

**MELHORIA CONTINUA DA PRODUÇÃO: UMA COMBINAÇÃO DE
ESTRATEGIAS DE PCP E FERRAMENTAS DO LEAN.**

*CONTINUOUS PRODUCTION IMPROVEMENT: A COMBINATION OF PCP
STRATEGIES AND LEAN TOOLS.*

ELEANDRO CLAUDEMIR FRANCO
FACULDADE DE TECNOLOGIA FATEC BRAGANÇA PAULISTA

MARCOS ANTONIO MAIA LAVIO DE OLIVEIRA
FATEC ITAPEVI/SP

Comunicação:

O XII SINGEP foi realizado em conjunto com a 12th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com o Casablanca Climate Leadership Forum (CCLF 2024), em formato híbrido, com sede presencial na ESCA Ecole de Management, no Marrocos.

Agradecimento à órgão de fomento:

Meus agradecimentos a empresa no Sul de Minas pela liberdade e apoio para o desenvolvimento deste estudo.

MELHORIA CONTINUA DA PRODUÇÃO: UMA COMBINAÇÃO DE ESTRATEGIAS DE PCP E FERRAMENTAS DO LEAN.

Objetivo do estudo

O objetivo deste estudo se concentra nas micro e pequenas empresas, destacando os benefícios das ferramentas Toyota para eficiência e competitividade. Também ressaltar a importância estratégica do PCP nos ciclos de produção e os tempos de espera entre as etapas.

Relevância/originalidade

O estudo é muito útil para o mundo empresarial moderno, especialmente para as micro e pequenas empresas (MPEs), ele contribui significativamente para a gestão e a competitividade das MPEs, concentrando-se nos benefícios das ferramentas Toyota e na importância do PCP.

Metodologia/abordagem

Nossa metodologia se baseia num ciclo de aprendizado e ação. Ao coletar dados e analisar os resultados, encontramos oportunidades de melhoria e criamos soluções que foram analisadas e implementadas na linha de produção nos conduzindo a um processo contínuo de aprimoramento.

Principais resultados

Os resultados foram o aumento na produtividade em 33,33%, ganho de 13,33 % na otimização de recurso em mão de obra, redução de 36,36 % na movimentação, todas as ações implementadas resultaram na receita mensal de R\$15.292,20 e R\$ 183.506,20 ao ano.

Contribuições teóricas/metodológicas

O estudo ofereceu uma excelente possibilidade de se combinar as ferramentas Lean como o Heijunka, 5S e Kaizen com técnicas estratégicas PCP e revelou uma sinergia poderosa na otimização dos processos produtivos.

Contribuições sociais/para a gestão

As estratégias usadas neste estudo auxiliaram no desenvolvimento da gestão da empresa que passou a ser mais ativa dentro do processo, entretanto, os participantes relataram que a implementação das estratégias levou a eles a criar novas sugestões elevando o clima organizacional.

Palavras-chave: Implementação de ferramentas lean, Combinação de estratégias, Gestão da produção

CONTINUOUS PRODUCTION IMPROVEMENT: A COMBINATION OF PCP STRATEGIES AND LEAN TOOLS.

Study purpose

The objective of this study focuses on micro and small companies, highlighting the benefits of Toyota tools for efficiency and competitiveness. Also highlight the strategic importance of PCP in production cycles and waiting times between stages.

Relevance / originality

The study is very useful for the modern business world, especially for micro and small companies (MSEs), it contributes significantly to the management and competitiveness of MPEs, focusing on the benefits of Toyota tools and the importance of PCP.

Methodology / approach

Our methodology is based on cycle of learning and action. By collecting data and analyzing the results, we found opportunities for improvement and created solutions that were analyzed and implemented on the production line, leading us to a continuous process of improvement.

Main results

The results were an increase in productivity by 33.33%, a 13.33% gain in labor resource optimization, a 36.36% reduction in movement, all implemented actions resulted in monthly revenue of R\$15,292.20 and R\$183,506.20 per year.

Theoretical / methodological contributions

The study offered an excellent possibility of combining Lean tools such as Heijunka, 5S and Kaizen with strategic PCP techniques and revealed a powerful synergy in optimizing production processes.

Social / management contributions

The strategies used in this study helped in the development of the company's management, which became more active within the process, however. participants reported that implementing the strategies led them to create new suggestions, improving the organizational climate.

Keywords: Implementation of lean tools, Combination of strategies, Production management

MELHORIA CONTINUA DA PRODUÇÃO: UMA COMBINAÇÃO DE ESTRATEGIAS DE PCP E FERRAMENTAS DO LEAN.

1 Introdução

O setor industrial, historicamente sempre foi um dos principais pilares da economia brasileira, ao longo dos tempos sua participação da indústria no Produto Interno Bruto (PIB) tem diminuído muito e tem criado uma lacuna muito grande na economia. A indústria que já representou cerca de 25,5% do PIB brasileiro durante um determinado período, hoje está 11,3% (valores de 2023), como resultado dessa diminuição na participação industrial, ficam inúmeras dúvidas sobre o futuro da economia do país, isso porque, a indústria é um importante gerador de empregos, ela é um campo estratégico para o avanço da tecnologia e da inovação, esta retração também pode ser atribuída a outros, incluindo a diminuição da competitividade, a alta carga tributária, a desvalorização do real e a falta de investimentos em infraestrutura.

