



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



BIG DATA, POWER BI E LEAN MANUFACTURING: UMA PESQUISA - AÇÃO EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO SETOR METALÚRGICO

BEATRIZ NAYARA APARECIDA MARQUES – beatriz.marques2024@outlook.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO EDUCACIONAL GUAXUPÉ - UNIFEG

DANIELE DOS REIS PEREIRA MAIA – danieledr@estudante.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

FABIANE LETÍCIA LIZARELLI – fabiane@dep.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

THAÍS MOREIRA TAVARES – thaism0405@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

ÁREA: 1 ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO
SUBÁREA: 1.1 GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

RESUMO: EM AMBIENTES COMPETITIVOS, AS ORGANIZAÇÕES TÊM BUSCADO INOVAR E MELHORAR OS PROCESSOS PRODUTIVOS. TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0, COMO *BIG DATA*, SÃO FUNDAMENTAIS NESSE CONTEXTO, POIS FORNECEM INFORMAÇÕES EM TEMPO REAL E ATRAVÉS DO *BIG DATA ANALYTICS* PODEM AUTOMATIZAR O PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS. NO *LEAN MANUFACTURING*, *BIG DATA* ALIADO AO *POWER BI*, PERMITE COLETAR, ANALISAR E VISUALIZAR DADOS PARA IDENTIFICAR E IMPLEMENTAR MELHORIAS CONTÍNUAS. ESTE ESTUDO, REALIZADO POR MEIO DO MÉTODO DE PESQUISA-AÇÃO, INVESTIGA A INTEGRAÇÃO DE *BIG DATA*, *POWER BI* E *LEAN MANUFACTURING* EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO SETOR METALÚRGICO LOCALIZADA NO SUL DE MINAS GERAIS. O ESTUDO UTILIZA FERRAMENTAS E ABORDAGENS DO LEAN COMO O *YAMAZUMI CHART*, *5W1H* E A METODOLOGIA *KAIZEN* ASSOCIADOS AO *BIG DATA* E *POWER BI*. FORAM COLETADOS DADOS DE DESEMPENHO E EFICIÊNCIA DO PROCESSO PRODUTIVO, DESTACANDO-SE ANÁLISES DETALHADA DAS PERDAS NO SETOR DE PINTURA, QUE APRESENTOU BAIXO ÍNDICE DE EFICIÊNCIA. A CRONOANÁLISE E O USO DE *BIG DATA* PERMITIRAM IDENTIFICAR GARGALOS E DESPERDÍCIOS, ENQUANTO O *POWER BI* FACILITOU A VISUALIZAÇÃO DOS DADOS. AS AÇÕES RESULTANTES DO EVENTO *KAIZEN* REDUZIRAM ATIVIDADES SEM VALOR AGREGADO EM 47% E AUMENTARAM A EFICIÊNCIA E A PERFORMANCE DE ENTREGA EM 29% E 15%, RESPECTIVAMENTE, DEMONSTRANDO A EFICÁCIA DA INTEGRAÇÃO DESSAS TECNOLOGIAS NO APRIMORAMENTO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.

PALAVRAS-CHAVES: INDÚSTRIA 4.0; *BIG DATA*; *POWER BI*; *LEAN MANUFACTURING*; *KAIZEN*.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, em ambientes dinâmicos e competitivos as organizações estão constantemente buscando por maneiras de inovar e melhorar os processos produtivos (CHIRUMALLA, 2021). A adoção de tecnologias provenientes da Indústria 4.0 e a implementação de práticas de gestão desempenham um papel importante no apoio às empresas para se manterem competitivas (ABDULLAH *et al.*, 2022; MAIA *et al.*, 2023; 2024).

As tecnologias da Indústria 4.0 concentram-se na automação de processos e fornecem informações em tempo real aos sistemas produtivos e para tomada de decisões (ARCIDIACONO; PIERONI, 2018; MAIA *et al.*, 2023, 2024). Um dos principais focos destacados dessa transformação inteligente é a análise de *Big Bata* (HE; WANG, 2018, MAIA *et al.*, 2023). *Big Data* é referido como grandes conjuntos de dados (GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020; TALEB *et al.*, 2021), caracterizado pelas dimensões volume, velocidade, variedade, veracidade, valor, variabilidade e visualização (RIALTI *et al.*, 2019; GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020). Adicionalmente, os recursos do *Big Data Analytics* possuem capacidade de prever e analisar centenas de dados estruturados ou não (RIALTI *et al.*, 2019).

Associado à *Big Data*, *Power BI* desempenha um papel crucial, auxiliando no processamento, análise e extração de *insights* significativos a partir de grandes volumes de dados de diferentes fontes (BHARADIYA, 2023). Oferece capacidades analíticas avançadas, como exemplos: análises preditivas, análise de séries temporais e mineração de dados, que permitem identificar padrões, tendências e correlações (MUNISWAMAIAH; AGERWALA; TAPPERT, 2019; BHARADIYA, 2023). No contexto do *Lean manufacturing* essa tendência representa oportunidades para impulsionar a eficiência operacional, onde o *Big Data* e *Power BI* apoiam o *Lean Manufacturing*, especificamente o *Kaizen*, ao fornecer plataforma para coleta, análise e visualização de dados relevantes para a identificação e implementação de melhorias contínuas nos processos, resultando em operações mais ágeis, eficientes e orientadas por dados e pela excelência operacional.

