



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO - CAA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RÚBIA DANIELLE DE MOURA PEREIRA

**FERRAMENTA KANBAN NO GERENCIAMENTO DE ESTOQUE DE UMA
SIDERURGIA: Redução da interrupção operacional e aumento da performance**

Caruaru

2024

RÚBIA DANIELLE DE MOURA PEREIRA

**FERRAMENTA KANBAN NO GERENCIAMENTO DE ESTOQUE DE UMA
SIDERURGIA: Redução da interrupção operacional e aumento da performance**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez

Caruaru
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Pereira, Rúbia Danielle de Moura.

Ferramenta kanban no gerenciamento de estoque de uma siderurgia: redução da interrupção operacional e aumento da performance / Rúbia Danielle de Moura Pereira. - Caruaru, 2024.

41 p. : il., tab.

Orientador(a): Thalles Vitelli Garcez

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2024.

Inclui referências.

1. Kanban. 2. Estoque . 3. Gestão da Produção. 4. Genba. 5. PDCA. I. Garcez , Thalles Vitelli. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

RÚBIA DANIELLE DE MOURA PEREIRA

**FERRAMENTA KANBAN NO GERENCIAMENTO DE ESTOQUE DE UMA
SIDERURGIA: Redução da interrupção operacional e aumento da performance**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em:16/10/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Lucimário Gois de Oliveira Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho primeiramente a mim, que nunca desisti dos meus sonhos, independentemente da situação, meu eu criança que sonhava em ser Engenheira estaria orgulhosa, agradeço também aos meus pais e a minha irmã que sempre me incentivaram desde criança e aos meus amigos por terem me apoiado em situações difíceis, principalmente os da graduação.

AGRADECIMENTOS

Neste momento de conclusão, expresso minha gratidão a Deus, cuja orientação foi fundamental para todas as minhas conquistas. Agradeço também a todos os meus professores, cujos ensinamentos foram essenciais para meu desenvolvimento pessoal e profissional ao longo de minha jornada educacional, especialmente na universidade, uma das melhores da região Norte e Nordeste, da qual me orgulho em fazer parte.

Sinto uma profunda gratidão a meus pais, Geane Moura e Robson Pereira, que sempre me incentivaram a estudar e a buscar meus objetivos. Agradeço também à minha irmã, Rayanne Moura, que é uma referência tanto pessoal quanto profissional.

Aos amigos da graduação, minha sincera gratidão. À Isayelle Silva, por suas palavras motivadoras nos momentos difíceis; à Carolayne Mota, pelas experiências compartilhadas durante os fins de semana dedicados aos estudos; e a Gabriel Germano, pela paciência nas disciplinas desafiadoras. Um agradecimento especial a João Pereira, que me apoiou na disciplina de Cálculo Numérico, e a João Mendes, cuja colaboração foi inestimável nas aulas de algoritmos.

Não posso deixar de mencionar meu cunhado, Paulo Gerard, por seu apoio quando me mudei para Recife, e a Isabel de Cássia, cujos ensinamentos e conversas significativas deixaram uma marca importante em minha jornada. Expresso minha gratidão a Iasmim Tamires, que foi uma fonte constante de apoio e inspiração desde minha mudança para Recife.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao meu professor orientador, Thalles Garcez, pela orientação e apoio incondicionais durante minha jornada acadêmica, sua compreensão, foi de extrema relevância. Sua dedicação, paciência e expertise foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para meu crescimento pessoal e profissional.

A todos, meu muito obrigada.

“Não existe trajetória perfeita e os percalços do caminho tornam a nossa vitória ainda mais saborosa, pois isso, não se esqueça do FOCO, siga em frente .”

Autor desconhecido

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo aplicar a ferramenta Kanban em uma célula do setor siderúrgico, alinhada ao conceito de Gemba, visando a redução das interrupções operacionais causadas pela falta de insumos. A utilização de ferramentas como: o Diagrama de Ishikawa, o ciclo PDCA e o sistema ERP foram primordiais para o estudo de caso apresentado. As causas raízes do problema foram identificadas, analisadas e solucionadas, e, em seguida, foram implementadas ações corretivas para a resolução e padronização do processo. A redução significativa das interrupções por falta de insumos indicou que as ações implementadas foram eficazes. O uso sistemático do ciclo PDCA desde o início da resolução do problema proporciona clareza e eficiência nas etapas seguidas para alcançar o sucesso. Conclui-se que a aplicação combinada do Gemba e da ferramenta Kanban trouxe melhorias tangíveis para o processo. No entanto, a continuidade no foco em melhoria contínua é essencial para garantir o sucesso e o aprimoramento das organizações ao longo do tempo.

Palavras-chave: GENBA; KANBAN; estoque; BWG8; BWG10.

ABSTRACT

The present work aims to apply the Kanban tool in a cell of the steel sector, aligned with the Gemba concept, aiming to reduce operational interruptions caused by the lack of supplies. The use of tools such as the Ishikawa Diagram, the PDCA cycle, and the ERP system was essential for the case study presented. The root causes of the problem were identified, analyzed, and solved, and then corrective actions were implemented to resolve and standardize the process. The significant reduction in interruptions due to lack of supplies indicated that the actions taken were effective. The systematic use of the PDCA cycle from the beginning of the problem resolution process provided clarity and efficiency in the steps followed to achieve success. It is concluded that the combined application of Gemba and the Kanban tool brought tangible improvements to the process. However, maintaining a focus on continuous improvement is essential to ensure the long-term success and enhancement of organizations.

Keywords: GENBA; KANBAN; inventory; Birmingham Wire Gauge 8; Birmingham Wire Gauge 10.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Casa do Genba.	18
Figura 2 – Diagrama de Ishikawa.	21
Figura 3 – Ciclo PDCA.	23
Figura 4 – Fluxograma metodologia científica do trabalho.	26
Figura 5 – Fluxograma dos vergalhões dobrados.	29
Figura 6 – Fluxograma da resolução de falta de insumo	30
Figura 7– Gráfico Interrupção operacional por falta de insumo (2023) célula da dobra	31
Figura 8 – Diagrama de Ishikawa para identificar a causa raiz da falta do BWG8 e BWG10 na célula da dobra	32
Figura 9 – Formulário RG	34
Figura 10 – IV célula da dobra	35
Figura 11 – Gráfico Pareto Abril a Julho 2024.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Disponibilidade Agosto 2023.	37
Tabela 2 –	Disponibilidade Agosto 2024.	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERP	Enterprise Resource Planning
MES	Manufacturing Execution System
EPS	Enterprise Planning System
SAP	Systems, Applications, and Products in Data Processing
BWG	Birmingham Wire Gauge
PDCA	Planejar, Fazer, Checar e Agir
OEE	Overall Equipment Effectiveness
IV	Item de Verificação
PCP	Planejamento e Controle de Produção
RG	Registro Geral
PTL	Pátio de Tarugos
P4	Posto de Trabalho 4
P7	Posto de Trabalho 7
P8	Posto de Trabalho 8

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	15
1.2	OBJETIVOS.....	16
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	GENBA.....	17
2.2	KANBAN.....	18
2.3	OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	20
2.4	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	20
2.5	SISTEMAS ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING).....	21
2.6	CICLO PDCA.....	22
3	METODOLOGIA.....	25
4.	ESTUDO DE CASO.....	28
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	28
4.2	ETAPAS DO CICLO PDCA.....	29
4.2.1	Etapa 1: planejar.....	29
4.2.2	Etapa 2: fazer.....	32
4.2.3	Etapa 3: checar.....	33
4.2.4	Etapa 4: agir.....	33
4.3	Análise Gerencial.....	35
4	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

As empresas no ramo da siderurgia enfrentam significativos desafios na gestão de seus estoques, impactando diretamente seus custos operacionais e competitividade no mercado. Nesse sentido, a variabilidade na demanda por produtos siderúrgicos dificulta a previsão precisa das necessidades de materiais, resultando em ineficiências. Além disso, manter grandes volumes de estoque pode acarretar altos custos de armazenamento e riscos de obsolescência, enquanto a falta de materiais pode interromper a produção. Portanto, entende-se que “estoque é o termo que usamos para descrever a acumulação de materiais, clientes ou informações à medida que fluem através de processos ou redes” (SLACK, 2018, p. 630).

