OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE REMANUFATURA DE EXTINTORES: O USO INTEGRADO DAS FERRAMENTAS DE DIAGRAMA DE ESPAGUETE, MFV, HEIJUNKA E ANÁLISE DOS GARGALOS

Optimization of the Fire Extinguisher Remanufacturing Process: Integrated Use of Spaghetti Diagrams, VSM, Heijunka, and Bottleneck Analysis

ELEANDRO CLAUDEMIR FRANCO
FACULDADE DE TECNOLOGIA FATEC BRAGANÇA PAULISTA

MARCOS ANTONIO MAIA LAVIO DE OLIVEIRA
FATEC ITAPEVI/SP

Comunicação:
O XIV SINGEP foi realizado em conjunto com a 14th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com a SPARK (Society for Promoting Academic Research and Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE REMANUFATURA DE EXTINTORES: O USO INTEGRADO DAS FERRAMENTAS DE DIAGRAMA DE ESPAGUETE, MFV, HEIJUNKA E ANÁLISE DOS GARGALOS

Objetivo do estudo
O objetivo do estudo de caso foi analisar a otimização dos espaços ocultos na planta fabril, justificando a criação de novas linhas produtivas, evidenciando ganhos de produtividade e fornecendo informações consistentes para apoiar decisões estratégicas sobre modificações no layout atual da empresa.

Relevância/originalidade
A relevância do estudo está em oferecer soluções práticas para otimizar espaços produtivos, reduzindo custos e ampliando eficiência, sua originalidade está na abordagem inovadora que integra análise espacial e gestão estratégica, fornecendo subsídios consistentes para decisões empresariais mais assertivas e sustentáveis.

Metodologia/abordagem
O estudo concentrou-se em quatro etapas sendo elas a análise detalhada dos processos, identificação de gargalos, aplicação de ferramentas Lean Manufacturing e avaliação dos resultados, o uso de diagrama de espaguete e mapa de fluxo de valor evidenciou desperdícios, orientando melhorias práticas.

Principais resultados
Os resultados alcançados mostraram avanços graduais e consistentes com treinamentos em 5S, Kaizen e liderança fortaleceram práticas internas, enquanto a aplicação de Heijunka e novos equipamentos reduziu desperdícios, produção aumentou em 24%, com maior eficiência, equilíbrio operacional e valorização das atividades.

Contribuições teóricas/metodológicas
A contribuição teórica do estudo de caso está em aprofundar o entendimento sobre desperdícios e arranjos produtivos, enquanto a contribuição metodológica destaca o uso de ferramentas Lean, como diagrama de espaguete e mapa de fluxo de valor, para propor melhorias práticas.

Contribuições sociais/para a gestão
A contribuição social do estudo de caso evidencia melhorias na segurança, acessibilidade e bem-estar dos colaboradores, reduzindo esforços desnecessários, já para a gestão destaca ferramentas analíticas que orientam decisões estratégicas, otimizando processos, fortalecendo eficiência organizacional e promovendo práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Mapa de Fluxo de Valor, Lean Manufacturing, Diagrama de Espaguete, Analise de Gargalo

Optimization of the Fire Extinguisher Remanufacturing Process: Integrated Use of Spaghetti Diagrams, VSM, Heijunka, and Bottleneck Analysis

Study purpose
The objective of the case study was to analyze the optimization of hidden spaces within the manufacturing plant, justifying the creation of new production lines, highlighting productivity gains, and providing robust information to support strategic decisions regarding modifications to the company's current.

Relevance / originality
The study's relevance lies in offering practical solutions to optimize productive spaces, thereby reducing costs and enhancing efficiency; its originality stems from an innovative approach that integrates spatial analysis and strategic management, providing a solid basis for more effective and sustainable business.

Methodology / approach
The study focused on four stages: detailed process analysis, identification of bottlenecks, application of Lean Manufacturing tools, and evaluation of results, the use of spaghetti diagrams and value stream maps highlighted waste, guiding practical and sustainable improvements.

