



APLICAÇÕES DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

ISABEL BICALHO LOUREIRO - isabel@perfitecmg.com.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

CARLOS ALBERTO SILVA DE MIRANDA - carlos.asmiranda@professores.ibmec.edu.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

FERNANDO TAVARES PIRES - fernando.pires@professores.ibmec.edu.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

PAULO HENRIQUE CAMPOS PRADO TAVARES - paulo.tavares@professores.ibmec.edu.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

ÁREA: 4 - ENGENHARIA DA QUALIDADE

SUBÁREA: 4.5 – CONFIABILIDADE DE PROCESSOS E PRODUTOS

RESUMO: O PRESENTE ESTUDO ABORDA A IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE PARA MELHORAR OS PROCESSOS DE UMA EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO. O ESTUDO FORAM UTILIZADAS AS FERRAMENTAS PDCA, DIAGRAMA DE ISHIKAWA, ANÁLISE PARETO E KANBAN, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR E SOLUCIONAR PROBLEMAS, REDUZIR DESPERDÍCIOS E APRIMORAR A EFICIÊNCIA PRODUTIVA. O TRABALHO SEGUE A METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO QUANTITATIVO, COM OBSERVAÇÃO DIRETA E ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS COM OS COLABORADORES DA INDÚSTRIA. OS PROBLEMAS FORAM ANALISADOS COM FOCO NA INEFICIÊNCIA DOS SETUPS DAS MÁQUINAS, FALTA DE PADRONIZAÇÃO NOS PROCESSOS E FALHAS NA COMUNICAÇÃO INTERNA. FOI POSSÍVEL DEFINIR PRIORIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE AÇÃO VOLTADO À MELHORIA CONTÍNUA. O CICLO PDCA FOI APLICADO DE FORMA SISTEMÁTICA E O MONITORAMENTO CONTÍNUO PERMITIU A CONSOLIDAÇÃO DAS MELHORES PRÁTICAS. PARA OS CASOS EM QUE AS METAS NÃO FORAM ALCANÇADAS, NOVOS CICLOS PDCA FORAM APLICADOS. OS RESULTADOS MOSTRARAM UMA REDUÇÃO NA OCIOSIDADE DOS FUNCIONÁRIOS, CAUSADA PELA FALTA DE PEÇAS CORTADAS OU PELA AUSÊNCIA DE UM PLANO DE CORTE. A OTIMIZAÇÃO DOS SETUPS DAS MÁQUINAS, PERMITIU QUE O FATURAMENTO DA EMPRESA DOBRASSE EM RELAÇÃO A UM CLIENTE ESPECÍFICO E O TEMPO DE ATRASO NAS ENTREGAS FOI REDUZIDO. O ESTUDO CONCLUI QUE A APLICAÇÃO PDCA POSSIBILITA A SUPERAÇÃO DE DESAFIOS COMPLEXOS. A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE DEMONSTROU-SE ESSENCIAL PARA QUE A EMPRESA SE ADAPTASSE ÀS MUDANÇAS DO MERCADO, GARANTINDO DECISÕES ESTRATÉGICAS MAIS ASSERTIVAS E A IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES CORRETIVAS EFICAZES.

PALAVRAS-CHAVES: INDÚSTRIA METALÚRGICA; REDUÇÃO DE CUSTOS; FERRAMENTAS DA QUALIDADE; OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS; PDCA.

1. INTRODUÇÃO

O crescente número de indústrias dedicadas ao corte e dobra de aço tem impulsionado as empresas a se manterem em um ciclo contínuo de inovação, visando garantir sua relevância no mercado. Esse fenômeno gera uma pressão significativa para a redução de custos, o aprimoramento da qualidade e a eficiência na entrega, refletindo um ambiente altamente competitivo. Nesse contexto, as organizações são compelidas a adotar medidas de aprimoramento para permanecerem competitivas.

Ao utilizar ferramentas da qualidade, como o PDCA (Plan-Do-Check-Act), o Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe), a análise Pareto, Kanban, entre outras, é possível identificar, analisar e solucionar problemas, reduzir desperdícios, otimizar processos e melhorar a qualidade dos produtos. Além disso, um estudo de caso permite uma abordagem prática e contextualizada, possibilitando a aplicação dessas ferramentas em um ambiente real, o que contribui para a compreensão mais profunda dos conceitos teóricos e sua eficácia na prática.