Diante desses desafios, a concepção operacional da qualidade assume um papel fundamental, pois, em sua forma mais ampla, dá origem à gestão da qualidade no processo. A gestão da qualidade no processo, que visa o pleno atendimento das necessidades do cliente, é alcançada por meio da melhor organização possível das operações, o que se viabiliza ao longo de três etapas: a eliminação de perdas, a eliminação das causas das perdas e a otimização do processo (PALADINI, 2010, p. 17). Assim, a eficiência na gestão de estoques e a qualidade no processo estão interligadas, uma vez que ambos contribuem para a redução de custos e a melhoria contínua na produção.

Adicionalmente, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), o Just in Time significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários, evitando a formação de estoques antes do tempo e garantindo que os clientes não precisem esperar. Esse conceito está intrinsecamente ligado ao Planejamento e Controle de Produção (PCP), cuja função técnica é servir de base para a produção e orientar seu controle, por meio de um conjunto de funções alinhadas que comandam o processo produtivo e o coordenam com os demais setores da empresa (SLACK, 1997). Nesse contexto, a gestão de estoque envolve atividades que vão desde o planejamento e programação das necessidades de materiais até o controle das quantidades adquiridas (FILHO, JOÃO SEVERO, 2006).

Segundo a abordagem de Slack (2018), a definição de insumo abrange todos os recursos necessários para a realização de uma atividade ou processo, podendo incluir matéria-prima, mão de obra, capital, informações e tecnologia. Esses elementos são fundamentais para a transformação ou consumo durante a execução de uma produção de bens ou serviços. Essa visão de insumo se conecta com o conceito de Genba, descrito por Womack e Jones (2003) como o local onde o valor é criado para o cliente, destacando a importância do chão de fábrica, onde ocorrem os processos reais e onde o desperdício pode ser identificado e eliminado. Ao se entender a relação entre insumos e Genba, torna-se claro que a eficiência operacional depende tanto da gestão eficaz dos recursos quanto da observação cuidadosa dos processos no local de produção, promovendo uma abordagem de melhoria contínua com base na realidade operacional.

Além disso, um Kanban (“etiqueta”) é um instrumento para manuseio e garantia da produção *Just-in-time*, o primeiro pilar do Sistema Toyota de Produção. Basicamente, um Kanban é uma forma simples e direta de comunicação, localizada sempre no ponto que se faz necessário. O Kanban é particularmente eficaz na gestão de estoques, garantindo que os materiais necessários estejam disponíveis exatamente quando são necessários, sem excesso ou falta. Juntamente às práticas de Genba, que ocorrem diariamente, permitem que sejam visualizados fisicamente os estoques que estão sendo gerenciados na célula em questão.

Para este estudo de caso, foi selecionado um estoque de amarrações utilizando Kanban dentro de uma siderúrgica. Assim, a metodologia foi desenvolvida a partir de estudos da literatura e de entrevistas com as partes envolvidas, entendendo o processo e suas necessidades específicas. Foi utilizada, ainda, uma metodologia de análise dos dados a partir de interrupções operacionais, geradas por meio de apontamentos do sistema MES EPS (*Manufacturing Execution System*). Quando a interrupção ocorre devido à falta de insumo, ela é apontada como falta de arame BWG (*Birmingham Wire Gauge*) 8 e BWG 10. Essa metodologia serve como uma ferramenta de controle e monitoramento dos processos, proporcionando uma abordagem sistemática para a detecção de interrupções operacionais no sistema produtivo.

Com base na pesquisa realizada para este trabalho, constatou-se que a análise da ferramenta KANBAN é um tema amplamente discutido e praticado na

literatura. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é agregar valor, oferecendo uma contribuição relevante para a Engenharia de Produção e para as siderúrgicas. Para alcançar esse objetivo, será realizado um estudo de caso aprofundado, que visa explorar e proporcionar insights valiosos para um campo abordado na literatura especializada.

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem como objetivo abordar uma análise das interrupções operacionais em uma célula de uma siderurgia e mostrar a eficiência da ferramenta KANBAN na qual foi aplicada. Inicialmente, a produção de aço, sendo uma *commodity*, está sujeita a fortes pressões de mercado para maximizar a eficiência e minimizar os custos. Nesse contexto, reduzir interrupções operacionais é crucial para manter a competitividade e a lucratividade na indústria siderúrgica.

Ademais, esta abordagem pode ser usada para melhorar o fluxo do produto produzido, reduzir custos de produção, diminuindo um tipo de interrupção operacional, e identificar problemas antes que eles causem problemas maiores. Além disso, a ferramenta KANBAN permite uma gestão visual do estoque, bem como das necessidades ao longo do tempo daquele material, dependendo do ritmo de produção.

De acordo com Ohno (1988, p.38), o Kanban de Estoque é uma ferramenta de gestão de inventário que utiliza sinais visuais, como cartões ou placas, para representar itens em estoque, seus fluxos de trabalho e níveis de disponibilidade. Assim sendo, originário do Sistema Toyota de Produção, o Kanban visa otimizar a produção ou o abastecimento, evitando excessos ou falta de estoque.

Por meio deste trabalho, espera-se que os resultados obtidos possam ser aplicados não só na empresa estudada, mas também em outras do setor siderúrgico, contribuindo para a melhoria da gestão da produção e da gestão da qualidade. Além do mais, espera-se que esta pesquisa possa servir como base para futuros estudos na área de gestão da produção, incentivando novas pesquisas e debates na comunidade acadêmica.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é, por meio da aplicação de metodologia Kanban, contribuir para a eliminação das interrupções operacionais decorrentes da falta de insumos, melhorando o gerenciamento de estoque e garantindo a continuidade das operações.

1.2.2 Objetivos específicos

Pretende-se atingir o objetivo geral por meio do alcance dos seguintes objetivos específicos:

- Mapear as principais ocorrências de interrupções operacionais por falta de material de Março de 2023 até Dezembro de 2023;
- Analisar através de um tratamento de falhas o porquê do mal funcionamento do fluxo de amarrações;
- Estabelecer o fluxo necessário junto com o PCP para programação e a entrega do BWG8 e BWG10 no prazo em 2024;
- Criar um formulário para retirada do BWG8 e BWG10 na trefila;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GENBA

Segundo Shigeo Shingo (1989, p. 45), Genba é um termo japonês que se traduz como "o local real" ou "o local onde as coisas acontecem". No contexto da produção e da melhoria contínua, genba refere-se ao chão de fábrica ou ao local onde o trabalho é realizado.

Jeffrey Liker (2004, p. 38) enfatiza que Genba é essencial para a gestão eficaz, na qual os gerentes e líderes podem observar diretamente como o trabalho está sendo realizado, entender os desafios enfrentados pelos trabalhadores e implementar melhorias de forma participativa.

Mike Rother (2009, p. 22) destaca que Genba não é apenas um local físico, mas também um estado mental. Envolve a prática de ir ao local onde o trabalho está sendo realizado, para não apenas ver, mas entender e resolver problemas através de experimentação e aprendizado contínuo.

O gerenciamento da rotina é, segundo Galgano (2012, p. 242), por si só, um processo que pode ser aplicado a qualquer departamento ou setor de uma organização que tenha como objetivo a plena satisfação do cliente por meio do controle sistemático e da melhoria contínua de cada micro processo em base diária e progressiva

O gerenciamento da rotina, o gerenciamento por processos e o gerenciamento das diretrizes são estratégias ocidentais para implementação do Gerenciamento da Qualidade Total (BOUER, 2002).

Na fundamentação da casa do Gemba, conforme ilustrado na Figura 1, estão alguns princípios da cultura Kaizen, como a gestão visual, a valorização da moral e a autodisciplina. Em seguida, destaca-se a eliminação dos muda, que são atividades que consomem recursos e que não agregam valor para o negócio, uma organização que tem a cultura de eliminá-las, visam a competitividade e excelência. Os dois outros elementos que compõem a casa do Gemba são a padronização e os 5S. Através dessas ferramentas, é possível realizar uma gestão eficiente de recursos, mão de obra, informações, equipamentos e materiais, além de contribuir para a redução da variabilidade nos processos e nas atividades diárias dos colaboradores.

Figura 1 – Casa do Genba.



Fonte: Adaptado (Imai, 1997).

2.2 KANBAN

Segundo Anderson (2010, p. 52), Kanban é uma metodologia de gestão visual de tarefas que visa otimizar o fluxo de trabalho e melhorar a eficiência dos processos. Originado no Sistema Toyota de Produção (STP) na década de 1940, o Kanban utiliza cartões ou sinais visuais para monitorar o progresso das atividades, facilitando a identificação de gargalos e promovendo a melhoria contínua. A metodologia é baseada em três pilares principais: visualização do trabalho, limitação do trabalho em progresso (WIP) e foco no fluxo contínuo, sendo amplamente aplicada em diversas áreas, como manufatura, desenvolvimento de software e gestão de projetos.