Main results
The results achieved demonstrated gradual and consistent progress; training in 5S, Kaizen, and leadership strengthened internal practices, while the implementation of Heijunka and new equipment reduced waste Production increased by 24%, accompanied by greater efficiency, operational balance, and an emphasis on value-added

Theoretical / methodological contributions
The theoretical contribution of the case study lies in deepening the understanding of waste and production arrangements, while the methodological contribution highlights the use of Lean tools such as spaghetti diagrams and value stream maps to propose practical and sustainable improvements.

Social / management contributions
The case study’s social contribution highlights improvements in employee safety, accessibility, and well-being by reducing unnecessary exertion; meanwhile, for management, it underscores analytical tools that guide strategic decisions, optimize processes, strengthen organizational efficiency, and promote sustainable practices.

Keywords: Value Stream Map, Lean Manufacturing, Spaghetti Diagram, Bottleneck Analysis

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE REMANUFATURA DE EXTINTORES: O USO INTEGRADO DAS FERRAMENTAS DE DIAGRAMA DE ESPAGUETE, MFV, HEIJUNKA E ANÁLISE DOS GARGALOS

1 Introdução

A participação da indústria no PIB brasileiro vem diminuindo ao longo dos anos. O estado de São Paulo concentra cerca de 125 mil indústrias e responde por mais da metade do PIB industrial da região Sudeste, sendo referência para este estudo.

Grande parte dessas empresas é de pequeno e médio porte, muitas de origem familiar, com baixa adoção tecnológica, produtividade limitada e processos instáveis. Isso gera dificuldades na gestão e impede o uso de ferramentas que poderiam reduzir desperdícios e aumentar a eficiência.

As práticas do Lean Manufacturing, desenvolvidas pela Toyota, são pouco conhecidas por micro e pequenas empresas, embora ofereçam ganhos significativos em qualidade, custos e competitividade. Instituições como Fiesp, Ciesp, Senai e Sebrae têm promovido projetos para apoiar a digitalização e a Indústria 4.0, criando oportunidades para modernização.

A empresa analisada, localizada em Jundiaí e atuante há mais de sete anos no setor de combate a incêndios, enfrenta o desafio de atender clientes com qualidade e custos adequados, preservando o bem-estar dos colaboradores. Nesse contexto, a adoção das ferramentas da manufatura enxuta surge como solução promissora para aumentar eficiência, reduzir custos e elevar a satisfação dos clientes.

2 Referencial Teórico

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentava destruição e baixa qualidade industrial, nesse cenário, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda desenvolveram o Modelo de Produção Toyota, que deu origem ao Sistema Toyota de Produção (STP), fundamentado na eficiência e no esforço coletivo.

Segundo Moreira e Fernandes (2001), o STP busca eliminar desperdícios, melhorar a qualidade e promover melhorias contínuas, focando apenas em atividades que agregam valor ao cliente. O conceito de valor agregado é reforçado por Salgado (2009) e Liker (2005), que destacam que elementos como espera, produção para estoque e movimentos excessivos elevam custos sem gerar benefícios.

Ohno (1997) classificou os desperdícios em sete tipos:

1. Espera,
2. Defeitos,
3. Transporte,
4. Movimentação,
5. Estoques,
6. Superprodução e
7. Superprocessamento,

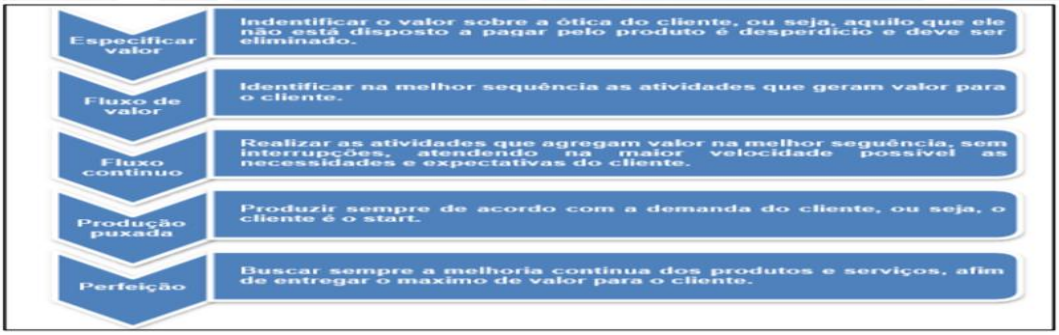
mostrando que sua eliminação poderia multiplicar a produtividade.