A importância deste estudo reside em investigar *Power BI* aplicado no contexto *Lean Manufacturing*, salientado por Pozzi, Cannas e Rossi (2024). Além disso, é importante explorar como o uso da ciência de dados pode apoiar a implementação de práticas de melhoria contínua relacionados ao Lean Manufacturing, como o *Kaizen* (MESQUITA *et al.*, 2022).

Nesse sentido, o objetivo do estudo é investigar a integração entre *Big Data*, *Power BI* e *Lean Manufacturing* em uma empresa multinacional do setor metalúrgico situada no Sul de Minas Gerais, por meio de uma pesquisa ação. Desta forma, duas questões principais são abordadas: primeiro, como a integração de *Big Data*, *Power BI*, *Lean Manufacturing* contribui para aprimorar os processos e a qualidade? E segundo, quais são os impactos dessa integração?

Para atingir os objetivos propostos, a pesquisa está organizada em cinco seções. Na primeira seção, o estudo é contextualizado, justificado e os objetivos são apresentados. A segunda seção explora os conceitos das tecnologias e ferramentas adotadas no estudo. A terceira seção detalha o método de pesquisa utilizado. A quarta seção apresenta a pesquisa-ação aplicada, descrevendo o processo de investigação, análise dos dados e os principais resultados obtidos. E por fim, a quinta seção apresenta as conclusões do estudo, acompanhadas das implicações acadêmicas e práticas decorrentes dos resultados encontrados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico, será abordado os conceitos de *Big Data*, *Power BI*, *Lean Manufacturing*, *Kaizen*, *Yamazumi Chart* e 5W1H.

2.1 Big Data

Big Data surgiu da necessidade de gerenciar grandes volumes de dados providas da transformação digital e da Indústria 4.0 (I4.0). É caracterizado como “grande volume de dados, tanto estruturados quanto não estruturados” (KARNJANASOMWONG; THAWESAENGSKULTHAI, 2019). Possuem capacidades em processamento de informações complexas e desestruturadas (ZANELA *et al.*, 2015). Seus recursos analíticos conhecidos como *Big Data Analytics* (BDA) é caracterizado pela habilidade em gerenciar, processar e analisar dados através dos 7Vs: volume (quantidade massiva de dados), velocidade (rapidez de geração e processamento), variedade (diversidade de tipos de dados), veracidade (qualidade e precisão dos dados), valor (extração de insights úteis), variabilidade (mudanças e inconsistências nos dados) e visualização (representação gráfica compreensível) (FAROUKHI *et al.*, 2020; GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020). Elementos essenciais para entregar valor, avaliar o desempenho e estabelecer vantagens competitivas, permitindo que as empresas tomem decisões estratégicas baseadas em evidências (GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020).

2.2 Power BI

O conceito de *Business Intelligence* (BI) foi introduzido em 1958 por Hans Pether Luhn, um pesquisador da IBM (*International Business Machines Corporation*), intitulado em seu artigo “*A Business Intelligence System*” (RIBEIRO, 2023). É uma plataforma robusta de análise de dados que oferece recursos avançados para coleta, transformação, visualização, integração de dados, modelagem personalizada, inteligência artificial e compartilhamento facilitado (SRIVASTAVA *et al.*, 2022; SINHA, 2024). *Power BI* transforma dados em informações visualmente interativas e abrangentes que facilitam a tomada de decisões (HASSA, 2020; SANTOS, 2023). As informações podem ser utilizadas por gestores, analistas e executivos para embasar decisões de negócios fundamentadas, além de contribuir para o aumento da eficiência operacional, a identificação das tendências de mercado e a descoberta de novas oportunidades de negócios (EL OUARZADI; KARIM, 2023).

2.3 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* originado dos princípios estabelecidos pela Toyota no Japão, é uma abordagem de gestão que busca maximizar o valor para o cliente e minimizar desperdícios de recursos, produzindo mais com menos (KUMAR *et al.*, 2022; KOWALSKI, 2023). Baseia-se em cinco princípios-chave: valorização do cliente, que direciona atividades para atender às suas necessidades; mapeamento do fluxo de valor, que elimina atividades que não agregam valor, como excesso de produção e estoques desnecessários; fluxo contínuo, que assegura uma produção sem interrupções; produção puxada, que fabrica produtos apenas com demanda real; e Kaizen, que promove melhoria contínua visando a excelência operacional e satisfação do cliente (SOLIMAN, 2020; AVELAR; MEIRIÑO; TORTORELLA, 2020; YÜCENUR; ŞENTÜRK; TAŞPATLATANLAR, 2024). Esses fundamentos colaboram para maximizar o valor entregue ao cliente, minimizar desperdícios e aumentar a eficiência operacional. A seguir serão apresentadas algumas ferramentas do Lean importantes para o estudo em questão.

