



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01 de dezembro 2023

Estudo de Caso por Meio da Metodologia Kaizen na Redução de Setup em Linha de Produção de Autopeças

Fernando Rodrigo Souza

Departamento de Tecnologia de Gestão da Qualidade – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

Resumo: Este estudo focou na aplicação do *Kaizen* para otimizar o processo de setup em uma linha de produção de autopeças. O objetivo principal era analisar a implementação bem-sucedida do *Kaizen* em um ambiente de produção real, com ênfase na otimização do setup. A metodologia incluiu revisão de literatura, mapeamento do fluxo de valor do *setup* com brainstorming e plano de ação, identificando gargalos e oportunidades. Com base nos resultados, foram propostas mudanças para simplificar o processo, promovendo a colaboração entre equipes e estimulando a inovação. A análise de desempenho revelou uma redução de 38% nos defeitos na produção de anéis sincronizadores. A ovalização das peças foi um problema significativo, abordado, identificando etapas críticas no processo de fabricação. A otimização do forno *Rollmod* eliminou a necessidade de tratamento térmico separado. A segunda fase do *Kaizen* focou na redução de tempo de *setup* na conformação dos anéis, usando gráficos de espaguete, reduzindo trajetos em 42%. A ênfase na organização e limpeza no local de trabalho contribuiu para melhorias. Conclui-se que o *Kaizen* pode transformar processos produtivos, melhorando eficiência e qualidade, como evidenciado pelas reduções nos defeitos e no tempo de *setup*.

Palavras-chave: Metodologia *Kaizen*, Otimização de *Setup*, Melhoria Contínua.

Case Study Using Kaizen Methodology to Reduce Setup on an Auto Parts Production Line

Abstract: This study focused on the application of *Kaizen* to optimize the setup process in an automotive parts production line. The main objective was to analyze the successful implementation of *Kaizen* in a real production environment, with an emphasis on setup optimization. The methodology included literature review, mapping the value stream of the setup process through brainstorming and action planning, identifying bottlenecks and opportunities. Based on the results, specific changes were proposed to simplify the process, encouraging collaboration between teams and fostering innovation. Performance analysis revealed a 38% reduction in defects in the production of synchronizer rings. Ovalization of the parts was a significant issue, addressed by identifying critical steps in the manufacturing process. Optimization of the *Rollmod* furnace eliminated the need for separate heat treatment. The second phase of *Kaizen* focused on reducing setup time in ring forming, using spaghetti diagrams to reduce travel distances by 42%. Emphasis on workplace organization and cleanliness contributed to improvements. In conclusion, the systematic application of *Kaizen* can transform production processes, enhancing efficiency and quality, as evidenced by reductions in defects and setup time.

Keywords: *Kaizen* Methodology, Setup Optimization, Continuous Improvement.

1. Introdução

À medida que os cenários de produção e os modelos de negócios evoluem, a competitividade do mercado empresarial se intensifica. Neste contexto, é inegável a necessidade de melhorar os processos produtivos de forma a melhorar a sua eficiência e assegurar a introdução e consistência de práticas de redução de tempos de produção e eliminação ou redução de desperdícios. Em resposta a esse desafio, a manufatura enxuta surgiu e ganhou destaque nas estratégias de diversas empresas para atingir esses objetivos.

Os princípios básicos do *Lean Manufacturing* são integrados às práticas que surgem do Sistema Toyota de Produção (TPS). Segundo Tubino (2022), esta filosofia assenta no desenvolvimento de ferramentas e técnicas para eliminar os desperdícios que existem na cadeia de valor como o excesso de processamento, excesso de inventário, movimentação desnecessária, excesso de transporte, tempo de espera, produtos defeituosos e excesso de produção. A aplicação de uma abordagem enxuta ao planejamento e gerenciamento de processos permite uma análise detalhada da situação organizacional, ajuda a identificar áreas de melhoria e introduz novas estruturas (JOHANSSON *et al.*, 1995). Um processo bem organizado tem potencial para aumentar a produtividade e entregar produtos de forma mais eficiente e com menos recursos, sem sacrificar a qualidade.

Pensando nisso, este estudo de caso tem como foco a indústria autopeças na cidade de Sorocaba. Seu principal objetivo é investigar e propor melhorias para otimizar a produção industrial com base na aplicação de métodos de manufatura enxuta. Portanto, o objetivo do estudo é demonstrar os potenciais benefícios trazidos pela implantação dessa filosofia na empresa investigada.