Dessa forma esse artigo teve o objetivo de sinalizar a otimização dos processos e desenvolver métodos de melhoria para a indústria analisada. A indústria metalúrgica estudada enfrentava constantemente desafios relacionados à eficiência operacional, qualidade dos produtos, assertividade na entrega e satisfação dos clientes, aspectos cruciais para sua competitividade no mercado, no momento da condução deste estudo de caso.

O trabalho está estruturado em cinco seções. A seção 2 apresenta e discute a base teórica do estudo; a seção descreve a metodologia empregada nas análises de estabilidade; a seção 4 exibe os resultados alcançados, enquanto é possível visualizar na seção 5 as considerações finais e conclusões do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PDCA

O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) constitui uma metodologia amplamente reconhecida na gestão da qualidade, direcionada à melhoria contínua dos processos organizacionais. Concebido por Walter A. Shewhart na década de 1920 e posteriormente popularizado por W. Edwards Deming a partir dos anos 1950, o PDCA consolidou-se como uma ferramenta imprescindível para alcançar a excelência operacional em diversos setores industriais. Conforme salientado por Shewhart, a mera coleta de dados é insuficiente; os dados necessitam ser interpretados dentro de uma estrutura teórica para se tornarem úteis. Ele defendia que uma compreensão teórica dos processos é essencial para a melhoria contínua e eficaz.

Segundo Shewhart e Deming (1986) e Deming (1986), o PDCA é um ciclo de quatro etapas interligadas: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check) e Agir (Act). Nesse ciclo, as organizações planejam as atividades a serem realizadas, implementam as ações planejadas, verificam os resultados obtidos e agem para corrigir desvios e promover melhorias.

Para Ishikawa (1993), o PDCA é uma abordagem sistemática que permite às empresas identificar problemas, analisar suas causas raízes e implementar soluções eficazes. O autor destaca a importância de um compromisso contínuo com a qualidade e a melhoria dos processos para alcançar o sucesso organizacional.

Juran (1999) também enfatiza a relevância do PDCA como uma ferramenta para o controle e aprimoramento da qualidade. Ele ressalta a necessidade de uma cultura de qualidade em toda a organização, na qual o ciclo PDCA seja aplicado de forma sistemática e integrada a todas as atividades.

Como é possível observar na Figura 1 os ciclos do PDCA consistem na identificação e análise dos processos e a criação de um plano de ação para os problemas detectados, já no “Do” é a execução do plano de ação criado, a terceira etapa o “check” consiste na verificação do que foi feito e o “act” são as ações que devem ser implementadas para solucionar as falhas detectadas no passo anterior. No contexto atual, o PDCA continua sendo amplamente adotado como uma metodologia eficaz para a gestão da qualidade e a melhoria contínua. Sua aplicação permite às organizações identificar oportunidades de aprimoramento, reduzir desperdícios, otimizar processos e aumentar a satisfação dos clientes.

FIGURA 1 - O ciclo PDCA.



Fonte: Voitto (2024).

2.2 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa (BEST; NEUHAUSER, 2008), também conhecido como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe é uma ferramenta amplamente utilizada na gestão da qualidade para identificar e analisar causas raízes de um problema específico, possibilitando a visualização das relações entre um efeito indesejado (ou problema) e as possíveis causas que o originaram.

Ishikawa (BEST; NEUHAUSER, 2008) descreve o Diagrama de Ishikawa como uma técnica eficaz para investigar as causas de problemas complexos em diversas áreas, incluindo manufatura, serviços e processos administrativos. O autor destaca a importância de uma abordagem sistemática e colaborativa na elaboração do diagrama, envolvendo diferentes stakeholders para garantir uma análise abrangente e precisa das causas.

