

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS COM O LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE REMANUFATURA DE EXTINTORES

*PROCESS OPTIMIZATION WITH LEAN MANUFACTURING: A CASE STUDY IN AN
EXTINGUISHER REMANUFACTURING COMPANY*

ELEANDRO CLAUDEMIR FRANCO

FACULDADE DE TECNOLOGIA FATEC BRAGANÇA PAULISTA

MARCOS ANTONIO MAIA LAVIO DE OLIVEIRA

FATEC ITAPEVI/SP

Comunicação:

O XIII SINGEP foi realizado em conjunto com a 13th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

Agradecimento à orgão de fomento:

Agradecimentos a Fatec e a empresa que nos proporcionou os estudos

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS COM O LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE REMANUFATURA DE EXTINTORES

Objetivo do estudo

Este estudo aplica os princípios do Lean Manufacturing para mitigar desperdícios e otimizar processos produtivos Utilizando o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), takt time e Heijunka, a pesquisa identificou gargalos operacionais e oportunidades de melhoria, validando com a análise de payback.

Relevância/originalidade

A relevância desse estudo está na aplicação prática do Lean Manufacturing para otimizar processos reais, sua originalidade destaca-se pela abordagem holística, unindo ferramentas de gestão (VSM, takt time, Heijunka) com a análise de payback para comprovar a viabilidade do investimento.

Metodologia/abordagem

A metodologia seguiu uma abordagem estruturada: análise e mapeamento dos processos existentes para identificar desperdícios. Em seguida, as ferramentas do Lean Manufacturing foram implementadas para otimização, e os resultados avaliados para futuras melhorias contínuas.

Principais resultados

O estudo demonstrou a eficácia das ferramentas Lean, resultando em um aumento de 24% na produtividade, viabilizado pelo balanceamento de tarefas Concomitantemente, a otimização de processos levou a uma redução de 32,25 metros em deslocamentos e a uma maior eficiência.

Contribuições teóricas/metodológicas

Este estudo oferece uma importante contribuição teórica ao validar a aplicação do Lean Manufacturing em um contexto de remanufatura. Metodologicamente, destaca-se pela abordagem sistemática na identificação e solução de problemas, integrando ferramentas de otimização a uma análise de viabilidade econômica.

Contribuições sociais/para a gestão

A pesquisa contribui socialmente melhorando o ambiente de trabalho e o uso de recursos. Já para a gestão, demonstra a importância da participação de todos os níveis da empresa na implementação bem-sucedida do Lean Manufacturing, validando a eficácia da abordagem nos resultados.

Palavras-chave: Competitividade, Lean Manufacturing , Mapa de Fluxo de Valor

PROCESS OPTIMIZATION WITH LEAN MANUFACTURING: A CASE STUDY IN AN EXTINGUISHER REMANUFACTURING COMPANY

Study purpose

This study applies the principles of Lean Manufacturing to mitigate waste and optimize production processes Using Value Stream Mapping (VSM), takt time and Heijunka, the research identified operational bottlenecks and opportunities for improvement, validating with payback analysis.

Relevance / originality

The relevance of this study lies in the practical application of Lean Manufacturing to optimize real processes. Its originality stands out for its holistic approach, combining management tools (VSM, takt time, Heijunka) with payback analysis to prove the viability of the investment.

Methodology / approach

The methodology followed a structured approach: analysis and mapping of existing processes to identify waste. Next, Lean Manufacturing tools were implemented for optimization, and the results were evaluated for future continuous improvements.

Main results

The study demonstrated the effectiveness of Lean tools, resulting in a 24% increase in productivity, made possible by balancing tasks. At the same time, process optimization led to a reduction of 32.25 meters in travel and greater efficiency.

Theoretical / methodological contributions

This study offers an important theoretical contribution by validating the application of Lean Manufacturing in a remanufacturing context. Methodologically, it stands out for its systematic approach to identifying and solving problems, integrating optimization tools with an analysis of economic viability.

Social / management contributions

The research contributes socially by improving the work environment and the use of resources For management, it demonstrates the importance of participation from all levels of the company in the successful implementation of Lean Manufacturing, validating the effectiveness of results.

Keywords: Competitiveness, Lean Manufacturing , Value Stream Mapping

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS COM O LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE REMANUFATURA DE EXTINTORES

1 Introdução

Ao longo dos anos, tem-se percebido que a participação da indústria no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro tem sofrido uma grande queda. Segundo o site portaldaindustria.com.br, a indústria respondeu por 25,5% do PIB brasileiro. O site ainda menciona que, no estado de São Paulo, existem cerca de 125 mil indústrias, entre micro, pequenas, médias e grandes empresas.

Segundo o site poder360.com.br/economia, "Os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais somam sozinhos mais da metade do PIB (Produto Interno Bruto) do país. Considerando também o Espírito Santo, a região Sudeste concentra 55% da soma de todos os bens e serviços finais produzidos pelo setor. São Paulo é o Estado que mais contribui para o PIB industrial em uma mesma região. A Unidade Federativa é responsável por 54,2% do indicador no Sudeste."