Segundo a afirmação de Morceiro (2018) “De 1981 até hoje o Brasil regrediu na sua trajetória de industrialização, especialmente porque a manufatura brasileira deixou de ser o motor de crescimento. Comprova isso a estagnação na evolução do produto manufatureiro real e a queda significativa na parcela do VAM no PIB de preços constantes”

De acordo com 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 ocupa o PIB industrial em uma mesma região. A Unidade Federativa é responsável por 54,2% do indicador no Sudeste.”, diante desta alta concentração de indústria nesta unidade, elegemos o Estado São Paulo como base para realização de nossos estudos, levando em consideração o alto impacto que o estado mostrou em nossa análise e ainda em nossa análise, cerca de 58% dessas indústrias atribuídas ao porte de médio, pequeno e microempresas, é fato que, muitas dessas empresas são de origem familiar ou de pequenos empreendedores com baixo entendimento de gestão da produção, o que resulta em processo instáveis e muito esforço para se produzir os quais acabam promovendo a baixa produtividade e falta da qualidade desejada. Além disso, eles também trabalham com instabilidades econômicas e baixo conhecimento dos custos de produção, o que leva a consumir boa parte do tempo das pessoas, também, em muitos casos os empresários se envolvem com tarefas comerciais, administrativas e produtivas não conseguindo ter visão do processo como um todo e conseqüentemente deixam de adotar inúmeras ferramentas para auxiliar na redução e na eliminação dos desperdícios nas linhas produtivas.

Assim podemos observar que apesar das ferramentas desenvolvidas pela Toyota serem extremamente eficazes na redução de desperdícios, ainda não estão presentes na vida cotidiana de muitas empresas, especialmente nas micro e pequenas empresas, tem sido muito comum encontrar empreendedores que afirmam que seus processos estão corretos e que não precisam ser alterados, mas é notável que muitos deles nem sequer sabem das vantagens dessas ferramentas, ainda que, é possível ver o esforço no sentido de conscientização por parte da Fiesp, Ciesp, Senai e Sebrae que desenvolveram um projeto para levar essas empresas à digitalização ou a uma melhor compreensão da indústria 4.0, diante de uma variedade de desafios e oportunidades para melhorias.

Intencionado a focar nossos estudos nestas indústrias, ficou entendido que as micros e pequenas empresas se beneficiariam muito com o uso das ferramentas da Toyota isso porque, estas podem auxiliar no aumento da eficiência e da competitividade da empresa. O Lean

Manufacturing que é também conhecido como produção enxuta, é composto por um conjunto de ferramentas que visam maximizar a eficiência, reduzir o desperdício e otimizar os processos de fabricação, entretanto, sua implementação não é fácil, pois exige mudanças culturais dentro das empresas, mas vale ressaltar que seus resultados podem beneficiar empresas de todos os portes e setores, principalmente a empresa de nossos estudos.

A empresa está ativa a mais de 19 anos, sua experiência no mercado fica localizada no sul de do estado de Minas Gerais, seu foco está direcionado na produção de moldes, ferramentais e estampos de alta precisão, para isso ela conta com um parque fabril com equipamentos convencionais e automáticos, tais como fresadora universal, retíficas, centro de usinagem CNC, eletro-erosão de penetração e a fio. Um dos muitos desafios da empresa é atender aos requisitos e expectativas dos clientes com excelência na qualidade, a um custo apropriado e com menor esforço, e ainda, proporcionar melhor qualidade de vida aos funcionários, com base nestas premissas, a implementação de ferramentas Lean Manufacturing na linha de produção da empresa se apresenta como uma solução promissora. Em nosso entendimento essas ferramentas podem ajudar a empresa a atingir seus objetivos de melhorar a eficiência, reduzir custos e melhorar a qualidade, resultando em um aumento na satisfação dos clientes.

Nosso estudo também pretende explorar as possibilidades que podem ser criadas pelo PCP e evidenciar a importância estratégica do planejamento e controle da produção, resumizando em como eles podem reduzir o ciclo de produção e o tempo de desperdício em espera com os estoques em processo, sendo assim, o conteúdo descrito nas próximas páginas dará ênfase a melhoria na forma de planejar a produção e ao uso das ferramentas da manufatura enxuta na linha de produção da empresa..

2 Referencial Teórico

Depois que o Japão foi devastado durante a Segunda Guerra Mundial, foi necessário um esforço significativo para reconstruí-lo economicamente e industrialmente, todavia, a guerra não foi um fator isolado, a baixa qualidade de seus produtos também impactou o crescimento das indústrias do país. Para lidar com esses desafios, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda desenvolveu o modelo Toyota que foi implementado nas fábricas japonesas da Toyota. Esse modelo buscou soluções emergentes e enfrentou desafios de adaptação devido à escassez de recursos financeiros, diante deste cenário, foi extremamente importante a atuação de Taiichi Ohno, que foi conceituado como um dos principais engenheiros de produção da Toyota, ele pode ser considerado um visionário que acreditou que com os esforços das pessoas levariam a alcançar os melhores resultados e assim se deu a origem do STP (Sistema Toyota de Produção).

Segundo Moreira e Fernandes (2001), o Sistema Toyota de Produção (STP) é de extrema importância para a produção enxuta e seus principais objetivos são a eliminação de desperdícios, a melhoria da qualidade, a organização do ambiente de produção através da melhoria contínua e a eliminação de atividades que não agregam valor, de uma forma simplificada, podemos definir que, valor agregado se refere ao valor percebido pelo cliente e sua disposição financeira para compensar pelo bem ou produto desejado, enquanto que, valor não agregado é o inverso, em que todo o esforço que uma empresa coloca em um produto não é percebido pelo cliente, assim sendo, eles não estão dispostos a compensar esse esforço.

Na definição de Salgado (2009), o valor agregado é aquele que o cliente está disposto a pagar pelo produto ou serviço, ou seja, ele não está disposto a pagar por atividades que não agregam valor, tais como, tempo de espera, produção para estoque e movimentos excessivos, entretanto, essas atividades não são importantes no ponto de vista para o cliente e são consideradas como desperdícios que aumentam o custo, mas não agregam valor.

Na definição de Liker (2005), o desperdício é qualquer atividade que consuma tempo e dinheiro, e não agregam valor pela ótica e percepção do cliente, sendo essa a origem inicial desses sistemas.