Os benefícios do Kanban, segundo NAKAJIMA (1998), são conhecidos e estão chancelados pela prática. Entre eles listam-se: redução de atividades que não agregam valor, como a movimentação de materiais e a formação de estoques (sobretudo os de reposição, amortecimento ou intermediários); eliminação de perdas, como as geradas por excessos de produção ou pela realização de atividades não necessárias (pelo menos, agora); novas políticas de gestão de materiais; flexibilização das operações produtivas; racionalização de atividades;

direcionamento do esforço produtivo para atendimento da demanda – inicialmente, em termos quantitativos, mas depois com metas de ajuste dos produtos às exigências do consumidor.

O KANBAN, em essência, torna-se o nervo autônomo da linha de produção (OHNO, 1997, p. 48). Para o sistema KANBAN, Taiichi Ohno (1997) propôs um conjunto de seis funções/regras básicas, que são:

1. Função/Regra 1 do Kanban - O processo subsequente vem retirar do processo precedente as peças e materiais necessários nas quantidades necessárias.
2. Função/Regra 2 do Kanban - O processo precedente produz itens na quantidade e na sequência indicada pelo Kanban
3. Função/Regra 3 do Kanban - Impedir a superprodução e os transportes excessivos.
4. Função/Regra 4 do Kanban - O Kanban deve funcionar como uma ordem de fabricação afixado diretamente nos itens (mercadorias)
5. Função/Regra 5 do Kanban - Produtos com defeito não devem ser enviados ao processo seguinte.
6. Função/Regra 6 do Kanban - O número de Kanbans deve ser continuamente reduzido para aumentar a sensibilidade aos problemas existentes.

De acordo com SLACK (2018, p. 742), Kanban é a palavra japonesa para cartão ou sinal. Às vezes, é o denominado “transportador invisível” que controla a transferência de itens entre os estágios de uma operação. Em sua forma mais simples, é um cartão usado no estágio cliente para instruir seu estágio fornecedor a enviar mais itens. Além disso, conforme exposto por Slack (2018, p. 743) o kanban é visto como servindo a três propósitos:

1. É uma instrução para o processo precedente enviar mais trabalho.
2. É uma ferramenta de controle visual para mostrar áreas de excesso de produção e falta de sincronização.
3. É uma ferramenta para kaizen (melhoria contínua). As normas da Toyota declaram que “o número de kanbans deve ser reduzido ao longo do tempo”.

2.3 OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

O indicador OEE - *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global do Equipamento) foi criado por Sr. Seiichi Nakajima em 1984. No seu trabalho, Nakajima aponta que com base em sua experiência, “em condições ideais”, os equipamentos devem apresentar:

- Disponibilidade 90%
- Desempenho 95%
- Qualidade 99%

O OEE é o produto destes 3 fatores acima mencionados, o que resulta aproximadamente em um OEE = 85%. Segundo Koch (2005), “OEE é um indicador, uma ferramenta de medição para revelar as perdas de produção de uma máquina, de maneira que elas possam ser retificadas”. Trata-se de um indicador que mede o quanto um equipamento está operando em relação a sua capacidade máxima teórica.

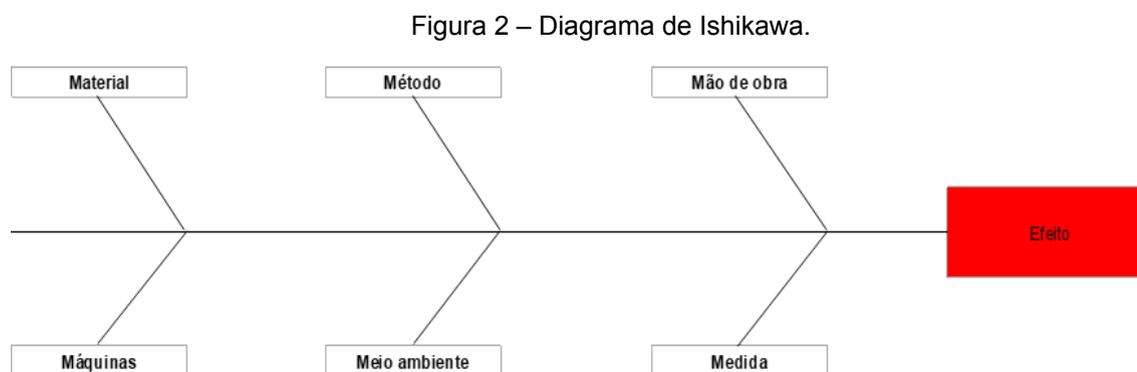
Um modo simples de apresentar o conceito do OEE é através da “máquina perfeita”: se durante um determinado período não existirem perdas de nenhum tipo, isto é, o equipamento esteve sempre apto a produzir quando necessário e produziu sempre produtos sem defeitos à velocidade máxima definida, então se diz que operou com 100% de OEE, ou seja, uma máquina perfeita.

Portanto, o OEE é a medição de eficiência de um equipamento e o OEE Total é a medição do aproveitamento da capacidade máxima instalada. Se a operação for avaliada apenas pelo OEE Total há risco de superprodução (acima da demanda) impactando em aumento de estoque.

2.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, é uma ferramenta utilizada para identificar, explorar e representar graficamente as possíveis causas de um problema específico. Este diagrama ajuda as equipes a identificar a raiz dos problemas, permitindo uma análise detalhada das possíveis causas. Ele foi desenvolvido pelo professor Kaoru Ishikawa em 1943. O diagrama é estruturado conforme a figura 2, em torno de um problema ou efeito central, que é colocado na "cabeça" do peixe. As

"espinhas" principais representam categorias de causas potenciais (como Métodos, Materiais, Máquinas, Mão-de-obra, Meio ambiente e Medidas). Cada espinha principal se ramifica em subcausas, detalhando ainda mais os fatores contribuintes (ISHIKAWA, 1985, p. 50).



Fonte: Elaboração do autor (2024).

De acordo com a Qualyteam, no Diagrama de Ishikawa:

1. Material refere-se a causas provenientes da matéria-prima ou materiais, podendo incluir especificações inadequadas fornecidas pelos fornecedores;
2. Método se refere ao procedimento utilizado;
3. Mão de Obra refere-se a ações e comportamentos que causaram o problema, incluindo erros e falta de capacitação;
4. Máquina abrange causas relacionadas a equipamentos, como falta de calibração;
5. Meio Ambiente diz respeito ao contexto em que o trabalho está sendo executado, abrangendo fatores como layout e limpeza;
6. Medida envolve a quantidade e proporções erradas na produção;

2.5 SISTEMAS ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)

De acordo com Heizer, Render e Munson (2017, p.56), os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) são softwares integrados que permitem a gestão centralizada de todos os processos e dados de uma organização. Nesse sentido, eles promovem a automação e a integração das diversas áreas funcionais, como finanças, recursos humanos, vendas e produção, facilitando o fluxo de informações

e a tomada de decisões em tempo real. Além disso, a utilização de ERPs visa melhorar a eficiência, reduzir custos operacionais e proporcionar uma visão abrangente e unificada das operações empresariais.

De acordo com SLACK (2018, p.704), ERP é um sistema de informação de âmbito corporativo, que integra todas as informações de diferentes funções necessárias para planejar e controlar as atividades da produção. Essa integração em torno de um banco de dados comum permite maior transparência.