Nosso estudo concentrou-se no estado de São Paulo devido à alta concentração de indústrias. Isso se deve ao fato de que cerca de 58% das empresas se concentram na faixa de microempresas, médio e pequeno porte. Notamos também que muitas dessas empresas são de origem familiar ou de pequenos empreendedores que, por sua vez, na sua maioria, estão desalinhadas tecnologicamente. Por consequência, apresentam baixa produtividade e instabilidades em seus processos, os quais não promovem a qualidade desejada. Aliado a isso, as instabilidades econômicas e o baixo conhecimento sobre os custos de produção consomem boa parte do tempo e da criatividade de empresários que procuram estar mais envolvidos com a execução de tarefas comerciais, administrativas e produtivas, não conseguindo ter uma visão do processo como um todo.

Diante de tantos desafios e cenários com grande oportunidade de melhoria, a Fiesp, Ciesp, Senai e Sebrae elaboraram um projeto para conduzir essas empresas à digitalização, ou melhor, à Indústria 4.0.

Tendo em vista que essa será uma excelente oportunidade para as micro e pequenas empresas, já é possível vislumbrar os benefícios de maior eficiência e competitividade que as ferramentas da Toyota podem proporcionar para elas. Contudo, deve-se atentar à nossa cultura que nos induz a equívocos na forma de implantação dessas ferramentas.

O Lean Manufacturing, também conhecida como manufatura enxuta, é composto por ferramentas que visam otimizar os processos produtivos, eliminando desperdícios e maximizando a eficiência. Porém, sua implantação não é algo fácil; é necessária uma mudança de cultura. Seus resultados, no entanto, podem trazer diversos benefícios para empresas de todos os portes e setores, como a empresa de nossos estudos.

A empresa está ativa há mais de 6 anos e sua experiência no mercado está localizada na cidade de Louveira. Seu foco está direcionado à área de produção e desenvolvimento de materiais para injeção nas linhas automotiva, linha branca e linhas convencionais. Para isso, ela trabalha na granulação de polímeros. Seus principais clientes estão estabelecidos num raio aproximado de 100 quilômetros da empresa. O maior desafio da empresa é atender à satisfação e às expectativas de seus clientes com excelência na qualidade, a um custo apropriado e com menor esforço, proporcionando qualidade de vida aos seus colaboradores.

Neste contexto, a implantação das ferramentas do MFV (Mapeamento do Fluxo de Valor) e do nivelamento da linha de produção (heijunka) na empresa surge como uma solução promissora. Acreditamos que essas ferramentas podem auxiliar a empresa a alcançar seus objetivos de aumentar a eficiência, reduzir custos, melhorar a qualidade e, consequentemente, aumentar a satisfação de seus clientes.

2 Referencial Teórico

De acordo com os apontamentos históricos, o Japão enfrentou uma devastação completa após a Segunda Guerra Mundial, exigindo esforços substanciais para sua reconstrução, contudo, este não foi o único desafio para a indústria japonesa, a qualidade inferior de seus produtos também comprometia o crescimento industrial no país, em meio estas situações, surgiu o modelo de produção Toyota, desenvolvido por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, e implementado nas fábricas japonesas da Toyota. Este modelo buscava soluções práticas e emergenciais, enfrentando o desafio de adaptação em um cenário de escassez de recursos financeiros.

Nesse cenário, a atuação de Taiichi Ohno foi de suma importância, considerado um dos engenheiros de produção mais influentes da Toyota, ele demonstrou uma visão admirável, acreditando que o engajamento e o esforço humano poderiam gerar resultados otimizados, o que culminou no Sistema Toyota de Produção (STP).

Conforme afirmado por Moreira e Fernandes (2001), o Sistema Toyota de Produção (STP) é de importância fundamental para a produção enxuta, seu objetivo principal é a eliminação de desperdícios, aprimoramento da qualidade, organização do ambiente de produção por meio de melhorias contínuas e a remoção de atividades que não agregam valor, entende-se que o valor agregado é aquele percebido pelo cliente, pelo qual ele está disposto a efetuar um pagamento monetário por um produto ou bem e em contrapartida, o valor não agregado representa todo o esforço empreendido pela empresa para produzir um item que é percebido pelo cliente, mas pelo qual ele não está disposto a remunerar.

Salgado (2009) corrobora que o valor agregado corresponde ao que o cliente está apto a pagar pelo produto ou serviço. Isso implica que o cliente não está disposto a pagar por elementos que não adicionam valor, tais como tempo de espera, produção para estoque ou movimentos excessivos. Esses elementos são categorizados como desperdícios sob a ótica do cliente e, embora aumentem o custo, não conferem valor.

De acordo com Liker (2005), desperdício é qualquer atividade que consome tempo e recursos financeiros, sem agregar valor na percepção do cliente, constituindo a origem conceitual desses sistemas.