Em um ambiente econômico cada vez mais competitivo, as empresas enfrentam o desafio de encontrar maneiras de atender às necessidades dos consumidores de maneira mais eficaz e eficiente. Em resposta a essa demanda, após a Segunda Guerra Mundial, foram introduzidos os princípios de manufatura enxuta desenvolvidos pela Toyota no Japão (WOMACK *et al.*, 2004). A manufatura enxuta, conforme definido por Womack *et al.*, (2004), é caracterizada pela consistência e coordenação dos processos de criação de valor ao longo da cadeia produtiva, resultando em aumento de eficiência e qualidade. Um conceito central da Manufatura Enxuta é o “valor”, cuja definição principal está nas necessidades e expectativas do cliente final. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial para visualizar horizontalmente o processo de criação de valor, permitindo identificar as atividades, ações e conexões que agregam valor ao seu produto (LIMA *et al.*, 2023; LUCIANO *et al.*, 2023). Esta abordagem, aliada à eliminação de desperdícios, permite-nos redefinir os nossos processos produtivos, privilegiando a comunicação, o trabalho em equipe e adaptando-nos à procura flutuante.

Num ambiente empresarial caracterizado pela personalização e pela procura contínua da eficiência, o *Lean Manufacturing* tornou-se um paradigma essencial para enfrentar os desafios do nosso tempo. Este estudo de caso se concentra na aplicação da metodologia *Kaizen* como parte de uma abordagem *Lean* e para entender as melhores práticas na implementação desses princípios. Além disso, é uma ferramenta e cultural para alcançar melhorias significativas na eficiência e qualidade da produção industrial e consolidar a posição do *Kaizen* como um diferencial competitivo robusto e relevante em um cenário de constante evolução (KHOLIL, 2023; JATI. *et al.*, 2023; YAHAYA e ALDRAIWEESH, 2023).

2. Referencial Teórico

2.1 Metodologia Kaizen: Melhoria Contínua e Otimização de Processos

Kaizen é uma palavra japonesa que significa “melhoria contínua” e é uma ferramenta para reduzir custos por meio da melhoria contínua dos processos de negócios. A ênfase está na correção da causa raiz das falhas de produtos ou serviços com o objetivo de alcançar resultados mais eficientes e eficazes. É importante que a alta direção esteja alinhada com os princípios do *Kaizen*, pois o sucesso é a participação ativa de todos os membros da organização como agentes de mudança que possam resolver seus próprios problemas, além de fortalecer a consciência de responsabilidade individual e coletiva (IMAI, 1999).

Kaizen está inerentemente ligado a uma abordagem de melhoria incremental e apresenta uma série de ações que visam a resolução de uma ampla gama de problemas de negócios. A palavra *Kaizen* não significa apenas melhoria contínua, mas também permeia a filosofia de lidar com “anormalidades” no ambiente de trabalho. Essas “anomalias” variam de atrasos e defeitos a materiais desperdiçados, a quebras e faltas inesperadas. A aplicação apropriada da metodologia investiga minuciosamente e elimina as causas, muitas vezes levando a avanços surpreendentes (IMAI, 1999).

O *Kaizen* capacita pessoas para a resolução de problemas. Ao se concentrar em encontrar as causas principais em vez de impor culpas, essa abordagem leva a soluções eficazes e cria um ambiente de trabalho mais coeso e relacionamentos harmoniosos. O *Kaizen* abandona a ideia de esconder erros e perdas e promove a mobilização de toda a equipe para combater erros e desperdícios em todas as áreas da organização (CORRÊA e CORRÊA, 2017).

A aplicação de um sistema *Kaizen* em uma organização requer uma série de medidas-chave. Primeiro, a alta administração deve adotar os valores *Kaizen* como parte integrante da política de qualidade. Além disso, é importante tomar medidas para promover esses valores, incluindo a alocação de recursos adequados. Isso inclui esforços como formação de círculos de qualidade, programas de propostas, programas 5S, treinamento em métodos estatísticos, ferramentas de qualidade e abordagens de solução de problemas. Em última análise, os funcionários devem incorporar práticas que estimulem a melhoria contínua em suas atividades diárias, incluindo desempenho de processos, satisfação do cliente, qualidade de vida no trabalho e bem-estar (GUZZO *et al.*, 2023, CASAGRANDE e VENÇÃO, 2023).

Aprimorado por Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção (TPS) ou filosofia de produção JIT (Just in Time), enfatiza a análise e eliminação de desperdícios como meio de reduzir efetivamente os custos de produção. O desperdício se enquadra em sete categorias: superprodução, espera, transporte, processamento, movimentação, defeitos de fabricação e excesso de estoque. Ao eliminar esses desperdícios, o *Kaizen* otimiza a eficiência operacional e promove uma fabricação mais enxuta e econômica.