Ohno (1997), disserta que o objetivo do Lean Manufacturing é produzir com o mínimo de recursos e apenas o que é necessário, além disso, é preciso ter foco na eficiência do processo, ainda nas colocações do autor, ele define os desperdícios de produção em sete categorias, sendo:

- 1- Desperdício de Espera: Que se refere ao tempo de parada por espera de um recurso produtivo, equipamento ou humano. Capaz de ser percebida na produção ao identificar os estoques que ficam aguardando o processo seguinte.
- 2- Desperdícios de Defeito: Que se refere ao material e ao tempo gastos para produzir um produto não-conforme ou o esforço para retrabalhando dele. Pode ser observado na má qualidade do material, falha no equipamento, falha na especificação, falta de treinamento das pessoas, etc...
- 3- Desperdício de Transporte: Que se refere ao tempo consumido pela movimentação de material ou ferramentas. Pode ser encontrado na falta de um bom layout produtivo onde as etapas ficam distantes uma das outras permitindo que o produto e ou o colaborador tenha que deixar o posto de trabalho.
- 4- Desperdício com Movimentação: É muito confundido com o desperdício de transporte, porém, está mais atribuído no esforço desnecessário que o colaborador faz para conseguir produzir. Capaz de ser vista na necessidade de o colaborador buscar os recursos e materiais.
- 5- Desperdício com Estoques: Que se refere as matérias primas, insumos, peças em processo ou semiacabadas, componentes e produto acabado. Pode acontecer quando a produção é feita para o estoque no sentido de produção empurrada e não para entrega para o cliente, quando a insegurança no abastecimento de materiais, quando os lotes de produção são muito grandes.
- 6- Desperdício com Superprodução: Que se refere a fabricação de quantidades acima do necessário para atender os clientes. Pode ocorrer quando a empresa produz para o estoque, quando os setups são muito demorados, quando falta assertividade nos volumes a produzir, quando a produção é em massa.
- 7- Desperdício com Superprocessamento: Que se refere ao gasto de energia e tempo com um processo desnecessário. Podem ocorrer equívoco na interpretação das necessidades do cliente, falta de treinamento ou falta de atualização na especificação dos produtos.

Assim Ohno (1997), percebeu que ao eliminar os desperdícios que consomem recursos e que não agregam valor, a produtividade poderia aumentaria potencialmente em mais de dez vezes.

De acordo com Albertin e Pontes (2016), é necessário o envolvimento de todos os colaboradores combater as sete perdas proposta no STP, e ainda, que é necessário ter um bom planejamento, também, é preciso compreender o fluxo de operações e os tempos de processo, considerando que não é uma tarefa fácil e isso exige muita disciplina a todos envolvidos para que se possa obter os ganhos através do pensamento enxuto.

Liker (2005), considera o STP como uma casa, com um telhado, pilares, centro e base, conforme figura 1 (abaixo).

Figura 01 – Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Adaptado de Liker (2005)

Petenate (2018), reconhece que a manufatura enxuta é um método operacional que aborda os principais desperdícios da linha de produção e busca reduzi-los ou eliminá-los por meio de ferramentas de qualidade e melhoria contínua, além disso, segundo Howell (2010), o Lean Manufacturing é uma abordagem que visa maximizar a produtividade por meio da eliminação contínua de desperdícios na produção.

Netto (2020), clarifica que o Lean é uma filosofia baseada em princípios para otimizar processos e fornecer maior valor agregado ao cliente. Esses princípios conectados e trabalhos em conjunto visam maximizar os resultados e minimizar as perdas, 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: Adaptado de Netto (2020)

Ressalta-se, que o Lean Manufacturing dispõe de uma variedade de ferramentas que são amplamente utilizadas para melhorar a eficiência operacional, melhorar processos e eliminar desperdícios, neste trabalho citaremos algumas das principais ferramentas em nosso entendimento:

- O 5S é uma ferramenta de cinco etapas que visa evitar o esgotamento de recursos e a perda de espaço, organizar os espaços de trabalho para uma produção eficiente, garantir um ambiente limpo e livre, estabelecer padrões ergonômicos para o trabalho e incentivar

os funcionários a ajudar a manter a produtividade e a limpeza. Seus cinco processos simples incluem Seiri (arrumação), Seiton (organização), Seiso (limpeza), Seiketsu (padronização) e Shitsuke (disciplina), que visam garantir um local de trabalho produtivo e eficiente;

- Jidoka é uma ferramenta que permite que o operador tenha condições de parar todo o processo ao identificar algum erro que aconteceu ou possa acontecer e assim toda a fábrica fica ciente do problema e auxilia na busca da correção;
- JIT (Just in Time) é uma ferramenta que ajuda a otimizar a produção para evitar estoques excessivos;
- Kanban é um método para melhorar o controle e a eficiência na fabricação, usando cartões de coloridos de vários tamanhos, ele permite que toda a produção seja organizada de forma a atender às demandas e requisitos;
- Kaizen pode ser usado para aumentar a produtividade e a qualidade do trabalho. Sua função é demonstrar que todos os funcionários de um determinado local devem se esforçar e trabalhar para reduzir custos, desperdícios e focar no aumento do lucro;
- PDCA é uma ferramenta para verificar se tudo foi feito corretamente, ela se baseia em um ciclo de melhoria contínua, são elas:
 - Plan: é o planejamento do seu objetivo final, em que você vai determinar os prazos, as tarefas, os responsáveis etc.;
 - Do: a fase “fazer” é o momento em que as atividades são delegadas para cada responsável;
 - Check: essa é a fase de acompanhamento, em que temos que verificar se está tudo dentro do prazo, dos custos, da qualidade e de outras variáveis;
 - Act: por último, vem o momento de agir ou corrigir, em que vamos verificar se há falhas na execução e no planejamento;
- TPM (Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total) é uma ferramenta que visa manter os equipamentos da linha de produção com a ideia de que todos os funcionários podem pensar em soluções preventivas para evitar quebras, atrasos, defeitos e acidentes com o equipamento;
- Heijunka é uma ferramenta projetada para nivelar o volume ou a variedade da produção. Ela é responsável por dar a estabilidade da fabricação e evitar excessos;
- Andon é uma ferramenta que pode detectar e sinalizar problemas em todo o processo de fabricação;
- KPIs que são os indicadores-chave de desempenho, são estatísticas usadas para analisar a eficiência de uma fábrica;
- SMED, um conjunto de métodos destinados a reduzir o tempo que uma máquina leva para preparar e iniciar a produção, com isso a empresa cria condição de criar mais flexibilidade e mudança rápida de tipo de produção.