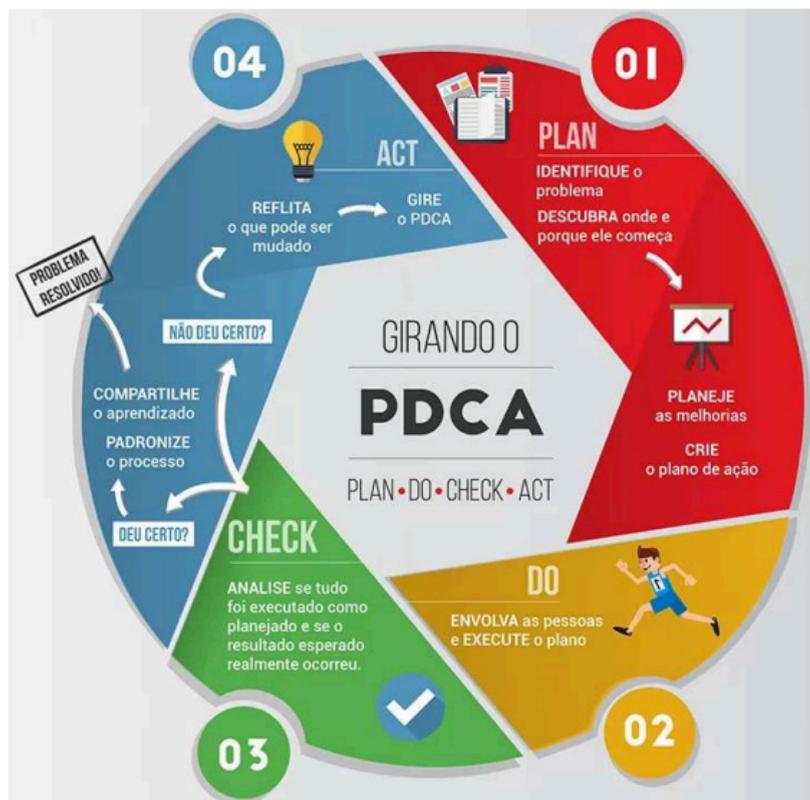
Por sua vez, segundo Zülch, Weber e Peters (2011, p. 45), o MES (*Manufacturing Execution System*) é um sistema que conecta, monitora e controla sistemas de produção e fluxos de dados em uma fábrica, atuando como uma camada intermediária entre os sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP) e o controle de processo no chão de fábrica. Adicionalmente, o EPS (*Enterprise Planning System*) é um sistema abrangente que integra todas as atividades de produção e operações de uma empresa, incluindo o planejamento, execução, monitoramento e controle de todas as atividades de produção.

Em relação à SAP (*Systems, Applications, and Products in Data Processing*), trata-se de uma empresa alemã de software que desenvolve soluções integradas para gestão empresarial. Nesse contexto, o principal produto da SAP é o SAP ERP, que integra diversos processos de negócios como finanças, logística, vendas, produção e recursos humanos em um único sistema. Assim, este sistema ajuda as empresas a gerenciar e automatizar suas operações de forma eficiente, melhorando a tomada de decisão e a colaboração entre diferentes departamentos.

2.6 CICLO PDCA

Em sua concepção inicial, o ciclo PDCA é, assim, composto por etapas de um processo recorrente de melhoria contínua. Observa-se, pela própria definição destas etapas, que sua aplicação não possui delimitação caracterizada. Em sua essência, o ciclo PDCA é um processo que visa à melhoria. Seu uso mais comum refere-se ao ambiente *in-line* (processos produtivos), o que não exclui sua utilização em outros contextos (PALADINI, 2012, p. 356). Cada letra da sigla evidencia uma etapa do método, visível na figura 3:

Figura 3 – Ciclo PDCA.



Fonte: Corrêa (2020).

De acordo com Paladini (2012, p. 356):

1. Planejamento (P – *Plan*): Refere-se ao planejamento detalhado da ação que se pretende implantar. Esta ação é guiada por objetivos bem definidos. Muitas vezes, no desenvolvimento de uma ferramenta, estes objetivos são fixados sob forma de padrões que se pretende atingir. De todo modo, o planejamento aqui se guia por objetivos quantificados (o que garante sua plena definição e gera meios para a avaliação de seu alcance, a ser feita posteriormente).
2. Execução (D – *Do*): Nesta fase, o planejamento passa a ser implantado efetivamente. No caso do uso de ferramentas, é comum que se trate de uma execução experimental, em escala reduzida, limitada a partes selecionadas do processo. Esta delimitação permite acompanhar melhor o que ocorre com as ações que vão sendo executadas e como os resultados vão sendo atingidos.

3. Controle (C – *Check*): Esta é a fase da avaliação. Aqui os efeitos da implantação do plano são confrontados com os objetivos previstos inicialmente. Em outras palavras, trata-se da ação básica do controle: confrontar o planejado com o realizado. É a fase em que se avalia o alcance de resultados que deveriam estar associados às ações propostas. Esta fase evidencia o caráter quantitativo das ferramentas. Afinal, será fundamental definir que medidas serão utilizadas para determinar a confrontação entre objetivos estabelecidos e efeitos gerados pelas ações desenvolvidas.
4. Ação (A – *Act*): Nesta fase, as melhorias começam a se caracterizar. E, ao mesmo tempo, estabelece-se o ciclo da melhoria contínua: os resultados alcançados são analisados com cuidado. Primeiro para consolidar a fase anterior (criteriosa avaliação do que foi obtido) e, a seguir, dando início a um ciclo positivo, determinar o que pode ser ainda desenvolvido a partir do que já foi conseguido até aqui. Identifica-se, assim, o que ainda pode ser melhorado, dando início ao processo de melhoria contínua. Esta etapa, como se percebe, destina-se a garantir o aperfeiçoamento de forma sistemática, permanente e organizada.

3 METODOLOGIA

Este trabalho constitui um estudo de caso de natureza aplicada, utilizando uma abordagem exploratória e quantitativa. Este estudo é definido como um estudo de caso, pois buscou através do Genba alguma oportunidade na qual seria capaz de eliminar uma interrupção operacional na qual impossibilitava a célula de continuar suas atividades devido a falta de insumos. Com o propósito de alcançar os objetivos estabelecidos, a metodologia científica foi empregada como um conjunto de etapas sistemáticas para obter conhecimento confiável e validado sobre o tema em questão.

Na revisão teórica, foram reconhecidos os conceitos fundamentais vinculados à Gestão da Qualidade e Gestão da Produção no processo produtivo, assim como as práticas mais eficazes para a instauração de um monitoramento eficiente dos dados.

A análise das atividades foi realizada através de observação direta no local de trabalho escolhido. As observações realizam-se através do contato direto do pesquisador com o fenômeno observado para obter informações sobre a realidade dos atores sociais em seus próprios contextos (NETO,2004).

A contextualização do processo foi conduzida através da análise das interrupções operacionais extraídas do sistema MES EPS.

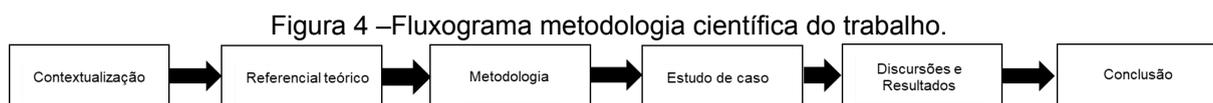
O sistema MES (*Sistema de Execução da Manufatura*) consiste em um sistema de gestão automática da produção que interliga a realidade do chão de fábrica ao sistema de gestão empresarial, fornecendo todas as informações relevantes, em tempo real, do que acontece em cada um dos setores de uma empresa, como todo histórico de interrupção, tanto de 2023 quanto de 2024.

O estudo teve como objetivo analisar a condição da área produtiva, com o intuito de avaliar como a ferramenta Kanban poderia agregar valor. Foi realizada uma análise do local mais adequado para a estocagem do material, levando em consideração o tempo necessário para o abastecimento das amarradeiras pelo operador responsável. Além disso, o estudo visou avaliar a qualidade da organização, identificando seus pontos fortes, áreas de melhoria e oportunidades para aprimorar a eficácia do Kanban de estocagem. Isso, por sua vez, impactaria diretamente na eficiência e qualidade da produção siderúrgica em um setor específico da laminação, localizado em Recife, Pernambuco.

Devido à natureza teórica do trabalho, que abrange diversas áreas do conhecimento e forma uma interseção abrangente entre as engenharias e os cursos de tecnologia, tornou-se necessária a aplicação de uma abordagem metodológica detalhada, conforme mostrada na Figura 4. O estudo seguiu o seguinte roteiro:

- Realização de um levantamento e estudo da literatura para obter uma base teórica sólida;
- Compreensão detalhada de todo o processo em questão e seu fluxo; Análise de como o conhecimento teórico pode ser aplicado na prática;
- Diálogo com os colaboradores envolvidos para estruturar a aplicação do conhecimento adquirido;

Essa abordagem permitiu integrar teoria e prática de forma eficaz, garantindo uma aplicação bem fundamentada dos conceitos estudados.



Fonte: Elaboração do autor (2024).