Num contexto em que se procura constantemente a otimização dos processos produtivos e de gestão, o *Kaizen* provou ser um complemento da reengenharia para a melhoria, quer inovando processos, quer eliminando problemas identificados. A aplicação consistente dessa metodologia pode alcançar maior produtividade e eficiência, tornando a empresa mais competitiva no mercado.

Além disso, a metodologia *Kaizen* também é aplicada para o cálculo das atividades do local de trabalho. Como explica Monden (1999), a eliminação de perdas ocorre em vários níveis de causa e efeito, desde o excesso de capacidade até problemas de armazenamento, transporte e manuseio. Os esforços *Kaizen* para eliminar essas perdas contribuem diretamente para a eficiência geral dos negócios e economia de custos.

Ao mesmo tempo, segundo Ortiz (2009), o *setup* vem se mostrando uma necessidade vital para as empresas modernas. O objetivo é otimizar e reduzir o tempo gasto nas atividades, aumentando assim a capacidade de produção e, conseqüentemente, aumentando as vendas. A abordagem *Kaizen* é fundamental neste contexto, pois visa eliminar atividades sem valor agregado.

Nesse sentido, o método 5S e o *Kaizen* desempenham um papel complementar. A introdução do 5S proporciona um ambiente mais organizado, disciplinado e eficiente e facilita a aplicação de práticas *Kaizen*. A melhoria contínua é impulsionada pela disciplina do 5S e pela abordagem metódica e sistemática do *Kaizen*, resultando em muito mais eficiência e produtividade.

Wekerma (2011) define o 5S como uma metodologia cujo propósito principal é fomentar e manter a assepsia e ordenação nos ambientes de trabalho, abarcando tanto os setores administrativos quanto os de produção. Adicionalmente, Campos (2013) enfatiza que a implementação do programa 5S constitui um meio eficaz para dar início a melhorias operacionais dentro de uma organização, uma vez que essa filosofia desencadeia a adaptação dos funcionários, resultando em um ambiente organizado, disciplinado, produtivo e com menor incidência de retrabalho. A metodologia 5S desempenha um papel crucial no contexto empresarial, contribuindo para o aprimoramento do desempenho e da qualidade, bem como impactando positivamente a redução de custos e a promoção de um ambiente laboral que assegure a eficácia dos processos de produção (MOREIRA *et al.*, 2016).

Silva (1994) descreve o primeiro senso, *Seiri* (senso de utilização), como a base da organização e classificação dos materiais essenciais para o ambiente de trabalho. Este senso está intrinsecamente relacionado à necessidade de reduzir a tendência natural do ser humano de manter objetos sem utilidade, exigindo a identificação das razões para o excesso de materiais e a implementação de medidas preventivas para evitar o acúmulo de itens desnecessários no contexto empresarial (NAKATA, 2000).

A etapa subsequente, *Seiton* (senso de organização), envolve a classificação dos equipamentos necessários e a definição de locais apropriados para aumentar a produtividade do ambiente de trabalho. Isso possibilita otimizar a manipulação desses itens, tornando os processos mais eficientes.

O terceiro senso, *Seiso* (senso de limpeza), tem como objetivo a eliminação da sujeira, com a identificação das suas causas de origem. Nakata (2000) destaca que "remover a sujeira torna tudo mais visível. Removendo o pó e as manchas, a parte oculta pela sujeira fica exposta à inspeção".

Quanto ao quarto senso, *Seiketsu* (senso de saúde), está intimamente ligado à manutenção da higiene do ambiente de trabalho. Ribeiro (1994) afirma que esse senso envolve a padronização de todos os procedimentos, hábitos e normas, de modo a manter os três primeiros sentidos (*Seiri*, *Seiton*, *Seiso*). No entanto, essa etapa só é concluída após a implementação dos 3Ss anteriores.

Por fim, o quinto senso, *Shitsuke* (senso de autodisciplina), visa promover o desenvolvimento de disciplina para manter as etapas anteriores. Ribeiro (1994) enfatiza que ser disciplinado significa seguir rigorosamente as normas e diretrizes estabelecidas pela organização. Quando se atinge o 5º senso, é possível considerar que uma cultura de manutenção e boas práticas foi estabelecida no local onde esses princípios foram aplicados. Entretanto, Bayo-Moriones *et al.* (2010) alertam que, em alguns casos, pode ser desafiador manter o hábito de aderir aos procedimentos corretos, uma vez que comportamentos arraigados podem levar ao retorno ao status quo, ou seja, à zona de conforto do "antigo modo" de realização das atividades operacionais da empresa.