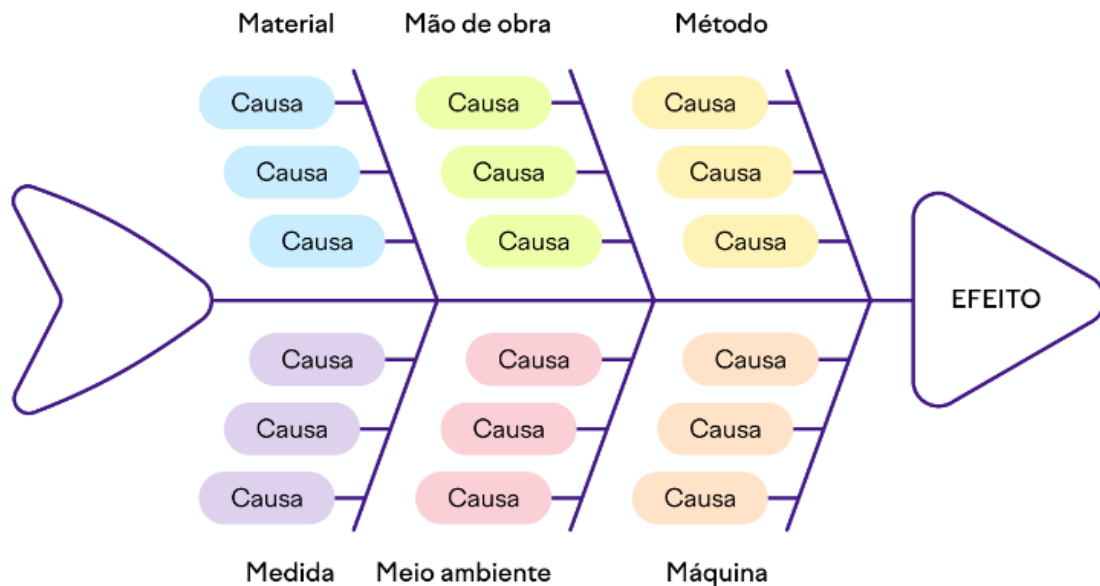
Juran (1999), reconhece a importância do Diagrama de Ishikawa como uma ferramenta para a identificação e análise de causas de problemas de qualidade. Ele destaca a necessidade de uma investigação profunda e meticulosa das possíveis causas, utilizando o diagrama como uma estrutura visual para organizar e compreender as relações entre elas.

Além disso, Montgomery (2009) ressalta a aplicabilidade do Diagrama de Ishikawa em contextos de melhoria contínua e resolução de problemas, especialmente quando combinado com outras ferramentas da qualidade, como o PDCA. O autor destaca ainda a importância de uma análise detalhada e holística das causas potenciais, visando a implementação de soluções eficazes e sustentáveis.

Para utilizar a ferramenta deve ser realizada uma sessão de brainstorming em grupo, onde as possíveis causas são listadas ao longo das espinhas do diagrama como pode ser vista na Figura 2. Posteriormente, as causas são analisadas e priorizadas, identificando aquelas que têm o maior impacto no problema. Com as causas principais identificadas, um plano de ação é desenvolvido para abordar cada uma delas, permitindo que as equipes resolvam problemas forma eficaz e sistemática.

Em resumo, o Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta valiosa na gestão da qualidade, permitindo uma análise estruturada e abrangente das causas de problemas específicos. Sua aplicação requer uma abordagem colaborativa e sistemática, envolvendo diferentes stakeholders e combinando-o com outras ferramentas da qualidade para garantir resultados eficazes e duradouros (BEST; NEUHAUSER, 2008).

FIGURA 2 - Diagrama Espinha de Peixe / Ishikawa.



Fonte: Semrush (2024).

2.3 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto foi originado do trabalho de Vilfredo Pareto, no final do século XIX. A teoria por trás deste diagrama é baseada no princípio de Pareto, também conhecido como a regra 80/20, que afirma que aproximadamente 80% dos efeitos vêm de 20% das causas (1906).

Referências teóricas que embasam o Diagrama de Pareto incluem o trabalho original de Vilfredo Pareto sobre a distribuição de renda e riqueza na sociedade, bem como conceitos de gestão da qualidade de pioneiros como Juran (1989) e Ishikawa (1985). Juran (1999), por exemplo, enfatizou a importância de identificar e priorizar os problemas mais significativos para alcançar melhorias substanciais na qualidade quando diz que “A análise de Pareto é uma ferramenta poderosa para melhorar a qualidade porque nos ajuda a concentrar nossos esforços nos problemas que têm o maior impacto. Ao identificar as 'poucas causas vitais', podemos priorizar nossas ações para alcançar as melhorias mais significativas”, enquanto Ishikawa (1985) desenvolveu a ideia do Diagrama de Causa e Efeito, que frequentemente é usado em conjunto com o Diagrama de Pareto para analisar e resolver problemas complexos.