Para Albertin e Pontes (2016), combater essas perdas exige disciplina, planejamento e envolvimento de todos os funcionários.

Liker (2005) descreve o STP como uma “casa” sustentada por pilares, base e telhado, representando uma filosofia de gestão integrada, já Netto (2020) ressalta que o Lean deve ser entendido como uma filosofia baseada em princípios que, aplicados de forma conjunta, maximizam resultados e reduzem perdas.

Conforme ilustrado na Figura 01, o modelo se sustenta em cinco pilares fundamentais: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, sistema puxado e perfeição, cada um deles representa uma etapa essencial para estruturar processos mais eficientes e voltados às necessidades do cliente.

Figura 01 – Fluxo de valor



Fonte: Adaptada de Netto (2020)

O Lean é uma filosofia que busca otimizar processos e aumentar o valor entregue ao cliente. Seus cinco pilares valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, sistema puxado e perfeição formam a base para reduzir desperdícios e alcançar melhores resultados.

3 Metodologia

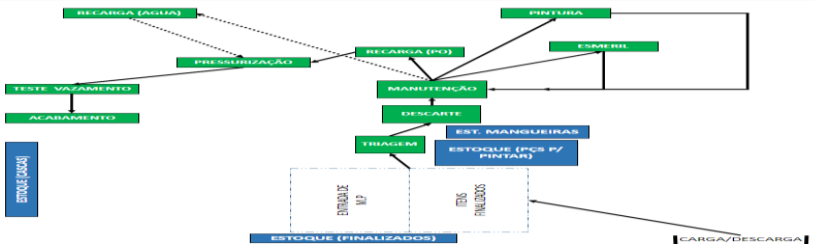
A empresa EXTINTORES LTDA (nome fictício), fundada em 2019 e localizada em Jundiaí, atua no setor de combate a incêndios. Seus principais produtos incluem a remanufatura de extintores, testes de mangueiras, conectores e placas de sinalização para áreas de risco, atendendo tanto empresas quanto o público em geral.

Para orientar este estudo, foi elaborado um roteiro com foco em quatro etapas principais:

- Análise dos processos existentes: mapeamento detalhado das atividades, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final.
- Identificação de gargalos e desperdícios: avaliação das redundâncias e pontos críticos para direcionar melhorias.
- Implementação de ferramentas Lean Manufacturing: aplicação de métodos como Diagrama de Espaguete, Mapa de Fluxo de Valor (MFV), Heijunka e Análise dos Gargalos.
- Avaliação dos resultados: análise dos ganhos obtidos e identificação de oportunidades para melhorias contínuas.

O primeiro passo foi a elaboração de um diagrama de espaguete, que permitiu visualizar o fluxo de funcionários, materiais e produtos no layout atual, essa análise evidenciou oportunidades para reduzir deslocamentos e tornar a operação mais eficiente.