A metodologia *Kaizen* é uma abordagem abrangente e consistente para otimizar processos e promover a melhoria contínua. O escopo vai desde a eliminação de resíduos até a inovação de processos, incluindo a melhoria da segurança no local de trabalho. Ao abraçar os valores *Kaizen* e promover uma prática consistente, as organizações podem alcançar resultados superiores, melhorando assim a sua competitividade e eficácia no mercado.

2.2 Otimização de Processos e Eficiência Operacional por Meio da Redução de Setup

A otimização de processos tornou-se uma prioridade para as empresas modernas que buscam reduzir o tempo gasto em atividades como *setup* para ampliar a capacidade de produção e aumentar a lucratividade. O termo "configuração" refere-se a atividades que não agregam valor ao produto final e, portanto, não são consideradas cobráveis ao cliente. Essa consideração destaca a importância de evitar desperdícios e maximizar a eficiência operacional (ORTIZ, 2009).

No atual cenário empresarial, essa necessidade se torna ainda mais acentuada, muito devido à crescente concorrência no mercado e à necessidade de atender clientes cada vez mais exigentes. A redução dos tempos de *setup* dos equipamentos é fundamental para atender rapidamente a demanda e aumentar a capacidade produtiva (ORTIZ, 2009). Um acúmulo de trabalho em andamento, também conhecido como trabalho em andamento (WIP), ou produtos acabados pode levar a excesso de estoque, levando a custos internos significativos. Esses custos vão além dos componentes físicos e cobrem a infraestrutura necessária para armazenamento e controle, como pessoal, salas físicas e sistemas de controle. Portanto, em um ambiente de produção enxuta, é importante reduzir o tempo gasto com *setup*, ferramental e troca de ferramentas (ORTIZ, 2009).

O tempo necessário para trocar ou ajustar ferramentas é enorme, e o tempo perdido em trabalho não produtivo pode levar a perdas significativas de produção. O tempo de inatividade entre as máquinas pode levar a uma queda significativa na produção geral. Problemas como estações de trabalho desarrumadas e uso de equipamentos desatualizados podem aumentar o tempo de configuração. Para aliviar esses desafios, o uso de metodologias de troca de matriz de um minuto (*SMED*) ou de troca rápida de ferramenta surgiu como uma abordagem eficaz (SHINGO, 1985).

Desenvolvido por Shingo Shigeo, o *SMED* tem como objetivo principal reduzir os tempos de preparação da máquina tanto interna quanto externamente. Essa abordagem é baseada na distinção entre configurações internas e externas. O *setup* interno refere-se às operações que só podem ser realizadas com a máquina parada, enquanto o *setup* externo refere-se às atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento (SHINGO, 1985). O processo de implementação do *SMED* inclui entender as atividades atuais da instalação, separar operações internas e externas, transformar operações internas em externas, introduzir métodos para gerenciar operações externas e avaliar a eficácia das propostas e ajustes feitos. Inclui etapas como monitoramento. A aplicação adequada desse método leva a tempos de *setup* significativamente reduzidos, possibilitando uma produção mais ágil e eficiente (MELO FREIRES *et al.*, 2023; HOPKINS e SLAVEN, 2023).

A análise de *setup* é uma prática importante na busca pela otimização do processo. Itens semelhantes podem compartilhar ferramentas e peças, minimizando a necessidade de trocas frequentes. Além disso, reduzir a dependência de tentativa e erro e simplificar o processo são abordagens importantes para reduzir o tempo de configuração (SHINGO, 2000).

O tempo de configuração reduzido também oferece benefícios econômicos e operacionais. Lotes de produção reduzidos podem resultar em níveis de estoque mais baixos e investimento reduzido na manutenção do estoque. A introdução de técnicas ágeis para

troca de ferramentas contribui para a redução de erros e aumento da agilidade no processo (HARMON; PETERSON, 1991).

A busca por configurações mais eficientes inclui abordagens *off-line* e de linha principal, bem como um foco na redução da dependência de máquinas quebradas. A introdução de estratégias como o Sistema de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) visa simplificar o processo de setup, evitar perdas e aumentar a produtividade (DELAGRACIA *et al.*, 2023; BONAMIGO *et al.*, 2023).

A análise de Shingo (2000) destaca a importância de entender o conceito de estruturas internas e externas para facilitar a troca mais eficiente de ferramentas. A construção de um TRF passa por etapas como avaliação do estado atual, distinção entre processos internos e externos e análise e racionalização dos processos das instalações. Em resumo, a otimização do processo por meio da redução do setup é uma abordagem essencial para atender às demandas do mercado competitivo atual. A metodologia SMED entende o conceito de setups internos e externos e fornece uma estrutura sólida para as empresas melhorarem a eficiência operacional, reduzirem custos e aumentarem a capacidade de produção.