Como foi possível compreender, a manufatura enxuta é uma filosofia com muitas abordagens, todavia, ao adotarmos essa filosofia, podemos melhorar e integrar todo o processo de fabricação levando a atingir a excelência, ao mesmo tempo em podemos reduzir a quantidade de desperdícios e aumentar a produtividade.

Outro ponto importante abordado em nossos estudos, refere-se ao planejamento e controle da produção (PCP), que tem sido extremamente reconhecido como um componente essencial para a eficiência operacional das empresas. O PCP desempenha um papel importante na gestão dos recursos produtivos, incluindo mão de obra, capacidade produtiva e materiais, no entanto, os sistemas de gestão da produção modernos acabam suprimindo os benefícios que esse recurso traz para as empresas.

Para NIGEL SLACK (2009), o planejamento e o controle devem ser compreendidos em operar os recursos para fornecer bens e serviços que atendam às necessidades dos consumidores, o objetivo do planejamento e controle da produção é equilibrar as necessidades do mercado com as possibilidades das operações. Ainda o autor, afirma que as atividades de planejamento e controle fornecem embasamento para a tomada decisões para atender diversos aspectos da oferta e da demanda, visto que, o PCP define o quê, quanto, quando e como os produtos serão fabricados e entregues, ele deve planejar e controlar todos os aspectos da produção, esse estilo de atuação permite acompanhar de perto o processo e prever erros, aumentando a eficiência da produção.

3 Metodologia

A empresa FERRAMENTAS DE PRECISÃO LTDA (nome fictício), foi fundada em 2005 com o objetivo de atender as necessidades no mercado com suas ferramentas de precisão para molde para injetoras e estampos para prensas de conformação de peças, sua principal missão é atender as expectativas de seus clientes com agilidade, buscando sempre a melhoria e o aprimoramento contínuo em toda a cadeia de relacionamentos, a empresa produz de acordo com o conceito ETO (engineer to order), isto é, a empresa produz os itens conforme necessidade específica do cliente, a qual se caracteriza em produção puxada, ela tem em sua planta equipamentos convencionais e automáticos, tais como fresadora universal, retíficas, centro de usinagem CNC, eletro erosão de penetração.

Seu corpo de colaboradores atualmente é formado por 17 pessoas que trabalham na produção e no atendimento aos clientes, compreendendo desde o projeto até sua continuidade na produção. O processo produtivo conta com um software de planejamento e controle, onde após a aprovação do projeto são geradas as ordens de compras para aquisição dos materiais necessários e as ordens de fabricação para que seja confeccionado as peças necessárias para a montagens de moldes e estampos, além disso, a empresa também fornece peças sobressalentes quando solicitada por seus clientes, a decisão do que e quando será feito é tomada com base na data negociada para a entrega para o cliente, esse prazo de entrega também envolve também o try-out, ou seja, após os teste e aprovação feitas pelos requisitantes.

Segundo relatado pela gestão, uma das maiores dificuldades enfrentadas atualmente pela empresa é a falta de mão de obra experiente para a confecção de peças, pois por se tratar de itens de extrema precisão, exige-se uma nível alto de experiência, outro ponto relatado foi que há uma sobrecarga de trabalho quando os recursos produtivos estão com suas horas tomadas por demandas e ou os prazos exigidos pelos clientes e que são muito curtos para a entrega.

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

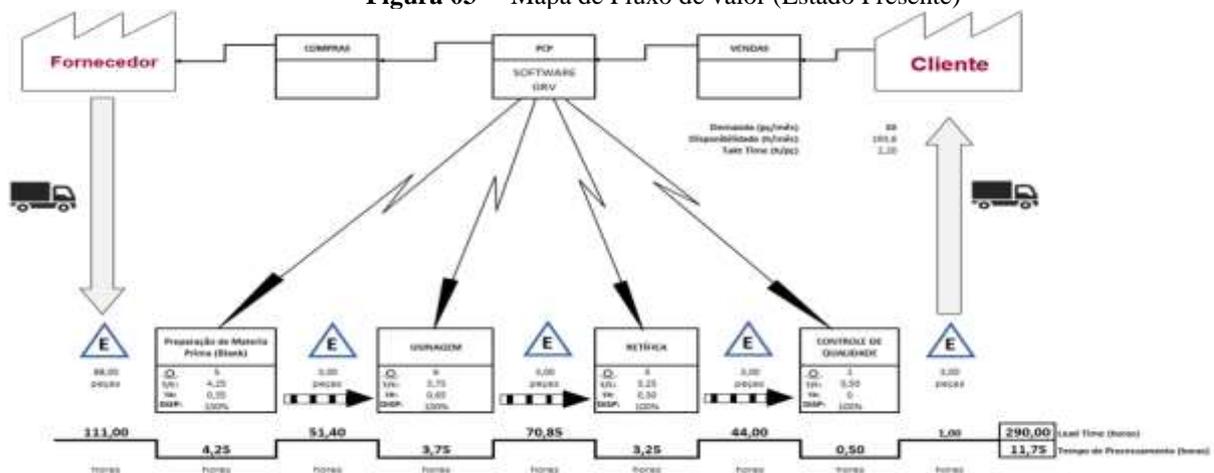
- Análise detalhada dos processos existentes: será elaborada através da identificação e mapeamento de todas as atividades realizadas, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final;
- Identificação de gargalos, redundâncias e desperdícios: Buscar na construção mapeamento para nos fornecer uma visão clara de onde as melhorias devem ser direcionadas;
- Implementação das ferramentas do Lean Manufacturing: Depois de ter identificado as ferramentas que mais se ajusta no processo, planejar a implantação do Diagrama de Espaguete, MFV (mapa de fluxo de Valor), Just-in-Time, entre outras;

- Avaliação dos resultados: No decorrer da implantação, deverá ser feita a análise dos resultados obtidos com o uso das ferramentas e a identificação de novas oportunidades para as melhorias sejam contínuas;
- Análise da rotina de PCP: avaliar a os métodos e estratégias de planejamento e controle da produção e suas implicações no processo.