Baseando-se na afirmação de Ohno (1997), o Lean Manufacturing foca na eficiência do processo, visando produzir com o mínimo de recursos e apenas o necessário. O autor categoriza os desperdícios de produção em sete categorias principais:

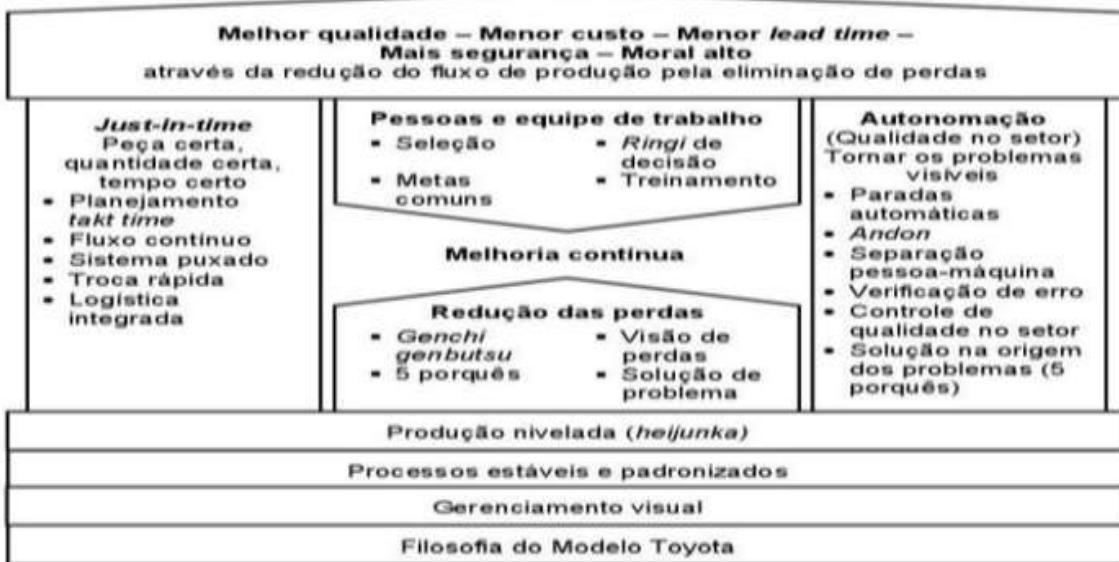
- Desperdício de Espera
- Desperdício de Defeito
- Desperdício de Transporte
- Desperdício com Movimentação
- Desperdício de Estoques
- Desperdício com Superprodução
- Desperdício com Superprocessamento

Assim, Ohno (1997), afirma que a produtividade do Japão poderia ser exponencialmente aumentada (em até dez vezes) pela eliminação desses desperdícios que consomem recursos sem agregar valor.

Albertin e Pontes (2016) reforçam que, para combater essas sete perdas, é imperativo o envolvimento de todo o corpo funcional e um planejamento robusto. Além disso, a compreensão detalhada do fluxo das operações e dos tempos de processo é crucial. Implementar melhorias, embora conceitualmente simples, exige uma disciplina rigorosa de todos os envolvidos para a obtenção dos benefícios inerentes ao pensamento enxuto.

Liker (2005), descreve que o STP pode ser caracterizado como uma casa com telhado, pilares, centro e base, conforme ilustrado na figura abaixo.

Figura 01 – Casa Sistema Toyota de Produção



Fonte: Adaptada de Liker (2005)

O Lean Manufacturing é uma metodologia que se destaca pela busca incessante da otimização da produtividade através da eliminação sistemática de desperdícios no processo produtivo. Essa abordagem, conforme apontado por Howell (2010), concentra-se em maximizar a eficiência ao focar naquilo que realmente agrega valor.

Como complemento, Petenate (2018) reforça que a manufatura enxuta constitui um método operacional que visa identificar, reduzir e, idealmente, eliminar os principais desperdícios inerentes à linha de produção, utilizando para isso diversas ferramentas de qualidade e de melhoria contínua.

Netto (2020), amplia essa compreensão quando descreve que o lean não é apenas um método, mas sim uma filosofia de gestão. Essa filosofia é fundamentada em princípios conectados que visam otimizar processos e, consequentemente, entregar maior valor percebido ao cliente, a sinergia entre seus princípios é crucial para maximizar resultados e minimizar perdas em qualquer contexto produtivo.

Como ilustrado na figura 02, eles possuem cinco pilares fundamentais que podem ser entendidos: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, puxado e perfeição.

Figura 02 – Fluxo de valor



Fonte: Adaptada de Netto (2020)

O Lean Manufacturing oferece uma gama diversificada de ferramentas concebidas para aprimorar a eficiência operacional, refinar processos e erradicar desperdícios, a seguir, abordamos algumas das metodologias mais relevantes:

1. **5S:** Trata-se de uma ferramenta fundamental, estruturada em cinco pilares que visam a organização do ambiente de trabalho:
 - **Seiri (Senso de Utilização):** Foca na eliminação do desnecessário, evitando o desperdício de recursos e a ocupação inadequada do espaço.
 - **Seiton (Senso de Organização):** Busca a arrumação sistemática do local de trabalho para maximizar a eficiência produtiva.
 - **Seiso (Senso de Limpeza):** Mantém o ambiente laboral limpo e livre de sujidades.
 - **Seiketsu (Senso de Padronização):** Estabelece padrões para as etapas anteriores (utilização, organização e limpeza), facilitando a ergonomia e promovendo um ambiente de trabalho saudável.
 - **Shitsuke (Senso de Disciplina):** Incentiva a manutenção e o aprimoramento contínuo das práticas dos 5S por todos os colaboradores.
2. **Jidoka:** Esta ferramenta confere ao operador a capacidade de interromper o processo produtivo ao identificar uma anomalia ou potencial erro. Tal mecanismo assegura que a detecção do problema seja disseminada por toda a fábrica, fomentando a colaboração na busca por soluções.
3. **Just-in-Time (JIT):** Consiste em uma abordagem que visa otimizar a produção, garantindo que os materiais e componentes sejam entregues exatamente quando necessários, evitando, assim, a formação de estoques excessivos.
4. **Kanban:** É um método visual para otimizar o controle e a eficiência na fabricação. Utiliza cartões, frequentemente coloridos e de diversos formatos, para organizar e direcionar o fluxo de produção, alinhando-o precisamente às necessidades e requisitos.
5. **Kaizen:** Representa uma filosofia de melhoria contínua que busca envolver todos os níveis hierárquicos da organização. Seu objetivo é incentivar a colaboração dos funcionários na redução de custos e desperdícios, com foco no aumento da lucratividade e na melhoria contínua da produtividade e qualidade do trabalho.
6. **PDCA (Plan-Do-Check-Act):** Este é um ciclo iterativo de gestão de qualidade, utilizado para garantir que as ações planejadas sejam executadas conforme o previsto, permitindo a verificação de resultados e a implementação de ajustes para aprimoramento contínuo.
7. **TPM (Manutenção Produtiva Total):** É uma metodologia voltada para a preservação e otimização dos equipamentos da linha de produção. A premissa central é que todos os colaboradores devem contribuir com soluções preventivas para mitigar atrasos, defeitos, quebras e acidentes com os maquinários.
8. **Heijunka:** Essa ferramenta visa nivelar a variedade e o volume da produção. Sua função primordial é conferir estabilidade ao processo de fabricação, minimizando flutuações e evitando excessos de produção.
9. **Andon:** Consiste em um sistema visual de sinalização que detecta e comunica problemas em tempo real ao longo do processo industrial, alertando a equipe sobre a necessidade de intervenção.
10. **KPIs (Key Performance Indicators):** São métricas essenciais utilizadas para monitorar e analisar a eficiência global da fábrica, fornecendo dados cruciais para a tomada de decisões estratégicas.
11. **SMED (Single-Minute Exchange of Die):** Refere-se a um conjunto de técnicas cujo propósito é reduzir drasticamente o tempo necessário para a troca de ferramentas ou

setup de máquinas. Isso confere à organização maior agilidade e flexibilidade na produção.

Em síntese, o Lean Manufacturing transcende a mera aplicação de ferramentas; constitui uma filosofia de gestão abrangente. Através de seus princípios e técnicas, é possível aprimorar e integrar holisticamente todo o processo de fabricação, visando a excelência na redução de desperdícios e no incremento da produtividade.

Contudo, comenta Liker (2005) que as implementações de ferramentas Lean frequentemente priorizam a identificação e a subsequente eliminação de perdas (muda), contudo, é um desafio persistente para muitas organizações e reside na incapacidade de estabilizar seus sistemas e estabelecer a uniformidade necessária para um fluxo de trabalho verdadeiramente enxuto e equilibrado, nesse contexto, emerge um dos princípios talvez mais contra intuitivos do Sistema Toyota de Produção, o nivelamento do plano de trabalho, conhecido como Heijunka, este conceito é crucial para a erradicação do desnívelamento (mura), cuja presença impede a mitigação eficaz das perdas (muda) e a prevenção de sobrecargas no sistema (muri). A aplicação do Heijunka, portanto, não apenas otimiza o fluxo produtivo, mas também pavimenta o caminho para a sustentabilidade das melhorias alcançadas, promovendo um ambiente operacional mais previsível e resiliente.

3 Metodologia

A empresa EXTINTORES LTDA (nome fictício), fundada em 2019, está situada na cidade de Jundiaí, seus principais produtos comercializados na atualidade são remanufaturas de extintores, testes para mangueiras de combate a incêndio, conectores para mangueiras e placas de avisos para áreas de incêndio, destinados, principalmente a empresas e ao público em geral.

Atualmente, a empresa possui 12 colaboradores trabalhando na produção e no atendimento ao público, dentro do horário comercial. O processo produtivo não possui ferramenta de planejamento e controle da demanda ou da produção, a decisão do que e quando será feito é tomada pelos próprios empresários, conforme a demanda diária/semanal.

Uma das principais dificuldades enfrentadas atualmente pela empresa é a falta de mão de obra experiente para a remanufatura de extintores, também, há uma sobrecarga de trabalho quando os clientes necessitam de vistorias do corpo de bombeiros.