Ainda segundo Slack *et al.* (2018), são três os métodos principais para se conseguir transformar setup interno em externo:

1. Ferramentas pré-montadas de tal forma que uma unidade completa seja fixada na máquina, em vez de ter que montar vários componentes, enquanto a máquina será parada. Preferivelmente, todos os ajustes devem ser executados externamente, de tal forma que o setup interno seja apenas uma operação de montagem;
2. Monte as diferentes ferramentas ou matrizes num dispositivo padrão. Novamente, isso permite que o setup interno consista em uma operação de montagem simples e padronizada;
3. Faça com que a carga e descarga de novas ferramentas e matrizes sejam fáceis. A utilização de dispositivos inteligentes de movimentação de materiais, como esteiras de roletes e mesas com superfície de esferas, pode ajudar bastante.

Ainda segundo Shingo (1996), a TRF conduz a melhoria do *setup* de forma progressiva. Assim, ele passa por 4 estágios básicos. Cada um desses estágios é discutido abaixo:

1. Neste estágio preliminar, não é feita nenhuma distinção entre *setup* interno e externo, ou seja, muitas ações que poderiam ser realizadas como *setup* externo, por exemplo, a localização de ferramentas ou manutenção da matriz, são executadas enquanto a máquina está parada. Isso aumenta desnecessariamente o tempo de preparação;
2. Esse é o estágio mais importante na implementação da TRF. Ele implica a separação das operações de setup interno e externo. Faça uma lista de verificação que inclua todas as peças, condições de operação e medidas que tenham de ser tomadas enquanto a máquina estiver em operação. Depois disso, verifique o funcionamento de todos os componentes para evitar esperas durante o setup interno. Finalmente, pesquise e implemente o método mais eficiente para deslocar matrizes e outros componentes enquanto a máquina estiver em funcionamento;
3. Faça uma análise na operação do *setup* atual para determinar se alguma das atividades consideradas como setup interno, podem ser convertidas para *setup* externo. Por exemplo, pré-aquecer uma matriz de injeção ao mesmo tempo em que a máquina está operando elimina a necessidade de pré-aquecimento com injeções preparatórias de metal líquido durante o *setup* interno;
4. Examine as operações de *setup* interno e externo para observar eventuais oportunidades adicionais de melhoria. Leve em consideração a eliminação de ajustes e o alinhamento dos métodos de fixação.

Das melhorias obtidas com a utilização da TRF ao longo dos anos, as seguintes comprovaram serem as mais efetivas (SHINGO, 2000):

1. Separação bem definida dos setups interno e externo;
2. Conversão total de setup interno em externo;
3. Eliminação de ajustes;
4. Fixação sem parafusos.

Estes métodos podem reduzir os *setup's* para menos de 5% dos seus tempos anteriores. Segundo Slack *et al.* (2018), “a maneira mais rápida de se trocar uma ferramenta é não ter que trocá-la”. A utilização sistemática dos conceitos da TRF auxilia a empresa a reduzir tempos significativos com trocas de ferramentas, o que pode reduzir os tempos de entrega e a conseqüente redução de custos com mão de obra produtiva que não está agregando valor ao produto enquanto está efetuando as trocas.

Portanto, a redução deste tempo deve ser vista como um importante item na redução dos custos de processamento dos produtos. A redução dos tempos de entrega e de atravessamento podem também trazer benefícios quanto à competitividade, uma vez que os preços se reduzem em função da redução dos custos.

O melhoramento contínuo não se preocupa com o tamanho do projeto de melhoria, mas, sim, com a frequência com que eles ocorrem e, neste caso, os pequenos e constantes melhoramentos atingem melhor a filosofia do *Kaizen* do que os grandes e espaçados melhoramentos (IMAI, 1996).

Segundo Imai (1996), existem duas abordagens à resolução de problemas. A primeira envolve a inovação que é a aplicação da mais recente tecnologia ao menor custo, inclusive computadores de ponta e outras ferramentas, investindo em grandes somas. A segunda abordagem utiliza o bom senso: ferramentas de baixo custo, listas de verificação e esforços para os quais não precisamos de muito dinheiro. Esta abordagem começa com o *Kaizen*, que enfatiza os esforços humanos, moral, comunicação, treinamento, trabalho em equipe, envolvimento e autodisciplina.

Na estratégia do *Kaizen*, a administração deve revisar o padrão atual e tentar melhorá-lo. Uma vez que o padrão tenha sido estabelecido, a administração deve se certificar de que todos os empregados o estão seguindo rigorosamente. Se a administração não puder fazer com que as pessoas sigam as normas e os padrões estabelecidos, nada que ela faça terá importância (IMAI, 1996).