Para elaborar um Diagrama de Pareto, é necessário inicialmente identificar o problema específico que se deseja analisar e reunir dados pertinentes relacionados a esse problema. Em seguida, procede-se à classificação dos dados em categorias apropriadas e ao cálculo da

frequência de ocorrência de cada categoria. Posteriormente, é fundamental determinar a frequência acumulada e a porcentagem que cada categoria representa em relação ao total. Com base nessas informações, é possível construir um gráfico de barras, organizando as categorias em ordem decrescente de frequência e incluindo uma linha de frequência acumulada no gráfico. A análise do gráfico permite identificar as categorias que contribuem de forma mais significativa para o problema em questão (COTA, 2013).

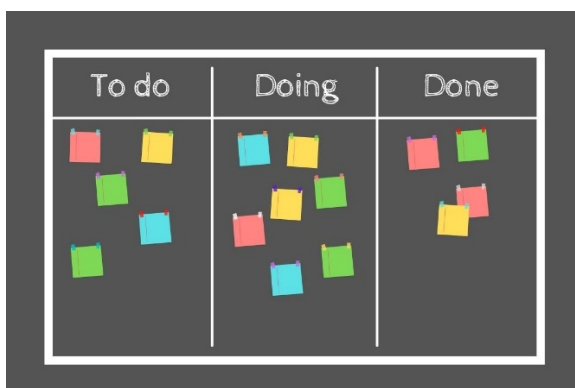
Além de sua aplicação na gestão da qualidade, com o enfoque na identificação e priorização dos problemas mais significativos em um determinado contexto, auxiliando na alocação eficiente de recursos e esforços de melhoria o Diagrama de Pareto também é utilizado em diversas outras áreas, como economia, engenharia, marketing e ciências sociais. Ele ajuda a entender a distribuição desigual de fenômenos e a identificar os elementos-chave que exercem o maior impacto em determinada situação.

Ao aplicar o Diagrama de Pareto, é importante lembrar que nem sempre a distribuição seguirá exatamente a proporção 80/20, mas a ideia subjacente permanece válida: poucos fatores têm um impacto desproporcionalmente grande. Esta ferramenta é valiosa para orientar a tomada de decisões informadas, concentrando os recursos onde podem fazer a maior diferença.

2.4 Kanban

Kanban é uma metodologia de gestão visual que se originou no Japão, inicialmente implementada pela Toyota nas décadas de 1940 e 1950. A Figura 3 mostra a essência do método que reside na utilização de cartões visuais para representar as tarefas em um quadro, facilitando o acompanhamento do fluxo de trabalho. Cada cartão representa uma atividade a ser realizada e é movido através de colunas que representam as diferentes etapas do processo.

FIGURA 3 - Método Kanban.



Fonte: Exame (2024).

O principal objetivo do Kanban é otimizar o fluxo de trabalho, garantindo que as tarefas sejam concluídas de forma eficiente e sem sobrecarregar a equipe. Isso é alcançado através do controle do trabalho em progresso (WIP), limitando o número de tarefas que podem estar em andamento ao mesmo tempo. Limitar o WIP ajuda a identificar e resolver gargalos no processo, mantendo o fluxo de trabalho equilibrado e aumentando a produtividade da equipe.

Além de promover a eficiência operacional, o Kanban também incentiva a colaboração e a melhoria contínua. Ao visualizar o fluxo de trabalho de forma clara e transparente, as equipes podem identificar oportunidades de otimização, resolver problemas rapidamente e adaptar seus processos conforme necessário. Essa abordagem flexível e centrada na equipe torna o Kanban uma metodologia valiosa para qualquer organização que busque aumentar sua eficiência e entregar valor de forma consistente aos clientes.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho adota uma abordagem de estudo de caso quantitativo com o propósito de otimizar e aprimorar os processos de indústrias. Conforme delineado por Yin (2014), o estudo de caso representa uma investigação empírica que busca explorar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não se evidenciam de forma clara. Yin (2014) ressalta que os estudos de caso apresentam uma utilidade particular na resposta a questionamentos de natureza causal e processual, destacando sua capacidade de abordar indagações relacionadas aos aspectos "como" e "por que".