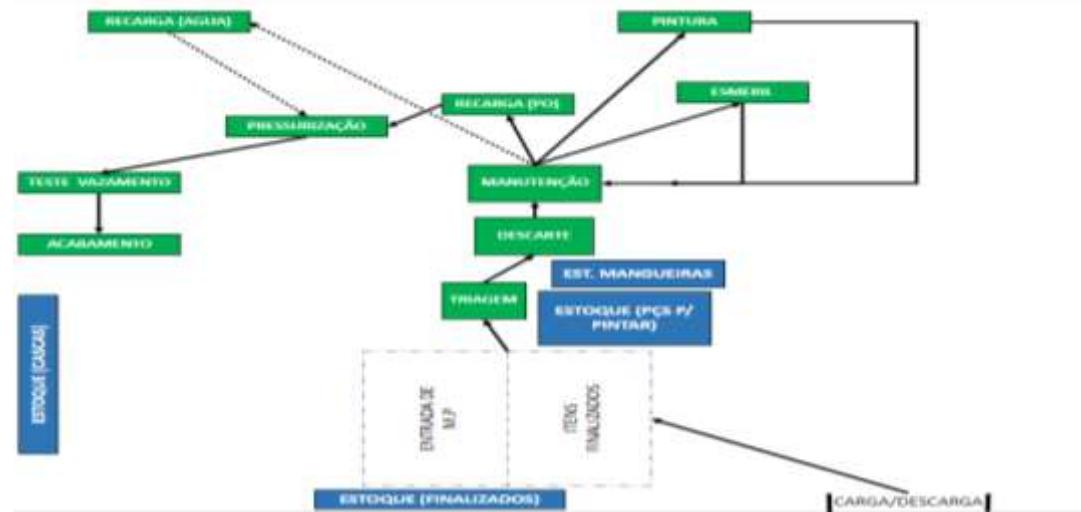
Para entendimento de nossos estudos, elaboramos um roteiro para nortear nosso trabalho com foco na:

- Análise detalhada dos processos existentes: identificação e mapeamento de todas as atividades realizadas, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final.
- Identificação de gargalos, redundâncias e desperdícios: mapeamento para fornecer uma visão clara de onde as melhorias devem ser direcionadas.
- Implementação das ferramentas do Lean Manufacturing: Fluxo de Espaguete, MFV (mapa de fluxo de Valor), 5S, Kanban, Just-in-Time, Poka-Yoke, TPM, entre outras.
- Avaliação dos resultados: análise dos resultados obtidos com a implantação das ferramentas e identificação de oportunidades para melhorias contínuas.

Inicialmente elaboramos um diagrama de espaguete para entender o caminho percorrido para a produção de extintores, com o objetivo de facilitar o entendimento do fluxo de funcionários, materiais e produtos dentro do layout atual, com isso buscamos identificar as

oportunidades para deixar as movimentações mais otimizadas de modo a reduzir as distâncias percorridas para obtenção do produto, ou seja, tornando a operação mais eficiente.

Figura 03 – Diagrama Espaguete



Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 1 – Conversão de passos para metros

Caminho Percorrido	Deslocamento (Antes)	
	Passos	Metros (0,75m)
CARGA/DESCARGA - ENTRADA DE M.P	4	3
ENTRADA DE M.P - TRIAGEM	7	5,25
TRIAGEM - DESCARTE	8	6
DESCARTE - MANUTENÇÃO	5	3,75
MANUTENÇÃO - ESMERIL	9	6,75
ESMERIL - MANUTENÇÃO	9	6,75
MANUTENÇÃO - PINTURA	15	11,25
PINTURA - MANUTENÇÃO	15	11,25
MANUTENÇÃO - REGARGA (PÓ)	3	2,25
MANUTENÇÃO - REGARGA (ÁGUA)	9	6,75
REGARGA (PÓ) - PRESSURIZAÇÃO	4	3
REGARGA (ÁGUA) - PRESSURIZAÇÃO	8	6
PRESSURIZAÇÃO - TESTE VAZAMENTO	6	4,5
TESTE VAZAMENTO - ACABAMENTO	2	1,5
ACABAMENTO - ITENS FINALIZADOS	6	4,5
TOTAL	110	82,5

Fonte: Elaborado pelos autores

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta que permite a observação do processo produtivo completo, possibilitando a propositura de melhorias através das ferramentas do Lean Manufacturing, com o objetivo de obter um aumento na produtividade com a redução de tempos de fabricação e custos para a empresa.

O segundo passo foi definir o Mapa de Fluxo de Valor para conhecer o processo produtivo, desta forma, com base nas observações, a fabricação de extintores, identificamos 8 etapas:

- Recebimentos de materiais: Nesta etapa o atendente ajuda na descarga do veículo a leva os extintores para a área de triagem.
- Triagem: Nesta etapa é feito o registro dos dados no software para criar histórico da remanufatura e teste hidrostático do cilindro.

- Descarte: Após ter feito o registro na triagem os extintores são enviados para a área de descarte para que seja retirada a carga de pó vencida, a qual é colocada em barricas para o devido descarte.
- Manutenção das válvulas: Depois de envasado, o auxiliar leva o extintor descarregado para que sejam retiradas as válvulas e feita a manutenção das mesmas.
- Recarga: Os cilindros são encaminhados para a área de envase para que sejam recarregados com as cargas de pós, água e recolocadas as válvulas.
- Pressurização: Depois de recarregados e recolocada a válvula, o extintor é enviado para área de pressurização onde recebe a quantidade de gás de acordo com seu tamanho.
- Teste de vazamento: Após os extintores estiverem prontos e pressurizados, os mesmos são colocados em tanques com água para verificar se há vazamentos.
- Acabamento: Após ter sido testados, os extintores são colocados em bancadas para a retiradas dos rótulos e etiquetas antigas para receberem novas etiquetas com as devidas informações.