Quatro tipos de atividades podem operacionalizar a implantação do *Kaizen*, segundo Brunet e New (2003):

1. Adotar um padrão de “zero defeito” em que os empregados, de maneira espontânea e com autonomia, melhoram o processo;
2. Implantar um sistema de sugestões que possam ser acatadas desde que avaliadas pela organização, porém de uma maneira que seja preservada a inspiração particular dos empregados;
3. Adotar uma política de desenvolvimento, na qual a administração possa fixar metas, mas que seja promovido, através da organização, o envolvimento para que todos contribuam para os resultados;
4. Promover a formação de pequenos grupos de atividades, orientados conforme os princípios do *Kaizen*, atuando em pequenas mudanças, mas com uma frequência constante.

Para Imai (1999), um programa bem planejado de *Kaizen* pode ser dividido em três segmentos dependendo da complexidade e do nível do *Kaizen*:

1. Orientado para a administração;
2. Orientado para o grupo;
3. Orientado para a pessoa

3. Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo de caso, que de acordo com Yin (2019), investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, explorando detalhadamente um ou mais casos específicos para compreender as complexidades e dinâmicas envolvidas. focou na implementação da metodologia *Kaizen* como estratégia para otimizar o processo de *setup* de uma linha de produção de autopeças. Esta abordagem metodológica consistiu em uma combinação de pesquisa bibliográfica, que é um levantamento de informações com base em fontes publicadas, como livros, revistas, periódicos, artigos científicos, jornais, monografias, dissertações, teses, materiais cartográficos e recursos online. Seu propósito é permitir que o pesquisador tenha acesso a todo o conhecimento existente sobre o tema de estudo (PRODANOV e FREITAS, 2013). É fundamental que o pesquisador avalie a credibilidade dos dados obtidos, identificando possíveis inconsistências ou contradições nas fontes consultadas. e análise de dados qualitativos e teve como objetivo desenvolver uma compreensão profunda e abrangente do processo de implementação *Kaizen*. Ela foi realizada *in loco*, dentro de uma semana *Kaizen*, que correspondeu entre os 13 e 17 de fevereiro de 2023.

O primeiro passo desta metodologia foi mapear o fluxo de valor do processo de *setup*, com reuniões de *brainstorming* e plano de ação para a semana, com direcionamento para os resultados esperados pela alta direção. Essa análise detalhada proporcionou um entendimento abrangente das etapas envolvidas e identificou gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria ao longo do processo. Foram então identificadas atividades consideradas desnecessárias ou que precisavam ser otimizadas.

Com base nos resultados do mapeamento do fluxo de valor, foram propostas mudanças específicas para simplificar e otimizar o processo de trabalho. O foco foi a importância da colaboração entre as equipes de produção e a criação de um ambiente propício à inovação e à melhoria contínua.

A análise de desempenho foi realizada com base em métricas importantes, como redução do tempo de configuração, aumento da eficiência operacional e melhoria da qualidade do produto final. Essas métricas forneceram dados concretos para avaliar o impacto das mudanças implementadas.

4. Resultados e discussões

Realizado em uma empresa de autopeças da região do polo industrial de Sorocaba, no estado de São Paulo, este estudo metodologicamente desafiador foca na prática da metodologia *Kaizen*, para identificar e determinar medidas de mitigação de defeitos. Como aponta o IMAI (1996), é imprescindível o apoio da alta gestão para o sucesso da implementação do *Kaizen*, como cultura organizacional.

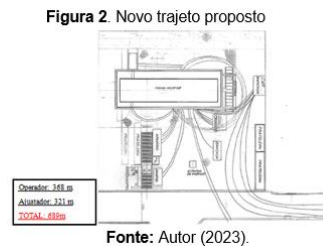
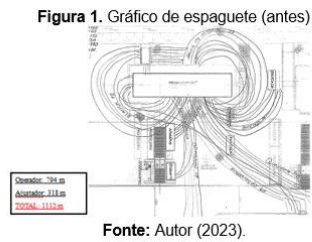
O escopo de trabalho incluiu duas prioridades principais: aprimoramento da qualidade e redução do tempo de *setup*. Dentre os produtos analisados, constatou-se que o índice de defeitos da linha de produção de anéis sincronizadores ultrapassou os níveis aceitáveis. Os parâmetros a serem atingidos, são essenciais para um engate preciso e suave, porém tiveram uma taxa de rejeição de 1,3%, superando o limite estabelecido de 0,81%. A meta para reduzir esse índice é de 38%, o que equivale a uma redução de 4.253 para 2.669 itens com defeito por mês.