Durante o período de estudos a demanda da empresa se concentrou em peças de reposição e construção de moldes, dessa forma, todo o trabalho foi direcionado para estes produto, e identificado que a capacidade de produção daquela linha foi de 3 peças diárias, limitando sua produção a 66 peças mensal que foram utilizadas na montagem de moldes e reposição de peças avulsas, as quais mostraram insuficiente para o atendimento dos pedidos feitos pelos clientes. Em nossa análise, um dos principais fatores para não atender a demanda está relacionado ao fato de que planejamento da produção feita pelo PCP não está sendo respeitada na sua integralidade, uma vez que o software de apoio se baseia num algoritmo e sugere o sequenciamento da produção e otimização dos setup's, entretanto, os operadores não respeitam a priorização das ordens de serviço e não realizam os apontamentos da produção, resultando em estoques elevados aguardando processamentos e atraso nas entregas, além do alto índices de setup's, da falta de controle de eficiência do processo e indicadores produtivos.

Em face ao exposto, nosso primeiro passo, foi elaborar um Mapa de Fluxo de Valor (MFV) do estado presente, que entendemos ser 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, sendo este apresentado para a direção e para os colaboradores da empresa, nos quais foram evidenciados alguns desperdícios identificados (inventário, movimentação, espera, produção excessiva e defeitos).

Figura 03 – Mapa de Fluxo de valor (Estado Presente)



Fonte: Elaborado pelos autores

Ainda no Mapa de Fluxo de Valor, identificamos o processo produtivo e sua seqüência, com base nas observações registradas no mapa, identificamos 4 etapas, sendo:

- A preparação de Matéria-prima: Nesta etapa o operador fraciona o material com o auxílio de uma serra fita transformando em pequenos blanks para que possa ser usinado;
- A usinagem: Nesta etapa o operador inseri o desenho da peça na memória do centro de usinagem (CNC), prepara as ferramentas para furação e desbastes do blank transformando em uma peça semi-acabada de acordo com o desenho da peça.
- A retífica: Após ter feito a desbastagem e os furos no blank, a mesma é encaminhada para o setor de retificas para fazer o acabamento e os ajustes de precisão na peça;

- E o Controle de Qualidade: Depois que a peça passou por todo o processo de transformação, a mesma é colocada numa sequência no setor de Controle de Qualidade para que sejam confirmadas e registradas as medidas para posterior emissão do certificado de qualidade.

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

Tabela 1 - Levantamento das etapas e dos tempos

Processo	Tempo de Espera	Tempo Processo
Preparação de matéria-prima	111,00	4,25
Usinagem	51,40	3,75
Retifica	70,85	3,25
Controle de Qualidade	44	0,5
Expedição	1	4
Total	278,25	11,75

Fonte: Elaborado pelos autores

A somatória de todos os tempos de processo por onde a peça passa, recebe o nome de “Tempo de Ciclo”, que no caso em questão é de 290 horas, deste tempo de ciclo, conforme mensurado no mapa, foi possível identificar que 11:75 horas são de horas que realmente agregam valor, sendo que as demais estão atribuídas horas que não agregam valor.

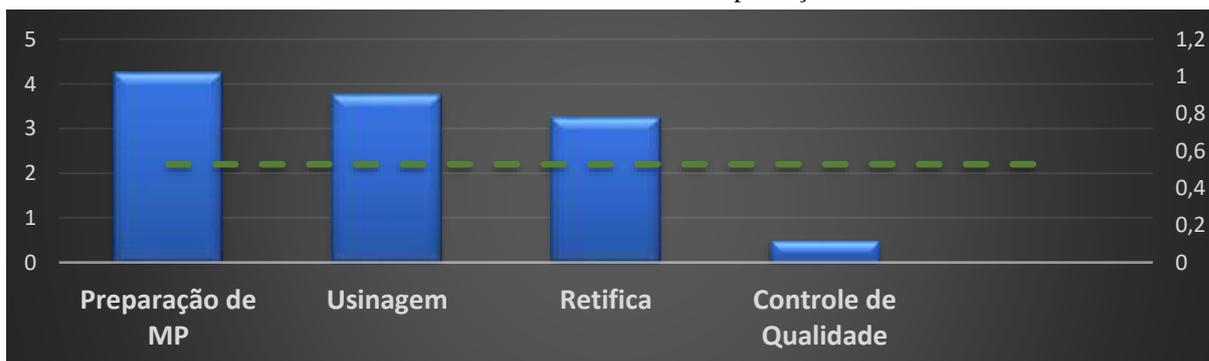
Outro ponto que chamou muita atenção foi os tempos de espera em que a peça ficava aguardando para ser processada, ou seja, as peças somavam cerca 278 horas nos estoques em processo, o tempo disponível que compõe a jornada diária de trabalho é de 8,9 horas/dia.