Devido à complexidade técnica e ao caráter multidisciplinar do trabalho, que envolve uma ampla gama de áreas do conhecimento e cria uma interseção significativa entre diferentes campos da engenharia, além de estar intimamente relacionado com as áreas de gestão da produção e gestão da qualidade, tornou-se indispensável a adoção de uma abordagem metodológica minuciosa e detalhada.

O estudo foi estruturado seguindo um caminho rigoroso e bem definido. Primeiramente, realizou-se um levantamento abrangente e um estudo aprofundado da literatura existente, com o objetivo de construir uma base teórica sólida e fundamentada. Essa base teórica foi essencial para orientar as etapas subsequentes do trabalho.

Com a teoria estabelecida, a próxima fase exigiu um entendimento profundo e detalhado de todo o processo em análise, incluindo um mapeamento cuidadoso do fluxo dos insumos envolvidos. Esse mapeamento foi crucial para identificar as interações e dependências dentro do processo. Além disso, foi fundamental explorar como os conhecimentos adquiridos durante a revisão teórica poderiam ser aplicados de maneira prática no contexto real da operação. Para isso, foram realizadas

conversas e consultas com os operadores diretamente envolvidos na célula de produção, buscando captar insights e informações práticas que pudessem enriquecer a aplicação do conhecimento teórico.

Essa interação com os operadores foi vital para começar a estruturar a aplicação prática da teoria, permitindo a criação de um plano de ação que fosse tanto tecnicamente sólido quanto operacionalmente viável. Assim, o estudo avançou de forma estruturada, integrando teoria e prática de maneira coesa e eficaz.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa referenciada no estudo é uma multinacional bem-conceituada no ramo do aço. Ela possui uma variedade de produtos que são utilizados na construção civil, indústria, como por exemplo: o tarugo tanto para mercado interno quanto para exportação, vergalhões, fio-máquina, pregos, barras, perfis, arames, treliças, telas soldadas, entre outros. O processo produtivo da usina referenciada é semi-integrado, tendo como *input* a sucata, possuindo três grandes áreas, nas quais são: Aciaria, Laminação e trefila, sendo subdivididas em células.

Na Laminação, existem cinco células, nas quais uma depende da outra, as células são: Pátio de Tarugos (PTL), Posto de trabalho 4 (Pult 4), Posto de trabalho 7 (Pult 7), Posto de trabalho 8 (Pult 8) e dobra. A empresa em questão utiliza o FIFO (primeiro que entra é o primeiro que sai), sabendo que o tarugo vem do lingotamento contínuo, para por uma série de gaiolas, para que haja a diminuição de seção circular, por fim, o produto semi acabado chega no leito e sendo assim os vergalhões de 36 metros são cortados em 12 metros pelo pult 7 e enviados ou para dobra ou para o pult 8, no pult 8 ocorre o enfeixamento do vergalhão reto. Seguindo o fluxo para logística dos laminados.

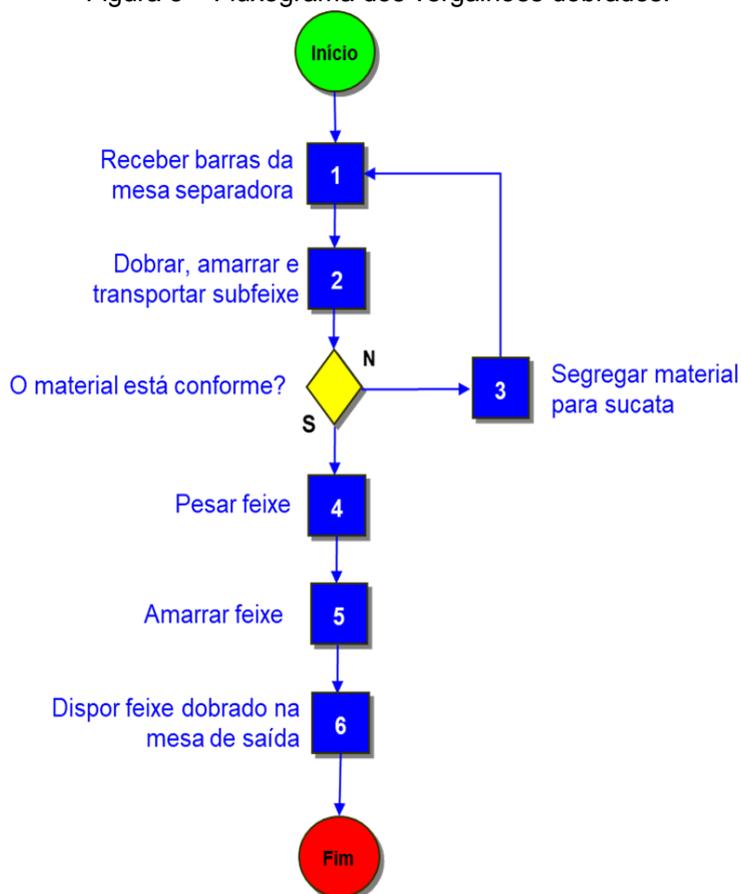
Este estudo foca na célula de dobra na área de laminação, onde o objetivo é dobrar vergalhões de 12 metros. O processo começa com o recebimento do material, onde os vergalhões chegam à célula de dobra já semi-acabados. Em seguida, os vergalhões são posicionados na máquina de dobra conforme as especificações necessárias. A operação de dobra é realizada pela máquina, que dobra os vergalhões nos ângulos e posições exigidos, seguindo parâmetros pré-definidos. A máquina de dobra pode ser automática ou manual, dependendo do nível de automação implementado, e deve ser capaz de manusear vergalhões de 12 metros, com especificações adequadas ao diâmetro e ao material do vergalhão. Os insumos que formam o feixe dobrado são:

- Fio máquina 6,3mm;
- Arame recozido BWG10;
- Arame recozido BWG8;

Os feixes dobrados possuem uma faixa de peso que varia entre 1000 kg a 1200 kg, conforme o padrão estabelecido pelo controle de qualidade da laminação.

A Figura 5, proporciona todas as etapas para formação de um feixe dobrado, desde os recebimento das barras, até a disposição do feixe dobrado, sendo encaminhado para o estoque dobrado, interessante ressaltar que na etapa 2 e na etapa 5, ocorre a amarração, tanto do subfeixe (etapa 2), tanto a amarração do feixe na etapa 5.

Figura 5 – Fluxograma dos vergalhões dobrados.



Fonte: Elaboração do autor (2024).

4.2 ETAPAS DO CICLO PDCA

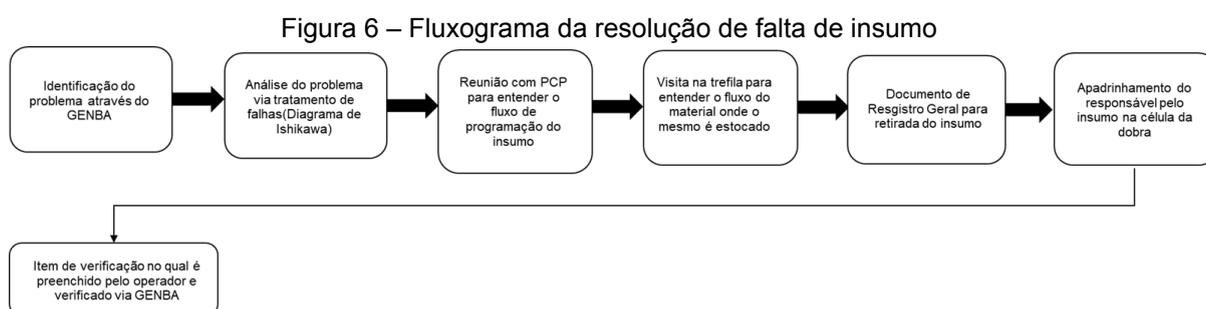
4.2.1 Etapa 1: planejar

O problema identificado na empresa, especificamente na célula de trabalho em questão, envolvia a falta de dois insumos críticos: arames BWG8 e BWG10. Esse problema foi identificado no Genba que ocorre diariamente das 8h às 8h30min.

Ele está voltado tanto para a identificação de oportunidades de melhoria quanto para as paradas operacionais que impedem a célula de continuar suas atividades. A ausência desses materiais resultava diretamente em paradas na operação, afetando significativamente o desempenho da célula. Essa indisponibilidade gerava gargalos no processo produtivo, prejudicando a continuidade das atividades e impactando negativamente na produtividade global da linha. Além disso, a falta de controle efetivo sobre o estoque desses insumos não só resultava em atrasos, como também aumentava os custos operacionais, visto que as paradas forçadas influenciavam o tempo de resposta e a eficiência da produção.

