que pense fora da caixa.

Não se precisa inventar a roda somente fazê-la girar de uma forma diferente e mais eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero.** Tese de Doutorado em Administração, Programa de Pós-graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 1998.

ADAMI, Anna. **Kaizen.** Disponível em: <<http://www.infoescola.com/sociedade/kaizen/>>. Acesso em: 26 set. 2021.

BEHR, A.; MORO, E. L. D. S.; ESTABEL, L. B. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca,** Brasília, 22 Dezembro 2008.

CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total.** Rio de Janeiro: Falconi, 1995.

COSTA J. **Gestão Em Processos Produtivos.** 1.ed. Curitiba: InterSaber, 2012

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da Administração,** Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DIAS, L. A. D. M. **ESTRUTURAS DE AÇO conceitos, técnicas e linguagem.** 5. ed. São Paulo: Ziguarte, 2006.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção – mais do que um simples Just-in-time.** Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GHINATO, P. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações,** Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora UFPE, Recife, 2000.

HURSON, Tim. **Pense Melhor: Um guia pioneiro sobre o pensamento produtivo.** São Paulo: DVS Editora, 2008

IMAM. **Menos Pedras (desperdícios), Maior Produtividade.** 3.ed. São Paulo: IMAM, 1996.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: A empresa que criou a produção enxuta.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção.** Rio de Janeiro - RJ: Elsevier, v.1, 2008.

KAIZEN Institute Brasil. **KAIZEN: Baixando os custos e melhorando a qualidade.** São Paulo: Banas Qualidade, Novembro de 2005, nº 162. Disponível em: <<http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/kaizen-baixando-os-custos-e-melhorando-a-qualidade.html>>. Acesso em: 06 out. 2021.

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

- MIKA, G. **Manufacturing Engineering. Eliminate all muda.** Dearborn. Proquest. Copyright Society of Manufacturing Engineers, Apr 2001.
- MENEZES, R. L. **Aplicação de conceitos e técnicas de produção enxuta em um sistema de manufatura.** Monografia de graduação. Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2003.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala.** Bookman, 1997.
- PERDOMO, C. F. **Proposta de linha de montagem de barcos de lazer de médio porte: uma aplicação dos conceitos de manufatura enxuta.** Dissertação de Mestrado. UFSC, 2010.
- RENTES, A. F.; QUEIROZ, J.A.; ARAÚJO, C. A. C. **Transformação Enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real.** I Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2004, Santa Catarina. Anais. Florianópolis: Abepro, 2004.
- ROSA, Davi Cabral. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa do setor metal-mecânico.** Dissertação de Mestrado. UFSC, 2008.
- ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003
- SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas.** 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SOUZA, S. A. L. D. **Etapas de fabricação e montagem em estrutura metálica.** Universidade Católica de Brasília. Brasília, p. 30. 2015.
- TAYLOR, Frederick W. **Princípios de administração científica.** 8.ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção - Teoria e Prática.** 2. ed. São Paulo:Atlas, 2009.
- WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos.** BeloHorizonte : Qfco, 1995.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus,1998.

6 APÊNDICE A – DETALHES DOS RESULTADOS E MELHORIAS FEITAS EM PARALELO

Antes: somente um reservatório de óleo onde para abastecê-lo era posto o galão cheio ao lado e utilizada uma bomba elétrica para transferir o óleo para o outro, a bomba elétrica ficava ligada 7:36h ligada para esse processo.

Figura 15 – Antes Suporte óleo



Fonte: Autor (2022)

Depois: Foi alterado o local do reservatório onde agora com uma empilhadeira é possível trocar o reservatório por um novo cheio reduzindo o processo para 10 minutos, além de agora ter dois reservatórios para que quando um acabar usa o outro, até ser feita a troca , sem parar a produção

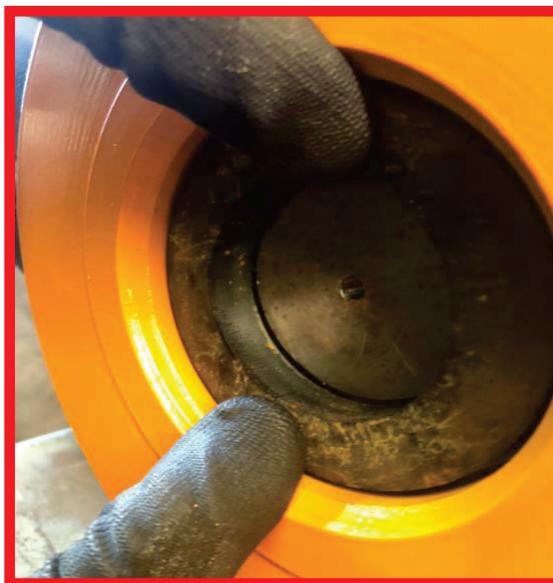
Figura 16 – Depois Suporte óleo



Fonte: Autor (2022)

Antes: a forma de fixação das rodas da caixa era posto uma arruela no eixo e soldada, e após mandado para pintura para repintura, demorando 45 minutos o processo total.