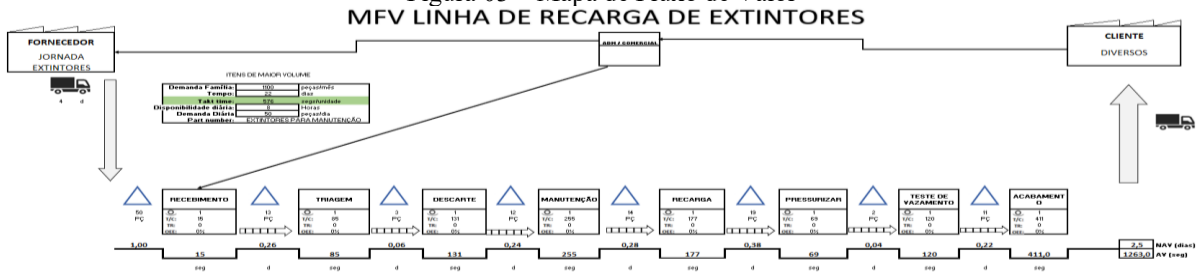
Figura 02 – Diagrama Espaguete



Fonte: Elaborado pelos autores

Em seguida, foi definido o Mapa de Fluxo de Valor, que revelou oito etapas principais na remanufatura dos extintores, conforme figura a seguir:

Figura 03 – Mapa de Fluxo de Valor



Fonte: Elaborado pelos autores

As observações mostraram que o processo exigia sete funcionários, com dois adicionais na etapa de acabamento. Identificou-se desbalanceamento entre tempos e atividades, gerando ociosidade em alguns postos e gargalos em outros.

Diante disso, foram sugeridas mudanças no processo produtivo, incluindo um pequeno investimento em uma cabine de pintura, para reduzir deslocamentos e otimizar o fluxo de trabalho.

4 Análise dos Resultados

Aos poucos, a empresa iniciou as mudanças propostas e, paralelamente, os colaboradores passaram a receber treinamentos em 5S, Kaizen, liderança, SMED e interpretação de KPIs, assim os resultados começaram a surgir de forma gradual.

Entre as melhorias sugeridas, destacou-se a aquisição de um equipamento de pintura adequado ao posto de trabalho, o que aumentou a eficiência da produção nessa etapa.

Durante os estudos, identificou-se também a oportunidade de aplicar a ferramenta Heijunka (balanceamento das operações), observou-se que, na etapa de descarga dos extintores, havia atividades desnecessárias de instalação e retirada de componentes, então a solução foi integrar essa atividade à triagem, eliminando etapas redundantes e liberando um colaborador para ser realocado em outras funções.

Gráfico 1 - Tempo de Processo por Etapas



Fonte: Elaborado pelos autores

Outro ponto crítico foi o desperdício de movimentação: os funcionários precisavam se deslocar sempre que realizavam lixamento ou pintura dos componentes, para resolver, foi sugerida a instalação de lixadeiras, esmeris, furadeiras e uma pequena cabine de pintura próxima ao posto de trabalho, essa medida reduziu deslocamentos, permitindo que os colaboradores se concentrassem em atividades que agregam valor ao produto.

Antes das mudanças, a capacidade de produção diária era de 50 peças, com tempo total de 1.248 segundos por ciclo, devido a deslocamentos excessivos e desbalanceamento das atividades. Após a implementação do novo método, o processo foi otimizado e a produção aumentou em 24%, com menos atividades que não agregavam valor.

5 Conclusões / Considerações Finais

Neste estudo buscamos demonstrar a eficácia da aplicação das ferramentas do Lean Manufacturing, é importante ressaltar que o envolvimento de todos os níveis da empresa é essencial para o sucesso da implementação desde a análise dos fatos e coleta de dados até o treinamento dos colaboradores.

O embasamento teórico, fundamentado no conhecimento das ferramentas Lean, foi decisivo para identificar quais métodos deveriam ser aplicados na produção e quais controles seriam indispensáveis para acompanhar o projeto.

A proposta desenvolvida durante o estudo possibilitou ganhos expressivos: houve um aumento de 24% na produtividade por meio do balanceamento da produção, além da realocação de mão de obra anteriormente dedicada à etapa de descarga dos extintores.

Tabela 1 – Capacidade de produção

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

Fonte: Elaborado pelos autores

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

Tabela 2 – 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

Também foi registrada uma redução de 32,25 metros de deslocamento na etapa de manutenção das válvulas. A etapa de acabamento foi reorganizada, com a subdivisão de atividades em outras fases do processo, criando condições para ampliar a demanda sempre que necessário.

6 Referencias

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.

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