Alinhado com a visão estratégica da empresa, o coordenador da célula definiu, em abril de 2024, a necessidade de implementação do Kanban para estocagem dos insumos. Com o objetivo de atingir as metas estabelecidas, foi definido um padrinho para buscar o insumo, padrinho este que tem que apresentar habilitação para operar empilhadeira e também ponte rolante. Os times eram compostos por coordenadores de produção, operadores, assistentes de produção e estagiários. Os resultados obtidos foram diretamente ligados à criação de procedimentos que padronizaram as atuações operacionais, bem como aumento da disponibilidade dos equipamentos para a operação e a diminuição da interrupção dos maquinários

O fluxo para a resolução da falta de insumo para a célula da dobra é dado pela Figura 6.

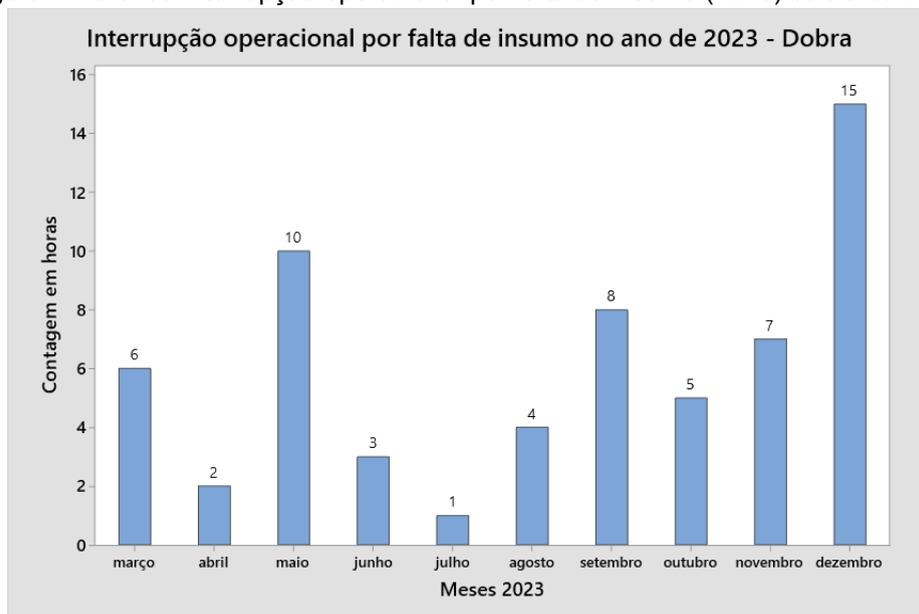


Fonte: Elaboração do autor (2024).

Durante o ano de 2023, a falta de insumos foi um problema crítico evidenciado na análise do tratamento de falhas em uma empresa. Essa questão gerou diversas interrupções operacionais, impactando negativamente a produção e

a eficiência da empresa. A análise inicial focou na identificação das falhas operacionais e seus principais causadores. Através dessa investigação, foi evidenciado que a falta de insumos era um dos fatores mais significativos que levavam às interrupções no processo produtivo, conforme indicado pela Figura 7. A escassez de materiais essenciais resultou em paradas inesperadas na linha de produção, prejudicando o fluxo contínuo e a capacidade de atender a demanda de forma eficiente.

Figura 7– Gráfico Interrupção operacional por falta de insumo (2023) célula da dobra



Fonte: Elaboração do autor (2024).

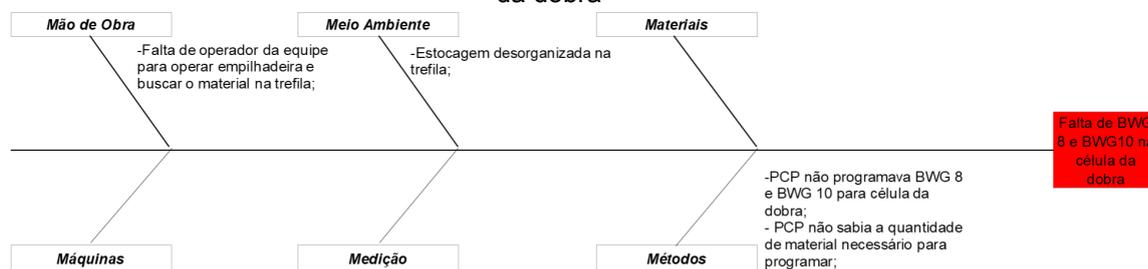
Destaca-se que no mês de dezembro, foi identificado um furo de estoque na operação. Ocorreu uma situação em que um insumo essencial, nesse caso BWG8 e BWG10, utilizado regularmente nas atividades da dobra, constavam como disponíveis no sistema de gestão do SAP, mas, na realidade, não estava presente fisicamente no armazenamento da trefila. O mês de maio ocorreu uma mudança na programação e houve a necessidade de uma utilização maior dos insumos, no entanto não tinha e gerou a interrupção inesperada pela falta do mesmo.

Estas interrupções são categorizadas de acordo com a causa da parada de produção. Um tipo de interrupção operacional, resultante da escassez de insumos, impede a continuidade das atividades de produção na célula de dobra. Isso ocorre porque o produto final da célula, que consiste em vergalhões dobrados e

amarrados, não pode ser concluído sem as amarrações necessárias. Dado que o fluxo de trabalho é contínuo, a falta de insumo resulta na paralisação da célula.

Com o intuito de identificar a causa raiz da falta do BWG8 e BWG10 na célula da dobra foi elaborado o Diagrama de Ishikawa, conforme mostrado na Figura 8. Como resultado identificou-se duas causas raízes que definem para falta desses insumos na célula citada: i) PCP não programava BWG8 e BWG10 para célula da dobra e ii) não sabia a quantidade necessária.

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa para identificar a causa raiz da falta do BWG8 e BWG10 na célula da dobra



Fonte: Elaboração do autor (2024).

4.2.2 Etapa 2: fazer

Após o tratamento das falhas, foi alinhada junto com o PCP uma reunião cujo objetivo foi entender o fluxo dos insumos e como era realizada a programação. O fluxo correto de material é crucial para o sucesso do processo produtivo, pois ele garante que os insumos necessários estejam disponíveis no momento certo, na quantidade certa e na qualidade exigida. Quando o fluxo de material é eficiente, há uma sinergia entre o planejamento e a execução da produção, o que minimiza o tempo ocioso, reduz desperdícios e aumenta a produtividade.

Um fluxo inadequado no ano de 2023, resultava em paradas de produção. Portanto, o alinhamento entre o fluxo de material e o processo produtivo não apenas otimiza os recursos, mas também contribuiu diretamente para a competitividade da empresa, permitindo que ela responda de forma ágil às demandas do mercado e mantenha um padrão elevado de qualidade em seus produtos. Em resumo, o fluxo de material correto é a base que sustenta um processo produtivo eficiente, garantindo que todas as etapas de fabricação sejam realizadas de forma integrada e eficaz.

Foi realizada uma visita à trefila com a presença do analista de Planejamento e Controle da Produção (PCP), a analista de inventário da usina e a estagiária da laminação. O objetivo da visita foi identificar onde os insumos eram armazenados e compreender as dificuldades logísticas para acessar esses materiais. Durante a inspeção, o operador da logística sugeriu ajustes nos horários para que o operador da empilhadeira pudesse retirar os insumos, considerando que o fluxo no galpão é dinâmico e a maior parte das movimentações ocorre durante a manhã, o que exige um planejamento mais eficiente.

4.2.3 Etapa 3: checar

Após a visita à trefila, foram identificadas oportunidades significativas de melhoria no gerenciamento de insumos. Um dos principais pontos levantados foi a necessidade de otimizar o armazenamento dos materiais, tornando o acesso mais rápido e eficiente para os operadores. Além disso, a importância de um registro preciso dos insumos ao serem direcionados para outras áreas foi destacada, evitando assim discrepâncias no inventário, como os temidos furos de estoque. Essas ações contribuiriam diretamente para a melhoria do controle de materiais, permitindo maior rastreabilidade e evitando impactos negativos na produção. Foi incluído também o desenvolvimento de um sistema de acompanhamento de movimentações em tempo real, que traria maior visibilidade para todas as áreas envolvidas, garantindo que não haja interrupções por falta de insumos e otimizando o fluxo operacional.