Durante a investigação, foi evidenciado que a ovalização da peça era uma falha significativa no anel sincronizador. Com esse foco, foram destacados os estágios em que a elipticidade

pode ocorrer para mapear e controlar o processo de fabricação. A otimização relacionada ao forno *Rollmod*, visando evitar a necessidade de tratamento térmico em forno separado, foi realizada por meio de cronogramas de manutenção preventiva e procedimentos bem definidos.

A segunda fase da implementação do *Kaizen* teve como objetivo reduzir o tempo de *setup* da linha de conformação do anel.

A ferramenta gráfico de espaguete permitiu visualizar claramente o movimento e redesenhar um novo gráfico após uma análise minuciosa, resultando em uma melhoria significativa de eficiência e uma redução de 42% nos trajetos.



O foco na limpeza e organização do ambiente de trabalho também contribuiu para a melhoria geral.

As ações tomadas durante o processo *Kaizen* levaram a uma melhoria significativa de 52% no tempo de *setup*. Cartazes de comunicação interna e manuais de aplicação, bem como os princípios dos 5S foram utilizados para garantir que essa redução estivesse ancorada na cultura organizacional.

Tabela1. Resumo dos Resultados

Objetivos:				
Reduzir Setup	Antes do Kaizen	Metas %	Após Kaizen	Meta %
Sem Melhorias	660 minutos	50%	465 minutos	30
Com Melhorias	465 minutos	50%	318 minutos	52

Fonte: Autores (2023)

Tabela 2 . Resumo dos Resultados

Descrição do Problema	Ação Corretiva	Resultado Esperado
Máquina com muitos problemas em relação à paradas elétrico, mecânicos.	Incluir a máquina em programa de manutenção programada e preventiva.	Diminuição de tempo de máquina parada para manutenção.
Ajuste do transporte demora 30 minutos	Confeccionar mesa e mais um par de transporte para ser feito set-up externo	Diminuição do tempo de Set-Up
Situação atual não está totalmente concluída.	Programar mais um kaizen de set-up após a implantação das pendências.	Efetivação do novo tempo de Set-Up.

Fonte: Autores (2023)

Figura 3. Organização e limpeza



Fonte: Autor (2023).

Figura 4. Mudança de procedimento para troca de ferramentas



Fonte: Autor (2023).

Figura 5. Organização e limpeza



Fonte: Autor (2023).

Este estudo constatou que, quando aplicada sistematicamente com ênfase nas práticas organizacionais e gerenciais, a metodologia *Kaizen* pode efetivamente transformar os processos produtivos e melhorar significativamente a eficiência e a qualidade industrial. As práticas metodológicas utilizadas neste estudo combinaram pesquisa bibliográfica, análise de dados e implementação prática, refletindo um compromisso com uma abordagem científica rigorosa que produz insights valiosos para otimizar processos industriais.

5. Considerações finais

Neste trabalho, confirmamos que a premissa da metodologia *Kaizen* é verdadeira e que, na verdade, é uma filosofia de melhoria contínua que não requer grandes investimentos para ser implementada.

O foco inicial era reduzir a taxa de reprovação de 1,3% para 0,81%. A meta era uma redução de 38%. Depois de coletar dados e determinar a causa raiz do problema, foi determinado que corrigir as dimensões de tolerância do desenho e trabalhar com as dimensões máximas resolveria o problema. Instruções e fluxos de trabalho foram criados para centralizar as informações e agilizar a tomada de decisões. Como resultado das medidas, o índice de refugo diminuiu 85%. Sugestões de melhoria e prevenção de contratempos foram feitas. Na segunda fase de trabalho no chão de fábrica, foi priorizada a redução do tempo de *setup*, analisadas e consideradas rotas e posteriormente modificadas para eliminar redundâncias. A instalação interna foi alterada para uma instalação externa, o que exigiu a criação de um supermercado para armazenar ferramentas sobressalentes. Os fabricantes de ferramentas foram instruídos a não fazer nenhum trabalho de ajuste e armazenar todas as ferramentas separadamente como prioridade de acordo com o cronograma de produção.

Com a implementação das contramedidas, o tempo de *setup* foi reduzido em 30% e melhorias imediatas foram realizadas para anéis de centragem, parafusos de aperto rápido (tipo borboleta), carrinhos de transporte de ferramentas, guindastes de fixação de ferramentas etc. Um *checklist* de ferramentas no carrinho do mecânico para não perder tempo em um carro desorganizado. Essas medidas reduziram o tempo de *setup* em 52%. Se a metodologia *Kaizen* for introduzida com sucesso, é possível verificar que o ambiente organizacional mudará. As variáveis que influenciaram o processo de implantação da metodologia *Kaizen* nas empresas pesquisadas são cultura e mudança. Essas variáveis, se gerenciadas adequadamente, provavelmente serão críticas para a eficácia da implementação.