Yin (2014) categoriza o estudo de caso em três modalidades distintas: exploratória, que se destina a delinear questões de pesquisa e hipóteses futuras; descritiva, cujo propósito é fornecer uma análise minuciosa do fenômeno em seu contexto; e explicativa, que se volta para a investigação das causas subjacentes a um fenômeno ou para a identificação de relações causais. Com o intuito de atingir os objetivos estabelecidos neste estudo, foi adotado o método de estudo de caso descritivo e explicativo, fundamentado na aplicação de ferramentas como Kanban, PDCA, Diagrama de Ishikawa e Análise de Pareto.

3.1 Instrumentos e Coleta de Dados

Para a condução do estudo de caso sobre a implementação de ferramentas de qualidade em indústrias, foram empregados instrumentos de coleta de dados destinados a proporcionar uma compreensão abrangente das práticas, procedimentos e resultados observados no cotidiano

tanto das áreas fabris quanto dos escritórios. Entre os métodos selecionados para esta pesquisa, destaca-se a observação direta no ambiente de trabalho. Por meio desta, foram analisados os processos de corte e dobra, a circulação de colaboradores nas instalações fabris e os procedimentos de maior complexidade técnica e de coordenação, com o objetivo de avaliar a aplicação e eficácia das técnicas de controle de qualidade (DA SILVA e DE OLIVEIRA, 2017).

Ademais, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas, as quais possibilitam uma exploração aprofundada das percepções e experiências dos funcionários e gestores envolvidos no processo. Entrevistas foram realizadas com o gerente de qualidade, supervisores de produção, operadores de máquinas e auxiliares de produção, revelando detalhes cruciais acerca da implementação e impacto das ferramentas de qualidade, bem como dos desafios enfrentados por cada um dos entrevistados.

3.2 Análise dos dados coletados

Na análise dos dados obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas e observação direta na indústria metalúrgica, as entrevistas foram transcritas e organização meticulosa, categorizando os temas recorrentes, tais como a implementação de ferramentas de qualidade, os impactos percebidos e os desafios enfrentados. Após essa etapa de organização dos relatos, foram identificados padrões e relações temáticas entre as entrevistas, fornecendo uma visão mais aprofundada sobre o assunto abordado. As observações diretas realizadas no ambiente de trabalho foram devidamente registradas e organizadas, com a codificação dos comportamentos e práticas observados. A comparação minuciosa entre os dados obtidos por meio das entrevistas e das observações permitiu a verificação da consistência das percepções e das práticas efetivamente adotadas (DA SILVA e DE OLIVEIRA, 2017).

A integração desses insights gerou dados para elaboração de um relatório detalhado, no qual são destacadas a aplicação das ferramentas de qualidade, os benefícios percebidos e os desafios enfrentados pela indústria em questão. Este relatório inclui recomendações embasadas em citações diretas e exemplos concretos observados durante o processo de coleta e análise

4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

4.1 Definição do problema

A indústria analisada enfrentava, à época, dificuldades para entregar os pedidos com

qualidade e no prazo. Esses problemas eram causados principalmente pela ineficiência no setup das máquinas, tanto pelo tempo excessivo de ajuste quanto pela falta de aproveitamento de setups semelhantes para diferentes projetos, visto que a empresa não trabalha com peças padronizadas e lida com múltiplos projetos simultâneos. Essa situação leva à perda de tempo, diminuição da produtividade e, conseqüentemente, problemas de qualidade e cumprimento de prazos.

4.2 Análise da causa raiz

Para uma análise detalhada das causas, utilizamos o Diagrama de Ishikawa, uma ferramenta eficaz para identificar e classificar os fatores que contribuem para o problema. Neste contexto, as causas principais foram categorizadas como: mão de obra, método, máquina, material, meio ambiente e medida, conforme ilustrado na Figura 4, a seguir.

Com as principais causas elencadas em um Diagrama de Ishikawa, as equipes começaram a ter visibilidade dos problemas e quais áreas poderiam ajudar a solucionar cada um deles.