Para descobrirmos o número teórico de operadores, é preciso estabelecer o Tack Time do processo, isso é, encontrar o ritmo que a produção deve ter para atender demanda do cliente, o Tack Time é obtido através do tempo disponível para produção dividido pela demanda diária de peças, como o referido produto tem sua demanda puxada de acordo com a necessidade dos clientes, para encontrar o Tack Time usamos a demanda mensal, atribuindo a quantidade em peças produzidas ao mês equivalente a 88 unidades, desta forma, a demanda diária atribuída é de 4 peças, assim sendo, o Tack Time é:

$$\text{Tack Time} = \frac{\text{Tempo Disponível por mês}}{\text{Demanda mês}} = \frac{196}{88} = 2,20 \text{ horas.}$$

Com base no cálculo de Tack Time realizado na fórmula acima, mostrou-se que a cada 2,20 horas uma peça deveria ter passado por todo o processo, fazendo um comparativo com o tempo de cada processo, podemos observar no gráfico de balanceamento da produção que as peças não estão sendo produzidas de acordo com o tack time.

Gráfico 1 – Balanceamento da produção

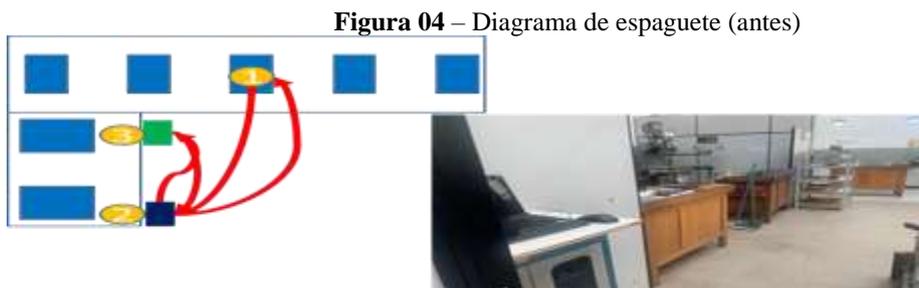


Fonte: Elaborado pelos autores

Assim, no gráfico acima conseguimos visualizar que a produção está fora do tack time, com isso, surge a necessidade de trabalho em horas extras para diminuir o atraso na entrega das peças ao cliente.

Partimos para nosso estudo com relação as estratégias do planejamento e controle da produção PCP via software, foi constatado que o mesmo definia o sequenciamento, mas não era respeitado pelos operadores, devido a divergência de opiniões entre a supervisão e o estabelecido pelo PCP, o que resultava em estoques intermediários, alto tempo de esperas em filas da produção e produções antecipadas, outro ponto identificado foi a falta de assertividade no apontamento das ordens de serviço pelos operadores no sistema, além disso, ficou evidente que muitas ordens de produção não foram entregues no prazo, sendo que o principal motivo era a ausência de um indicador de status, o que dificultava o acompanhamento do andamento da produção e a identificação dos possíveis desvios

Ainda em nossos estudos, foi detectado que o processo de produção apresentava um excesso de movimentação do operador para buscar a próxima peça para processar, ou seja, o operador saia da área de retífica, deslocava-se até o computador para verificar a ordem de serviço, depois se deslocava até a prateleira para buscar a peça, retornava ao computador para validar a ordem de serviço e por fim, retornava para o posto de trabalho, elaboramos então um diagrama de espaguete para entender o caminho percorrido, com o objetivo de facilitar o entendimento do fluxo de funcionários, materiais e produtos dentro do layout atual



Fonte: Elaborado pelos autores

Foi então sugerido a adoção de mudanças no processo produtivo, incluindo treinamentos com o pessoal do PCP afim de reduzir o tempo de passagem das peças pelo processo, organização e eliminar do deslocamento do posto de trabalho.

A ações propostas foram as seguintes:

Tabela 2 – Plano de ação

Plano de Ação	
Ações	Melhorias propostas
Heijunka	Melhoria do sequenciamento da produção, com treinamento dos operadores para melhorar os apontamentos e o sequenciamento da produção a fim de melhorar a qualidades nas informações registradas e evitar o processamento antecipado ou tardio das peças;
Cadeia de ajuda	Reuniões semanais de alinhamento entre PCP, Suprimento e Produção para garantir a integração entre os setores;
Kaizen	Aplicação de técnicas de melhoria contínua para identificar e resolver problemas no processo produtivo;
PDSA	Treinamento dos colaboradores como ação preventiva para atuação em casos de peças com defeitos, retrabalho e refugo;
KPI	Implementação de indicador para acompanhamento do status de fabricação e entrega, visando cumprir os prazos acordados com os clientes;
Gestão Visual	Foi implantado um quadro para acompanhamento do status da produção da ordem de serviço;
5S	Treinamento teorico nos conceitos e aplicação pratica nas bancadas e equipamentos;
Diagrama de Espaguete	Avaliar e ajustar o layout do setor de retífica.

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base nos resultados dos levantamentos em nossos estudos, a equipe começou a analisar e implementar as medidas sugeridas na tabela acima e para garantir que as soluções fossem introduzidas de forma eficaz e que trouxessem os resultados esperados, todos os colaboradores da empresa foram envolvidos, ou seja, foram incluídos desde o pessoal da direção até o pessoas que exercem as funções essenciais dentro da operação, pois entendemos que a cooperação era essencial para o sucesso da implantação.

4 Análise dos resultados e Discussões

Progressivamente a empresa iniciou as mudanças conforme nossa proposta no plano de ações, sendo que, em paralelo a essas 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.

No decorrer de nossos estudos deparamos também com a oportunidade de reduzir o tempo de espera e filas de peças que aguardavam processamento em face a esta circunstância, primeiramente foi avaliado se o software estava gerando as priorizações dentro da realidade da empresa, confirmamos que sim, o software mostrou-se satisfatório, não necessitando ajustes, em seguida foi realizado um treinamento com o responsável pelo PCP, para que a sua atuação fosse mais adequada com relação a distribuição e ocupação da disponibilidade das maquinas e equipamentos, ainda visando melhorar o controle da produção, foi feito uma reunião para conscientização e treinamento dos colaboradores para tonificar sobre a importância do apontamento e de seguirem a priorização estabelecida pelo software.