Com base nos dados colhidos nas visitas realizadas na empresa, quando da produção de extintores de PQS, foi definido o seguinte Mapa de Fluxo de Valor:

Figura 04 – Mapa de Fluxo de Valor



Fonte: Elaborado pelos autores

O Mapa de Fluxo de Valor da produção de extintores, nos forneceu os seguintes tempos de processo por unidade em cada etapa:

Tabela 2 – Levantamento das etapas e dos tempos (antes)

Processo	Tempo Processo (minutos)
Recebimento	15
Triagem	85
Descarte	131
Manutenção Válvulas	255
Recarga	177
Pressurização	69
Teste de Vazamento	120
Acabamento	411

Fonte: Elaborado pelos autores

A somatória de todos os tempos de processo que o bolo passa, recebe o nome de “Tempo de Ciclo”, que no caso em questão é de 576 minutos. Esse valor demonstra o tempo necessário para que se produza aproximadamente 01 unidades.

Para encontrarmos o número teórico de operadores, é necessário estabelecer o Tack Time do processo, isso é, o ritmo que a produção deve possuir para atender demanda do cliente. O Tack Time é obtido através do tempo disponível para produção dividido pela demanda diária de peças.

O tempo disponível compõe a jornada diária de trabalho, descontada de tempos relacionados a paradas para refeição, hidratação, ida ao banheiro, entre outras. No acompanhamento desta atividade verificamos se necessita de 576 segundos para se concluir as etapas de produção de um extintor e que a jornada de trabalho é de 8 horas, totalizando 480 minutos disponíveis para a produção.

Como o referido produto tem forte demanda de aos dias finais da semana, para encontrar o Tack Time usamos a demanda mensal, a atribuindo a quantidade em extintores produzidas ao mês equivale a 1.100 unidades), desta forma, a demanda diária atribuída é de 50 extintores, assim sendo, o Tack Time é:

$$\text{Tack Time} = \frac{\text{Tempo Disponível por mês}}{\text{Demanda mês}} = \frac{10560}{1100} = 576 \text{ seg.}$$

O cálculo de Tack Time realizado demonstra que cada extintor estará finalizado a cada 576 segundos (9,6 minutos).

Como existe 8 operações para a produção de extintores, cabe distribuir as atividades de forma a balancear os tempos e a movimentação dos trabalhadores nos equipamentos e nas áreas.

Após identificarmos que a operação de acabamento, manutenção de válvulas, triagem, descarte, ofereciam oportunidades de redução de desperdícios com tempo de processo, movimentações e estoques intermediários, tratamos de elaborar um estudo para propor ações em busca da melhoria da produtividade.

Inicialmente observamos que o processo de produção necessitava de sete pessoas sendo uma em cada etapa e duas pessoas para executar as atividades de acabamento, notamos também pelas medições feita em cada etapa que havia um desbalanceamento dos tempos e atividades executadas pelos pessoal, com isso, haviam postos de trabalho com ociosidade e também, postos de trabalho que se tornaram gargalos produtivos.

Foi então sugerido a adoção de mudanças no processo produtivo e um pequeno investimento em uma cabine de pintura para eliminar o deslocamento do posto de trabalho.

A ações propostas foram as seguintes:

Tabela 2 – Plano de ações

Plano de ações propostas	
Areas	Melhorias Propostas
Triagem	Reducir o tempo da operação de descarte e o tempo da operação de manutenção
Descarga	Eliminar esta etapa do processo atribuindo a atividade na etapa de triagem
Descarga	Eliminar o tempo de recolocação da manueira para fazer o descarte
Manutenção das valvulas	Instalar esmeril proximo da bancada eliminar deslocamento desnecessario
Manutenção das valvulas	Reducir o tempo da operação de descarte e o tempo da operação de manutenção
Manutenção das valvulas	Instalar uma mini-cabine para que as atividades de lixar e pintar sejam feitas no posto de trabalho
Recarga do cilindro	Instalar silos para encher de forma gravitacional
Pressurização	Colocar bancada e atribuir atividade de retirar rotulor e etiquetas dos cilindros
Acabamento	Reducir as atividades desta operação que se tornou o gargalo da produção

Fonte: Elaborado pelos autores

4 Análise dos resultados e Discussões

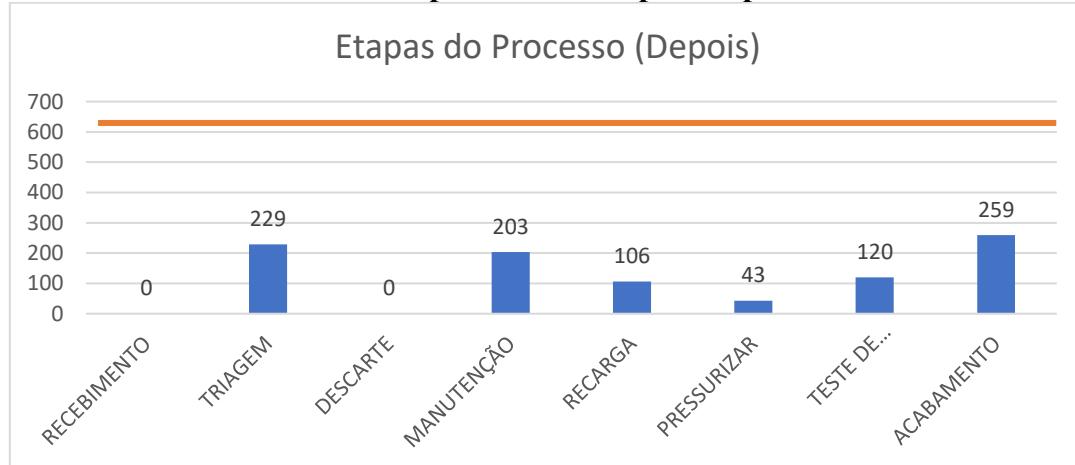
Aos poucos a empresa iniciou as mudanças conforme nossa proposta e em paralelo a estas mudanças, os colaboradores começaram a receber treinamento de 5S's, kaizen, liderança, Smed e interpretação de KPI's, com isso os resultados foram sendo alcançados gradativamente.