4.2.4 Etapa 4: agir

A padronização do Registro Geral (RG) conforme mostrado na Figura 9, trouxe significativos benefícios para o controle de estoque, especialmente no que diz respeito à baixa de materiais utilizados, sendo esses, realizados no SAP. Essa padronização permite que todos os itens sejam devidamente registrados e categorizados de forma uniforme, o que facilita o processo de rastreamento e contabilização. Em suma, a padronização do RG e sua integração com o SAP trazem maior precisão no controle de materiais, eliminando inconsistências e melhorando a gestão de estoque.

Figura 9 – Formulário RG

	Código: AN-RG-692-007	Emitido por:	Aprovado por:	Revisão: 0	Data de emissão: 11/04/2024
Formulário Dobramento					
Natureza da alteração:					
		QUANTIDADE / TONELADA		CÓDIGO DO MATERIAL	
FIO MAQ 6,3mm 1006F RL1, 8t DECAPADO					
AR REC INT BWG10 3,4mm					
AR REC INT BWG 8 4,19mm					
ARAME BWG18					
ASSINATURA (DOBRA): _____ / /			ASSINATURA (TREFILA): _____ / /		

Fonte: Elaboração do autor (2024).

A implementação de itens de verificação, combinados com o uso do Registro Geral (RG), trouxe melhorias significativas no controle de insumos na célula mencionada. O RG documenta cada movimentação de materiais, permitindo uma maior rastreabilidade dos insumos em trânsito entre diferentes áreas. Esse documento tem como objetivo formalizar o controle da movimentação de insumos.

No momento em que o operador habilitado para operar a empilhadeira retirar qualquer material do estoque, ele deverá anotar a quantidade exata do insumo que está sendo retirado. Esse registro garantiu que os dados sejam atualizados em tempo real, possibilitando maior precisão no controle de estoque e evitando o desabastecimento. Ao liberar o material, o operador assegura que o fluxo de materiais seja rastreável, e essa ação ajuda a minimizar erros que podem causar furos no inventário ou interrupções na produção. Ao lado disso, os itens de verificação, que é subdividido em: Itens de verificação/inspeção, contramedida e turnos, conforme é evidenciado na Figura 10 funcionam como um *checklist* que garante que todos os materiais necessários estejam disponíveis e corretamente contabilizados, tanto visualmente quanto no sistema.

Essa estratégia de controle minimiza a ocorrência de furos de estoque, um problema que anteriormente causava paradas operacionais. Com isso, a equipe passou a ter maior segurança sobre a disponibilidade de materiais, facilitando a tomada de decisões e a continuidade dos processos produtivos sem interrupções inesperadas.

Figura 10 – IV célula da dobra

ITENS DE VERIFICAÇÃO		Mês:																																
Item de Verificação/ Especificação	Contramedida	Turno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
		1ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2ª	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaboração do autor (2024).

4.3 Análise Gerencial

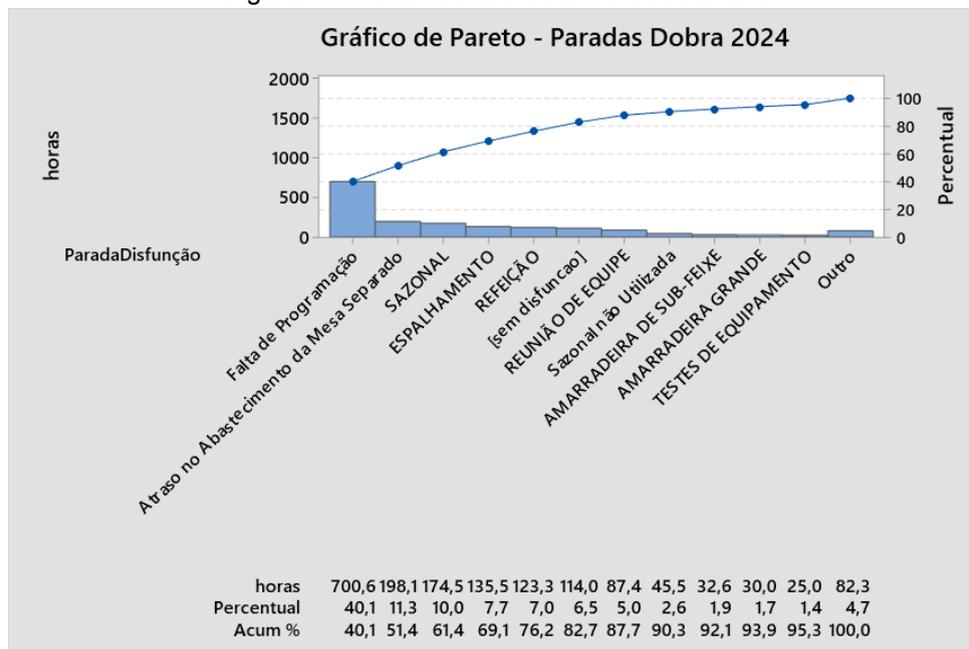
A análise realizada com o auxílio do gráfico de Pareto destacou de forma clara a eliminação das faltas dos dois insumos que foram mencionados ao longo do estudo, como mostrado na Figura 11. Essa conclusão reforça a eficácia da aplicação de ferramentas teóricas fundamentais como o Gemba, o Diagrama de Ishikawa, o Ciclo PDCA e, por fim, o sistema Kanban. Cada uma dessas ferramentas teve um papel essencial no processo de resolução do problema, com todas as etapas sendo determinantes para o sucesso final da implementação.

A eliminação das paradas operacionais causadas pela falta de insumos trouxe um impacto direto e positivo na disponibilidade da célula de trabalho, já que ela não sofrerá mais com esse tipo específico de interrupção. Isso significa que a produtividade foi mantida de maneira mais consistente, sem que a operação precisasse parar por ausência de materiais essenciais.

Esse avanço, ocorrido ao longo do ano de 2024, gerou impactos muito positivos, refletindo diretamente nos indicadores de metas da operação. A melhoria contribuiu para o cumprimento das metas estabelecidas, e na avaliação de rotina do coordenador, já que o problema foi evidenciado a partir das práticas de gestão utilizadas pela empresa, fortalecendo a eficiência do

processo e demonstrando a relevância de cada ferramenta utilizada para atingir esse resultado.

Figura 11 – Gráfico Pareto Abril a Julho 2024.



Fonte: Elaboração do autor (2024).

Ao analisar a Tabela 1 de 2023 e a Tabela 2 de 2024, é evidente a diferença significativa na disponibilidade operacional. Observa-se um aumento notável: em agosto de 2023, a média de disponibilidade era de 34,71%, enquanto em agosto de 2024, esse índice subiu para aproximadamente 49,70%. Isso demonstra uma clara melhoria na eficiência, refletindo o impacto positivo das ações implementadas.

Tabela 1 – Disponibilidade Agosto 2023.

DOBRA ONLINE			FORNO ELETRICO A ARCO					
Ano	Mês	Dia	Eficácia de carregamento	Desempenho	Disponibilidade	Qualidade	OEE	OEE Total
2023	Agosto	01	100,00%		0,00%			
2023	Agosto	02	100,00%	0,00%	8,17%			
2023	Agosto	03	100,00%	0,00%	32,21%			
2023	Agosto	04	100,00%	0,00%	39,96%			
2023	Agosto	05	100,00%	0,00%	11,50%			
2023	Agosto	06	100,00%		0,00%			
2023	Agosto	07	100,00%		0,00%			
2023	Agosto	08	100,00%	0,00%	14,17%			
2023	Agosto	09	100,00%	0,00%	21,08%			
2023	Agosto	10	100,00%	0,00%	47,46%			
2023	Agosto	11	100,00%	10,21%	27,75%	99,71%	2,83%	2,83%
2023	Agosto	12	100,00%	109,25%	23,88%	99,70%	26,01%	26,01%
2023	Agosto	13	100,00%	90,16%	24,13%	99,71%	21,69%	21,69%
2023	Agosto	14	100,00%	93,22%	57,75%	99,71%	53,68%	53,68%
2023	Agosto	15	100,00%	88,27%	46,17%	99,77%	40,66%	40,66%
2023	Agosto	16	92,96%	95,08%	34,60%	99,72%	32,81%	30,50%
2023	Agosto	17	100,00%	0,00%	47,83%			
2023	Agosto	18	100,00%	77,25%	65,38%	99,69%	50,34%	50,34%
2023	Agosto	19	100,00%	0,00%	17,04%			
2023	Agosto	20	100,00%	0,00%	87,38%			
2023	Agosto	21	100,00%	0,00%	36,42%	100,00%	0,00%	0,00%
2023	Agosto	22	100,00%	0,00%	36,54%	100,00%	0,00%	0,00%
2023	Agosto	23	100,00%	97,05%	41,00%	99,72%	39,68%	39,68%
2023	Agosto	24	100,00%	80,10%	42,50%	99,72%	33,95%	33,95%
2023	Agosto	25	100,00%	53,52%	71,08%	99,72%	37,94%	37,94%
2023	Agosto	26	100,00%	69,69%	25,71%	99,71%	17,87%	17,87%
2023	Agosto	27	100,00%	86,56%	31,00%	99,72%	26,76%	26,76%
2023	Agosto	28	93,00%	65,77%	49,73%	99,72%	32,61%	30,33%
2023	Agosto	29	100,00%	0,00%	17,50%			
2023	Agosto	30	100,00%	90,65%	55,71%	99,69%	50,34%	50,34%
2023	Agosto	31	100,00%	0,00%	62,42%			

Fonte: Elaboração do autor (2024).