O responsável pelo PCP passou a ter em sua rotina o acompanhamento das ordens de serviço que estavam sendo realizadas e alimentar o indicador de status de processo, com a atuação efetiva do PCP, foi possível identificar a ociosidade de algumas máquinas e filas de peças com possibilidades de serem confeccionadas em outros equipamentos, que originou um estudo para que houvesse uma mudança no sequenciamento da produção a fim de balancear o uso das máquinas que se encontravam com disponibilidades. Desta forma, houve a redução no tempo de espera e nos volumes dos estoques intermediários, principalmente nas retíficas, consequentemente houve a diminuição da necessidade de horas extras e ainda possibilitou o realocar de dois operadores desta linha de produção para outras atividades da empresa e aumentar a velocidade da peça pelo processo produtivo.

Figura 05 – Lista de sequenciamento da produção

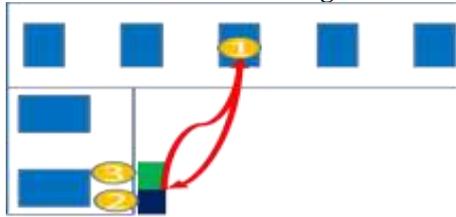


Fonte: Elaborado pelos autores

Outra ação foi a adequação do layout produtivo, com essa ação foi possível melhorar a disposição da prateleira para próximo do computador, reduzindo o deslocamento percorrido

pelo operador que antes era de 22 metros passando para 14 metros por peça, representando a redução de 36,36% (equivalente a 8 metros) na distância percorrida.

Figura 06 – Diagrama de espaguete (depois)



Fonte: Elaborado pelos autores

Como constatado, também havia uma dificuldade para controlar o andamento da produção, para resolver esse problema, foi elaborado um indicador de status de projeto com um índice que representa a situação atual do projeto, com base em critérios pré-definidos pelo PCP visando o prazo acordado para entrega para o cliente, sua finalidade é acompanhar o andamento da produção e sinalizar se tudo está ocorrendo conforme o planejado.

Figura 07 – Planilha e indicador de acompanhamento da produção

NP-05	Descrição	QTD	Horas previstas	Horas realizadas	Conclusão
0001
0002
0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009
0010
0011
0012
0013
0014
0015
0016
0017
0018
0019
0020
0021
0022
0023
0024
0025
0026
0027
0028
0029
0030
0031
0032
0033
0034
0035
0036
0037
0038
0039
0040
0041
0042
0043
0044
0045
0046
0047
0048
0049
0050

Fonte: Elaborado pelos autores

Ainda, por consequência dos treinamentos de Kaizen e 5S disponibilizados aos colaboradores, foram implementadas ações concebidas nos treinamentos, sendo estas aplicadas nos setores produtivos, onde os colaboradores reconheceram que um equipamento estava mal localizado no setor e dificultava a passagem com peças, sendo ele removido e alocado em local apropriado, ainda continuando com as ações de melhorias, foi visto que a disposição das ferramentas de uso contínuo não estavam em local adequado para o uso constante, isso porque ficavam guardadas em gavetas e pela ação de melhoria foi construído um quadro para disponibilizar para o uso.

Foto 3 - Prensa posicionado no meio do corredor (Antes)



Fonte: Elaborado pelos autores

Foto 4 - Prensa posicionado na lateral (Depois)



Fonte: Elaborado pelos autores

Foto 5 – Bancadas e gavetas com ferramentas (Antes)



Fonte: Elaborado pelos autores

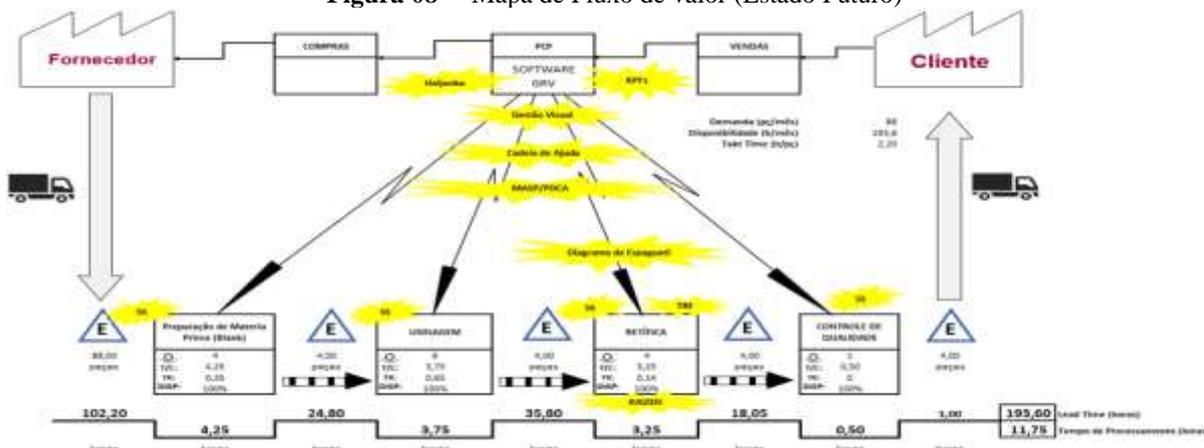
Foto 4 – Quadro de ferramentas(Depois)



Fonte: Elaborado pelos autores

Para melhor evidenciar as ações implementadas foi elaborado um novo mapa de fluxo de valor com o estado futuro destacando as ações realizadas para a redução de desperdícios com base nas ferramentas de Lean Manufacturing, neste caso foram utilizadas as ferramentas de Heijunka, Cadeia de ajuda, Kaizen, PDCA, KPI, Gestão visual, 5S, Troca rápida de ferramentas e Diagrama de Espaguete.