Conforme sugerimos, a empresa fez a aquisição de um equipamento de pintura adequado ao posto de trabalho para a pintura de componentes, com isso foi possível melhorar a eficiência da produção nesta bancada de trabalho.

Durante nossos estudos também vimos a oportunidade do uso da ferramenta do Heijunka (balanceamento da operações), ou seja, essa ferramenta foi a adequada para a oportunidade de reduzir o uso de mão de obra no processo de descarga dos extintores, identificamos um descompasso nas operações, visto que na operação de descarregar os extintores havia atividades desnecessárias de instalação e retirada de componentes para a execução da atividade, então optamos por melhorar esta etapa do processo eliminando as atividades de colocação e retiradas de componentes e agrupando a atividade de descarga na etapa de triagem, com isso possibilitou a liberação de uma pessoa que ficava dedicada a esta etapa do processo.

Com a implementação deste novo método de trabalho, foi possível realocar uma das pessoas para outras atividades da empresa.

Gráfico 1 - Tempo de Processo por Etapas



Fonte: Elaborado pelos autores

Nesta etapa foi possível eliminar a operação de descarga e redefinir as atividades procurando eliminar os tempos ociosos e diminuir os tempos de operação com a etapa de acabamento deixando-a mais equilibrada com as demais etapas.

Durante os estudos em campo, também identificamos que os colaboradores se deslocavam a cada vez que precisavam lixar e ou pintar os componentes dos extintores com isso havia o desperdício de movimentação, frente a esta situação, sugerimos que a fossem instaladas as lixadeiras, esmeris, furadeiras e um pequena cabine para pintura dos componentes.

Conforme sugerimos, a empresa fez a aquisição de um equipamento de pintura adequado ao posto de trabalho para a pintura de componentes, com isso foi possível melhorar a eficiência da produção nesta bancada de trabalho, com isso, foi possível eliminar os deslocamentos que não agregavam valor, deixando o colaborador mais dedicado as atividades que agregam valor ao produto.

Na tabela abaixo mensuramos as distancias percorridas antes e depois das melhorias.

Tabela 3 – Comparativo de tempo de deslocamento

Caminho percorrido	Deslocamento (Antes)		Deslocamento (Depois)	
	Passos	Metros (0,75m)	Passos	Metros (0,75m)
CARGA-DESCARROA - ENTRADA DE M.P.	4	3	4	3
ENTRADA DE M.P - TRIAGEM	2	1,5	4	3
TRIAGEM - DESCARTE	8	6	7	5,25
DESCARTE - MANUTENÇÃO	5	3,75	3	2,25
MANUTENÇÃO - ESMERIL	9	6,75	4	3
ESMERIL - MANUTENÇÃO	9	6,75	4	3
MANUTENÇÃO - PINTURA	15	11,25	0	0
PINTURA - MANUTENÇÃO	15	11,25	0	0
MANUTENÇÃO - REGARDA (PÓ)	3	2,25	7	5,25
MANUTENÇÃO - REGARDA (ÁGUA)	6	4,5	0	0,75
RECARGA (PÓ) - PRESSURIZAÇÃO	4	3	4	3
RECARGA (ÁGUA) - PRESSURIZAÇÃO	8	6	8	4,5
PRESSURIZAÇÃO - TESTE VAZAMENTO	8	4,5	6	4,5
TESTE VAZAMENTO - ACABAMENTO	2	1,5	2	1,5
ACABAMENTO - ITENS FINALIZADOS	6	4,5	7	5,25
TOTAL	110	82,5	47	50,25

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com a tabela acima, é possível observar a redução de deslocamento de 32,25 metros em todo o processo e destaque na etapa de manutenção das válvulas onde o colaborador tinha que deixar o posto de trabalho diversas vezes para acessar as ferramentas e equipamentos necessários para suas atividades.

Para facilitar o entendimento do ganho no processo, foi elaborado a tabela 4 com o índice alcançados.

Tabela 4 – Índice de produtividade

Comparativos de Tempos de Produção			
Operações	Tempo antes	Tempo depois	Produtividade
Recebimento	0	0	0%
Triagem	85	229	136%
Descarte	131	0	0%
Manutenção	255	203	26%
Recarga	177	106	11%
Pressurização	69	43	60%
Teste de vazamento	120	120	0%
Acabamento	411	259	59%
Total	1248	1008	24%

Fonte: Elaborado pelos autores

Levantamos que no processo anterior a capacidade de produção diária era de 50 peças, isso devido ao modelo do processo adotado anteriormente onde o tempo somados de todas as operações era de 1248 segundos, em decorrência dos deslocamentos e do desbalanceamento das atividades executadas dentro das etapas de produção.

Com o novo método de produção adotado após as mudanças foi possível otimizar o processo e assim aumentar a produção em 24%, passando a produzir com menos atividades que não agregavam ao processo de produção.