Tabela 2 – Disponibilidade Agosto 2024.

DOBRA ONLINE			FORNO ELETRICO A ARCO					
Ano	Mês	Dia	Eficácia de carregamento	Desempenho	Disponibilidade	Qualidade	OEE	OEE Total
2024	Junho	01	40,29%	28,64%	65,36%	99,75%	18,67%	7,52%
2024	Junho	02	41,29%	31,74%	48,64%	99,72%	15,40%	6,36%
2024	Junho	03	100,00%	30,32%	41,08%	99,72%	12,42%	12,42%
2024	Junho	04	100,00%	25,87%	56,38%	99,72%	14,54%	14,54%
2024	Junho	05	100,00%	17,78%	45,71%	99,79%	8,11%	8,11%
2024	Junho	06	95,79%	28,46%	46,45%	99,83%	13,20%	12,65%
2024	Junho	07	69,46%	0,00%	27,11%			
2024	Junho	08	1,21%	0,00%	100,00%			
2024	Junho	09	11,79%	0,00%	49,12%			
2024	Junho	10	67,96%	0,00%	23,79%			
2024	Junho	11	100,00%	0,00%	31,71%			
2024	Junho	12	99,63%	0,00%	33,00%			
2024	Junho	13	100,00%	0,00%	39,17%			
2024	Junho	14	97,33%	0,00%	24,70%			
2024	Junho	15	41,71%	0,00%	52,25%			
2024	Junho	16	26,29%	0,00%	59,11%			
2024	Junho	17	0,04%	0,00%	100,00%			
2024	Junho	18	30,50%	115,71%	35,66%	99,70%	41,13%	12,55%
2024	Junho	19	13,25%	0,00%	100,00%			
2024	Junho	20	43,96%	0,00%	29,76%			
2024	Junho	21	100,00%	12,43%	36,88%	99,67%	4,57%	4,57%
2024	Junho	22	39,33%	21,47%	50,32%	99,79%	10,78%	4,24%
2024	Junho	23	28,54%	19,71%	71,09%	99,77%	13,98%	3,99%
2024	Junho	24	12,50%	20,00%	58,33%	99,85%	11,65%	1,46%
2024	Junho	25	100,00%	15,48%	46,29%	99,76%	7,15%	7,15%
2024	Junho	26	100,00%	0,00%	38,46%			
2024	Junho	27	79,42%	6,94%	46,12%	99,70%	3,19%	2,53%
2024	Junho	28	100,00%	22,41%	45,92%	99,78%	10,27%	10,27%
2024	Junho	29	30,63%	23,05%	38,37%	99,72%	8,82%	2,70%
2024	Junho	30	20,00%	97,10%	50,21%	99,74%	48,62%	9,72%

Fonte: Elaboração do autor (2024).

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho destaca os resultados alcançados com a implementação da metodologia das ferramentas da qualidade na área de Laminação de uma usina siderúrgica. O problema inicial foi as interrupções operacionais decorrentes da falta de insumos. A aplicação das ferramentas: GENBA, diagrama de ishikawa e o ciclo PDCA e KANBAN, proporcionou uma análise detalhada do problema diretamente no ambiente de produção, resultando em um aumento significativo de 15,01% da disponibilidade das máquinas e, conseqüentemente, na melhoria da eficiência operacional. Com isso, a produtividade da área de Laminação foi amplificada, gerando ganhos não apenas em termos de produção, mas também na otimização dos processos.

Além disso, com a aplicação das ferramentas do ciclo PDCA, foi possível identificar, analisar e propor soluções estruturadas para os problemas enfrentados, assegurando a padronização dos processos conforme a metodologia GENBA. Uma das ferramentas essenciais implementadas foi o Diagrama de Ishikawa, que permitiu identificar a causa raiz do problema. Esse instrumento foi fundamental para priorizar a resolução do problema de falta de insumo na célula de dobra. O ciclo PDCA guiou a abordagem estruturada da análise, enquanto a verificação dos resultados foi realizada por meio de gráficos de barras, que evidenciaram uma melhoria significativa na gestão, garantindo a implementação de melhorias contínuas nos processos e produtos.

Por fim, a implementação da ferramenta KANBAN foi bem sucedida graças à sua metodologia estruturada, que envolveu a capacitação dos operadores, a definição de padrões claros e a organização do fluxo de busca de insumos na tarefa. A frequência e distribuição adequadas das tarefas contribuíram para a criação de um processo eficiente e organizado, sendo programados 4 toneladas de BWG8 e 4 toneladas de BWG10, atendendo a necessidade da célula e mantendo um estoque de segurança do KANBAN. O sucesso da implementação se deu, em grande parte, pela colaboração e envolvimento dos operadores, que passaram a ser parte ativa na gestão dos fluxos de trabalho. Além de otimizar a logística de insumos, essa participação ativa fomentou o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua, crucial para a sustentabilidade de melhorias operacionais ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, David J.** Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. Blue Hole Press, 2010.
- ANDRADE, F. F. **O Método de Melhorias PDCA.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.
- BOUER, Ricardo.** Gerenciamento pelas diretrizes: desdobramento de políticas na gestão da qualidade total. São Paulo: Atlas, 2002.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco.** Gestão da qualidade: teoria e casos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- FILHO, João Severo.** Gestão de estoques: estratégias e operações. São Paulo: Atlas, 2006.
- GALGANO, Alberto.** Gerenciamento da rotina: a base da melhoria contínua. São Paulo: Falconi, 2012.
- HEIZER, Jay; RENDER, Barry; MUNSON, Chuck.** Princípios de administração de operações. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2017.
- IMAI, M. **Gemba kaizen: a common sense, low cost approach to management.** New York: McGraw-Hill, 1997.
- JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes; KLIPPEL, Marcelo; LEIS, Rodrigo Pinto. **No Sentido de Uma Abordagem Interpretativa e Crítica das Duas Vidas do Sistema Kanban.** 2018, Minas Gerais.
- KOCH, R. OEE: Overall Equipment Effectiveness.** California: Industrial Pr, 2005.
- LIKER, Jeffrey K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- MACHADO-DA-SILVA, C. L.; FONSECA, V. S. da. Competitividade organizacional: uma tentativa de reconstrução analítica. **Organizações & Sociedade**, v. 4, n. 7, p. 97-114, 1996b.
- MENDES, Dário Madian. **A ferramenta kanban no processo de componentes fundidos da gerência de vagões–Vale S/A.** Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 2019.
- NAKAJIMA, Shoji.** Manutenção produtiva total: um caminho para a eficiência. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1998.
- NETO, Cruz.** O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org). Pesquisa Social. 23.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

OLIVEIRA, Thaís Costa Couto. **Machine learning: programa para análise da disponibilidade física dos equipamentos da indústria minero-metalúrgica por meio de indicadores do sistema tribológico.** 2021. 118 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

PASA, G. S. **Uma Abordagem para Avaliar a Consistência Teórica de Sistemas Produtivos.** Porto Alegre: UFRGS, 2004. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

PONTES, L. A. C. **Análise do Impacto do Planejamento de Curto Prazo Nos Princípios da Construção Enxuta: Um Estudo de Caso.** Recife: Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

ROTHER, Mike. Toyota Kata: gestão à maneira Toyota para líderes de hoje. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção. Bookman: Porto Alegre, 1996.

SLACK, Nigel; BRANDON JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TUBINO, Jurandir Peinado; TUBINO, Alexandre B. Administração da produção: operações industriais e de serviços. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.