FIGURA 4 - Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3 Definição de prioridades

Diante da análise conduzida, foram identificadas como prioritárias as ações voltadas à otimização do processo de setup das máquinas e à padronização dos procedimentos

operacionais, bem como a melhoria na comunicação interna da equipe. O uso de reuniões regulares e diárias, apoiadas por um quadro Kanban, onde os pedidos avançam das colunas "a fazer" para "em execução" e, quando finalizados, para "faturados", como demonstrado na Figura 5, foi identificado como a melhor solução para organizar a sequência de produção e reduzir o tempo ocioso entre os pedidos.

FIGURA 5 - Cronograma de produção.

CRONOGRAMA DE PRODUÇÃO

A FAZER	EM EXECUÇÃO (CORTE)	EM EXECUÇÃO (DOBRA)	FATURADOS
OC 1234- EMPRESA X OC 1235- EMPRESA Y OC 1236 - EMPRESA Z	OC 2345- EMPRESA A OC 2346- EMPRESA B OC 2347- EMPRESA C	OC 3456- EMPRESA D OC 3467- EMPRESA E OC 3478- EMPRESA F	OC 789- EMPRESA D OC 7890- EMPRESA E OC 7891- EMPRESA F

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, foi identificada a necessidade de se implementar folhas de instrução para cada tipo de peça, garantindo uma maior padronização e consistência nos produtos fabricados.

4.4 Definindo a meta e montando o plano de ação

Após identificar a necessidade de um plano de ação, foi definida uma meta geral, focada no aumento da eficiência e no cumprimento dos prazos de entrega. Metas específicas são criadas para tornar o processo mais gerenciável e próximo da rotina diária, conforme descrito no Quadro 1, a seguir.

QUADRO 1- Plano de ação.

Ação	Responsável	Objetivo	Prazo de Implementação
Implementação de reuniões diárias e semanais utilizando quadro Kanban	Gerente de Produção	Agrupar pedidos com setups semelhantes para otimizar o uso das máquinas	1 semana
Criação e padronização de folhas de instrução para cada tipo de peça	Equipe de Engenharia de Produção	Garantir padronização e consistência na fabricação de peças	6 meses
Capacitação dos operadores para a otimização do setup	Equipe de engenharia	Treinar operadores para realizar as peças de forma mais eficiente e com maior precisão	5 semanas
Monitoramento contínuo de indicadores de desempenho (KPIs)	Equipe de Qualidade	Definir e monitorar indicadores relacionados ao tempo de setup, qualidade e eficiência	1 mês

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.5 Capacitação dos envolvidos e implementação do plano de ação

Com base em um plano devidamente estruturado, a próxima etapa do ciclo PDCA assume um papel crucial. Torna-se necessário capacitar os responsáveis pela execução das ações previstas. Nesse sentido, todos os envolvidos passaram por um treinamento.

Ao término desse período de capacitação, os participantes estavam aptos a executar as atividades do plano de ação. Assim, cada responsável pôde realizar as tarefas dentro dos prazos estipulados, garantindo a correta implementação do plano.

4.6 Avaliação dos resultados e consolidação das melhorias

O estudo tinha o objetivo de otimizar sua produção, focando no melhor aproveitamento dos setups das máquinas e na execução de uma sequência mais lógica de pedidos e para isso o monitoramento e a padronização das ações foram essenciais. A cada semana, um novo ciclo era iniciado e, conforme estipulado na última fase do PDCA, a análise das atividades em curso e das concluídas tornou-se fundamental para o avanço das próximas etapas.

As ações finalizadas seguiam dois possíveis desdobramentos: quando os resultados alcançavam as metas esperadas, essas práticas eram padronizadas, visando manter os resultados positivos de forma contínua e prevenir a recorrência dos problemas resolvidos. Contudo, para as ações que não atingiam o sucesso esperado, um novo ciclo PDCA era aplicado, com ênfase na fase "Agir", a fim de corrigir as falhas e evitar a repetição dos erros.