Tabela 5 – Capacidade de produção

Avaliações	Qt. produção / dia	Ganho de Produtividade
Produção diária de extintores antes das melhorias	50	
Produção diária de extintores depois das melhorias	62	24%

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base nas informações de produção e demanda, elaboramos uma projeção mensal considerando o aumento da produtividade conseguida.

Tabela 6 – Projeção de ganhos produtivos mensal

Projeção de ganhos com o aumento da produtividade		
Quantidade de produção/mês	Ganhos de produtividade	Quantidade de produção futura (projetada)
1100	24%	1364

Fonte: Elaborado pelos autores

Afim de justificar o investimento na mini cabine de pintura, elaboramos o cálculo dos custos com a aquisição do equipamento foi de R\$ 1200,00 o qual foi colocado frente ao custo mensal dos salários e encargos por pagos por hora trabalhada das pessoas envolvidas na etapa do processo e chegamos as informações um payback de 2,6 meses, conforme tabela 7:

Tabela 7 – Payback

Payback – Equipamento Mini Cabine de Pintura			
Avaliações	Custos	Tempo p/retorno	Período
Custo de equipamento	1200	2,6	
Custo atual (salários e encargos mensal)	458		Meses

Fonte: Elaborado pelos autores

Nossa prioridade nos estudos estava direcionada a aplicabilidade das ferramentas do Lean Manufacturing, entretanto, observamos também que o clima organizacional teve uma significativa melhoria, segundo retos dos envolvidos, aos implementar as ações fez com que eles construíssem novas sugestões as quais pretendem colocarem em prática assim que possível, além disso, podemos perceber que os colaboradores se sentiram valorizados fazendo parte do processo de mudança.

5 Conclusões / Considerações finais

Neste estudo procuramos demonstrar a eficácia do uso das ferramentas do Lean Manufacturing. É importante destacar que a participação de todos os níveis da empresa é essencial para o sucesso da implementação das ferramentas, portanto, a participação de todos é essencial desde a análise dos fatos, a coleta de dados e o treinamento dos participantes.

O embasamento teórico baseado no conhecimento das ferramentas Lean foi fundamental, isso facilitou a determinação de quais ferramentas implementar na produção e quais controles são essenciais para o controle do projeto.

A proposta elaborada durante nosso estudo na empresa, possibilitou um aumento de 24 % de produtividade com o balanceamento da produção, conseguindo realocar o tempo de uma mão de obra da etapa de descarga de extintores, além disso a empresa teve uma redução de 32,25 metros de deslocamento na etapa de manutenção de válvulas, melhorou a etapa de acabamento, subdividindo as atividades para outras etapas do processo oferecendo a oportunidade de aumentar a demanda caso seja necessário.

Além disso, levamos em conta qualidade de vida dos colaboradores da produção de extintores eliminando a necessidade de ficar saindo de seus postos de trabalho, reduzindo assim o risco de acidentes com o colaborador.

Por fim, cabe-nos deixar algumas recomendações para o futuro, que seria a:

- Aquisição de carrinhos para movimentação dos extintores;
- Construção de nichos embaixo das mesas para armazenamentos de componentes;
- Instalação de retifica nas bancadas para evitar deslocamento;
- Aquisição de caixas bins para eliminação de gavetas;
- Criação de equipes para a prática de 5S's
- Fomentar a prática de Kaizens para continuidade das melhorias.

Com essas ações a empresa conseguirá melhorar o planejamento das demandas, possibilitara ainda mais a redução dos desperdícios com movimentações, melhorar o controle dos estoques e aumentar a produtividade.

É fundamental ressaltar que a prática do lean não deve ser vista apenas como um projeto, como o próprio entendimento, é importante compreender que lean manufacturing é

uma filosofia que necessita de muita disciplina para progredir na caminhada para melhoria continua.

Perante os fatos, concluímos que foi possível reduzir desperdícios e melhorar a produtividade de acordo com a proposta das ferramentas utilizadas.

Todavia, é importante destacar que a empresa é um organismo vivo e que o processo de melhoria é contínuo o qual proporciona inúmeras oportunidades para a realização de estudos futuros e aprimoramentos.

5 Referências

Albertin, M. R.; Pontes, H. L. J. **Técnicas para identificação e redução de perdas. Gestão de processos e técnicas de produção enxuta.** Curitiba: InterSaber, 2016.

Howell, V. W. **Lean Manufacturing.** Ceramic Industry, v.160.2010.

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

Moreira, M., Fernandes, F. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso.** Departamento de Engenharia de Produção. UFSCAR, São Carlos – SP, 2001.

Netto, R. **5 princípios do Lean Manufacturing para uma indústria** (na prática). 2020.

Ohno, T. O. **Sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

Petenate, M. **Lean Manufacturing:** tudo que você precisa saber. 2018.

Salgado, E., Mello, C., Silva, C., Oliveira, E., Almeida, D. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos.** Gest. Prod., São Carlos– SP, 2009.

<https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/>

<https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/sp>

<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/promovendo-a-cultura-lean-nas-organizacoes>

<https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/implementacao-lean>

<https://www.poder360.com.br/economia/3-estados-concentram-mais-da-metade-de-todo-o-pib-industrial-do-brasil>

<https://www.sinonimos.com.br/>