Figura 08 – Mapa de Fluxo de valor (Estado Futuro)



Fonte: Elaborado pelos autores

Com o intuito de mensurar os resultados, foi elaborado um conjunto de indicadores para medir os progressos alcançados em termos de produtividade, otimização de recursos e o retorno financeiro.

Com a redução do tempo decorrido entre o início e o fim do processo de fabricação, esse proporcionou um resultado muito significativo no prazo de entrega da empresa, assim sendo, a redução do tempo de atravessamento somente foi possível através da melhoria no sequenciamento da produção, na otimização dos recursos de maquinas e mão de obra e principalmente, na melhoria da comunicação entre as equipes, tendo como resultado a redução do lead time das peças em aproximadamente 33,33% no tempo de atravessamento, convertendo em um ganho na produtividade que se traduziu em um aumento da produção de 66 para 88 peças produzidas no mês.

Tabela 3 – Produtividade

Avaliações	Qt. produção / mês	Ganho de Produtividade
Produção de peças antes das melhorias	66	33,33%
Produção de peças depois das melhorias	88	

Fonte: Elaborado pelos autores

Além disso, foi possível reduzir a necessidade de dois operadores, sendo eles realocados para outras áreas produtivas, resultando na redução do número de trabalhadores que representou um ganho de 13,33 % na otimização da mão de obra produtiva.

Tabela 4 – Otimização de recurso (m.o)

Avaliações	Qt. de mão de obra	Ganho com otimização da m.o.
Necessidade de mão de obra antes das melhorias	17	13,33%
Necessidade de mão de obra depois das melhorias	15	

Fonte: Elaborado pelos autores

Ainda foi possível conseguir ganhos com a redução de movimentação com as melhorias adotadas no layout produtivo resultando na eliminação de 36,36 % de movimentação.

Tabela 5 – Redução de movimentação

Avaliações	Deslocamento por peça	Redução de movimentação
Movimentação antes das melhorias do layout	22	36,36%
Movimentação depois das melhorias do layout	14	

Fonte: Elaborado pelos autores

Por fim, com base no custo médio da peça, as melhorias implementadas na linha de produção resultaram em um aumento de faturamento mensal de R\$15.292,20, o qual projetado ao longo de um ano deverá alcançar cerca de R\$183.506,40 nesta linha de produto.

Tabela 6 – Retorno e projeção de ganhos

Avaliações	Produção mensal	Aumento mensal no faturamento	Projeção de ganho - Anual
Volume de produção mensal antes das melhorias	66	R\$ 15.292,20	R\$ 183.506,40
Volume de produção mensal depois das melhorias	88		

Fonte: Elaborado pelos autores

Nossos estudos inicialmente estava direcionada a adequação das estratégias utilizadas no planejamento e controle da produção (PCP) e na aplicabilidade das ferramentas do Lean Manufacturing, entretanto, observamos também a medida que os resultados eram alcançados o clima organizacional também se elevava com uma significativa melhoria, segundo relatos dos envolvidos, aos implementar as ações fez com que eles construíssem novas sugestões as quais pretendem colocarem em pratica assim que possível, além disso, podemos perceber que os colaboradores se sentiram valorizados fazendo parte do processo de mudança.

5 Conclusões

O uso da metodologia Lean Manufacturing foi um marco na jornada da empresa para otimizar a produção, ao usar ferramentas do lean, tais como: mapeamento do fluxo de valor, 5S e Kaizen, foi possível identificar e eliminar desperdícios, o que resultou em um aumento substancial na produtividade aumentando de 66 para 88 peças/mês, o que representa um aumento de 33,33%. Além disso, é importante destacar houve também ganhos com a otimização de dois colaboradores, que resultou em uma economia 13,33% com a otimização da mão de obra e uma redução 36,36 % na movimentação dentro dessa linha de produção.

Os volumes de estoques em processo, gargalos produtivos e o não cumprimento da sequência de produção, comprovou a importância da comunicação e do trabalho em equipe para o alcance dos resultados, associado a isso, a tonificação para seguir o sequenciamento definido pelo PCP, a otimização do layout e a padronização de processos contribuíram para a redução de movimentações, para melhoria da qualidade dos produtos e para o atendimento aos prazos de entrega.

Diante disso, os resultados alcançados superaram as expectativas, mostrando que as ferramentas Lean proporciona mudanças nos métodos de produção e ao adotar essa cultura de melhoria contínua, a empresa está mais preparada para enfrentar os desafios do mercado para se consolidar como um fornecedor estratégico no mercado onde ela atua. Nosso estudo servirá como base para a implementação do Lean em outras áreas da empresa, promovendo uma otimização ainda maior dos processos e garantindo que os resultados cada vez mais sustentáveis.

A utilização das ferramentas Lean e a implementação de estratégias de Planejamento e Controle da Produção (PCP) demonstraram ser um catalisador para o crescimento da Empresa, tendo em vista o substancial aumento no faturamento mensal dessa linha de produtos, que resultou na geração R\$15.292,20 na receita mensal e ainda que essa mesma linha de produtos pode gerar um retorno adicional de aproximadamente R\$ 183.506,40 ao longo do ano, podemos dizer que os resultados foram alcançados por meio da eliminação de desperdícios, a otimização do fluxo de produção e a melhoria contínua dos processos nos permitiram melhorar a produtividade, aumentando a demanda e a satisfação dos clientes.

Por fim, a combinação de PCP e Lean demonstrou ser uma estratégia vitoriosa para a empresa, os resultados mostram que investir em melhorias contínuas leva ao crescimento e sustentabilidade a longo prazo.

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: InterSaberes, 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.

MORCEIRO, P. C.; **A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica**. 2018. Tese (Doutorado em Economia das Instituições e do Desenvolvimento) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

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.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 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://ejep.com.br/2023/04/17/ferramentas-lean-manufacturing-vejas-as-principais-para-seu-negocio/>

<https://www.escolaedti.com.br/lean-manufacturing-entenda-de-uma-vez-como-colocar-em-pratica>

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