Figura 17 – Antes roda presa com solda



Fonte: Autor

Depois: no novo processo foi feito uma arruela (que já vem pintada) e com um parafuso é feita a fixação. Demorando 10 minutos para fixar agora.

Para essa modificação foram feito os cálculos para dimensionar qual seria o parafuso necessários para aguentas a força que ali é feita.

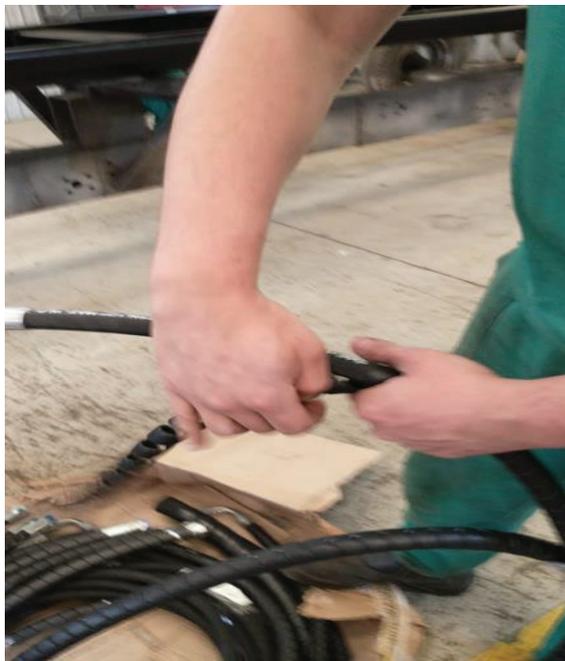
Figura 18 – Depois roda presa por parafuso



Fonte: Autor (2022)

Antes: as mangueiras hidráulicas eram utilizadas no equipamento precisavam ser encapadas para maior proteção, esse processo era feito manualmente levando 30 minutos para fazer esse processo.

Figura 19 - Instalação de proteção nas mangueiras



Fonte: Autor (2022)

Depois: em conversa com o fornecedor foi solicitado que essas mangueiras vissem já com a proteção, eliminando o tempo deste processo.

Figura 20 - Mangueiras já com a proteção



Autor: Autor (2022)

Antes: carrinho para deitar em baixo dos implementos sem condições de uso, com rodas quebradas.

Figura 21 - Equipamentos antes



Fonte: Autor (2022)

Depois: adquiridos novo equipamento mais adequados para a função

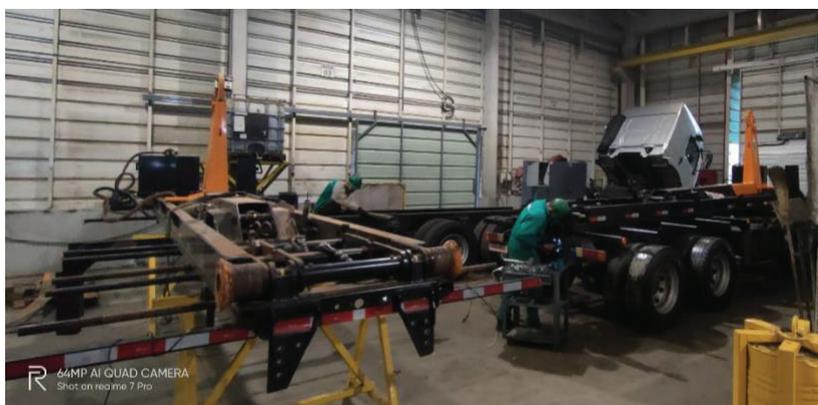
Figura 22 - Equipamentos depois



Fonte: Autor (2022)

Antes: local da instalação com equipamentos em processo de implementação que trancavam o fluxo de saída de equipamento já acabados, e entrada de novos.

Figura 23 - Setor instalação Layout antigo



Fonte: Autor (2022)

Depois: novo layout, identificação, pintado podendo ter até três implementos sem trancar o fluxo de saída e entrada.

Figura 24 - Novo Layout do setor instalação



Fonte: Autor (2022)