Nesse estágio final do ciclo, a indústria também aproveitou para realizar ajustes necessários, visando melhorias contínuas no fluxo de trabalho. O foco foi identificar e eliminar desperdícios, ao mesmo tempo em que se priorizava o que agregava valor às atividades, resultando em uma produção mais eficiente e um melhor aproveitamento do tempo e dos recursos dos funcionários.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

As conclusões deste estudo reforçam a eficácia da aplicação de ferramentas de qualidade no contexto industrial, especialmente em indústrias metalúrgicas. A implementação de metodologias como o PDCA, o Diagrama de Ishikawa, a análise de Pareto e o Kanban permitiu uma reestruturação eficiente dos processos produtivos, resultando em melhorias substanciais tanto em termos operacionais quanto financeiros.

A análise cuidadosa das causas dos problemas de produção, aliada a um plano de ação bem estruturado e à capacitação adequada dos envolvidos, demonstrou ser crucial para a

redução da ociosidade dos funcionários e o aumento da produtividade. A padronização dos procedimentos e a otimização dos setups das máquinas foram fundamentais para dobrar o faturamento com um cliente específico e diminuir significativamente os atrasos nas entregas, demonstrando a importância de uma produção planejada e eficiente.

A metodologia de melhoria contínua não apenas facilitou a adaptação rápida da empresa às demandas do mercado, mas também garantiu que as decisões estratégicas fossem tomadas com base em dados concretos e planejamento sólido. O ciclo PDCA, quando aplicado com rigor, provou ser uma ferramenta eficaz para identificar falhas, implementar soluções e garantir que erros não se repetissem, promovendo a sustentabilidade e o sucesso dos resultados a longo prazo.

O estudo também evidencia que, com metas claras e bem definidas, os processos se tornam mais fáceis de gerenciar, permitindo a execução rápida e inteligente dos planos de ação. A utilização dessas ferramentas de gestão não só aprimora os resultados de curto prazo, mas também fomenta uma cultura organizacional de melhoria contínua e eficiência, essencial para a competitividade no mercado atual.

Esses resultados sublinham a relevância da governança eficaz e da adesão aos princípios de qualidade para manter a competitividade e a sustentabilidade no cenário industrial, fornecendo uma base sólida para futuras implementações e adaptações em outros contextos industriais.

REFERÊNCIAS

BEST, Mark; NEUHAUSER, D. J. B. Q. Kaoru Ishikawa: from fishbones to world peace. **BMJ Quality & Safety**, v. 17, n. 2, p. 150-152, 2008.

COTA, Kely Alves. Gestão da qualidade, um desafio permanente: um estudo de caso sobre o processo de manutenção de um sistema de qualidade em uma indústria metalúrgica. **Produto & Produção**, v. 14, n. 2, 2013.

DA SILVA, Edson Coutinho; DE OLIVEIRA, Vinícius Ravecini. Gestão de custos em projetos: desafios para uma indústria. **Revista de Administração IMED**, v. 7, n. 2, p. 27-49, 2017.

DEMING, W. Edwards. **Principles for transformation**. Out of the Crisis, v. 18, p. 96, 1986.

EXAME. Site. Disponível em: <<https://exame.com/carreira/guia-de-carreira/como-usar-a-tecnica-kanban-para-estudar-melhor-e-organizar-materias/>> Acesso em: 05 jun. 2025.

Ishikawa, K, **What is Total Quality Control?** The Japanese Way. Prentice-Hall. 1985.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total à maneira japonesa**. In: Controle de qualidade total à maneira japonesa. 1993.

JURAN, J. M, **Juran on Planning for Quality**. Free Press. 1989

JURAN, Joseph M. **Juran's quality handbook**. 1999.

MONTGOMERY, Douglas C. **Statistical quality control**. New York: Wiley, 2009.

SEMRUSH. Site. Disponível em: <<https://pt.semrush.com/blog/diagrama-ishikawa/>>. Acesso em: 05 jun. 2025.

SHEWHART, Walter Andrew; DEMING, William Edwards. **Statistical method from the viewpoint of quality control**. Courier Corporation, 1986.

VOITTO. Site. Disponível em: <<https://voitto.com.br/blog/segmentos/lean-seis-sigma/ferramentas-lean-seis-sigma>>. Acesso em: 05 jun. 2025.

YIN, Robert K. **Case study research: Design and methods**. Sage, 2014.