Referências

BAYO-MORIONES, A.; *et al.* **5S use in manufacturing plants**: contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 27, n. 2, 2010, p. 217-230.

BONAMIGO, A.; BERNARDES, P. M. M.; CONRADO, L. F. TRF na Redução da Jornada do Paciente. *Revista LabDGE UFF*, 2023.

BRUNET, A. P.; NEW, S. Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 23, n. 12, p. 1426-1446, 2003.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia. 9. ed. Nova Lima: INDG, 1 janeiro 2013.

CASAGRANDE, D. J.; VENÇÃO, M. C. Gestão de Estoque com Base na Metodologia Kaizen: estudo de caso em uma indústria alimentícia. *Revista Interface Tecnológica*, v. 20, n. 1, p. 578-588, 2023.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**: Manufatura e Serviços: uma Abordagem Estratégica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

DELAGRACIA, L. *et al.* Sistema de Troca Rápida De Ferramentas (SMED): Um Estudo de Caso em Processo de Usinagem. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 8, p. e483789-e483789, 2023.

GUZZO, T. P. *et al.* Pesquisa sobre as Estratégias de Melhoria Contínua e a Importância da Gestão da Qualidade com o Método Kaizen. *Ciência & Tecnologia*, v. 15, n. 1, p. e1515-e1515, 2023.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. **Reinventando a fábrica**: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. 1. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

HOPKINS, P. J.; SLAVEN, C. Two peas in a pod: making physical resource sharing snap-pea with a regional hybrid pod. In: **ANZREG 2023**. 2023.

IMAI, M. **Gemba Kaizen**: Estratégias e Técnicas do Kaizen no Piso de Fábrica, 1ed. São Paulo: Imam, 1996.

IMAI, M. **Kaizen**: Estratégia para o sucesso competitivo. 5ed. São Paulo. Imam, 1999.

JATI, N. P. *et al.* Implementation of lean manufacturing using Kaizen method in the production process of packed drinking water in PDAM DAXU Sleman Yogyakarta. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing, 2023.

JOHANSSON, H. J. *et al.* **Processos de negócios**. São Paulo: Pioneira, 1995.

KHOLIL, M. Implementation of Lean Manufacturing to Reduce Hold Types of Mission Case Products using DMAIC and KAIZEN Approach. *International Journal of Scientific and Academic Research (IJSAR)*, eISSN: 2583-0279, v. 3, n. 2, p. 34-43, 2023.

LIMA, L. *et al.* Aplicação de MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor) num processo de unidade interna de ar condicionado: Estudo de caso. *Peer Review*, v. 5, n. 17, p. 193-204, 2023.

LUCIANO, E. L. L. *et al.* Mapeamento do Fluxo de Valor para Caracterização do Takt Time como Indicador de Performance Aplicado ao Setor Cafeeiro. **Revista Univap**, v. 29, n. 63, 2023.

MELO FREIRES, V. *et al.* Aplicação de SMED com suporte se simulação computacional para redução de tempo de setup de uma máquina rebobinadeira. **Revista Produção Online**, v. 23, n. 1, p. 4876-4876, 2023.

MONDEN, Y. **Sistemas de redução de custos: custo-alvo e custo kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

MOREIRA, J. P. S *et al.* Implantação do método QFD para análise da satisfação percebida pelo cliente: um estudo de caso em uma indústria do setor metalomecânico. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, João Pessoa/PB. 2016.

NAKATA, K. **Acerto 100%, desperdício zero: um novo conceito dos 5S**. São Paulo: Editora Infinito, 2000.

ORTIZ, E **Implementação de eventos Kaizen**. São Paulo: Bookman, 2009.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

RIBEIRO, H. **5S: A Base para a Qualidade Total**. Salvador, BA: Casa da Qualidade, 1994.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.

SHINGO, S. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996.

SILVA, J. M. **5S: O ambiente da qualidade**, Belo Horizonte –Fundação Cristiano Otoni, 1994.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TUBINO,D.F. **O Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática**. 3 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2022.

WEKERMA, C. **Lean Seis Sigma: introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Série Seis Sigma, V. 4. Ed. WERKEMA, Belo Horizonte, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YAHAYA, A. A.; ALDRAIWEESH, N. A review about the effectiveness of kaizen 5s in performance evaluation. **Dinkum Journal of Economics and Managerial Innovations**, v. 2, n. 05, p. 311-316, 2023.