2.3.1 Kaizen

O *Kaizen* é uma filosofia japonesa de melhoria contínua, introduzida por Masaaki Imai, que promove pequenos ajustes resultando em grandes mudanças, focando

principalmente na eficiência e eliminação de desperdícios (HARVEY, 2020). Aplicado na Toyota, o *Kaizen* busca aprimorar processos, reduzir custos, melhorar a qualidade e atender às necessidades dos clientes (ARSYAD *et al.*, 2021).

De acordo com Rother e Shook (2003), existem dois níveis principais: o *Kaizen* de Sistema, coordenado pela alta administração para melhorar o fluxo de valor da organização, e o *Kaizen* de Processo, conduzido por equipes de trabalho para melhorias específicas em processos operacionais. A coordenação entre a alta administração e as equipes de trabalho, juntamente com a participação ativa de todos os colaboradores, é crucial para identificar oportunidades de aprimoramento e implementar mudanças graduais e diárias, promovendo uma cultura de melhoria contínua (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2023).

2.3.2 Yamazumi Chart

Yamazumi Chart também conhecido como gráfico de balanceamento de carga de trabalho, é uma ferramenta visual que mostra o tempo total de ciclo de cada operação dentro do fluxo de produção, originada no Japão e nomeada a partir do termo "*Yamazumi*", que significa "empilhar montanhas" (RATHOD *et al.*, 2016; MOHD SUHAIMI *et al.*, 2018). Composto por barras verticais segmentadas em blocos, cada bloco representa uma tarefa específica e seu tempo de execução, facilitando a análise e o balanceamento das operações, essencial para implementar a abordagem *Kaizen* e realizar o balanceamento de linha (NAUFAL *et al.*, 2013; PINTO *et al.*, 2018). Segundo KAYS (2019), a combinação do *Yamazumi Chart* com o Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) é eficaz para equilibrar o tempo de ciclo das estações de trabalho e melhorar o desempenho operacional. Devido à sua confiabilidade e facilidade de uso, o *Yamazumi Chart* é frequentemente adotado pelas empresas junto com o VSM, além de técnicas de balanceamento de linha e sistemas de medição de trabalho, para controlar desperdícios e aprimorar o desempenho.

2.3.3 5W1H

A ferramenta 5W1H é amplamente utilizada para detalhar planos de ação, respondendo perguntas fundamentais que identificam ações, locais, motivos, responsáveis, prazos e métodos de execução, fornecendo detalhes claros sobre as atividades (BARCHI, 2018; VOUTYRAS *et al.*, 2021). De acordo com ALMEIDA *et al.* (2020) o método envolve responder "o quê?" (*What*), "quando?" (*When*), "quem?" (*Who*), "onde?" (*Where*), "por quê?" (*Why*) e "como?" (*How*), facilitando a tomada de decisões e a implementação de soluções

eficientes. Segundo Peinado e Graeml (2007) a ferramenta evita dúvidas sobre funções e responsabilidades, prevenindo o fracasso de projetos de melhoria. A simplicidade e abrangência da ferramenta a tornam essencial para gestores e equipes de projeto, garantindo uma execução organizada e objetiva das tarefas planejadas (MRDALJ, 2020).

3. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa-ação é uma abordagem de pesquisa qualitativa que combina a investigação acadêmica com ação prática para resolver problemas específicos em uma determinada contexto (ERRO-GARCÉS; ALFARO-TANCO, 2020). Os pesquisadores e os participantes trabalham em colaboração para identificar, implementar e avaliar soluções para os desafios enfrentados (OLLILA; YSTRÖM, 2020). Diferentemente de pesquisas que lidam com hipóteses, esse método concentra-se em temas de pesquisa e desafios corporativos (CHECKLAND; HOLWELL, 2007). É classificada como pesquisa exploratória, visa fornecer uma compreensão mais profunda do problema e desenvolver soluções para problemas práticos dentro desse contexto (GIL, 2002). O método consiste em cinco etapas: planejamento, coleta de dados, análise, análise e planejamento de ações, implementação e avaliação de resultados, como apresentado na Figura (1).

FIGURA 1 – Etapas de pesquisa-ação



Fonte: Adaptado de Coughlan e Coughlan (2002; 2009)

De acordo com os autores, as etapas de planejamento, define-se os objetivos e contexto da pesquisa. Na coleta de dados, são obtidas informações relevantes, e então esses dados são analisados para identificar padrões. Com base nessa análise, são planejadas ações para abordar problemas e alcançar objetivos. Desta forma, as ações são implementadas e os

resultados são avaliados para gerar relatórios que documentam as descobertas e aprendizados do processo de pesquisa.

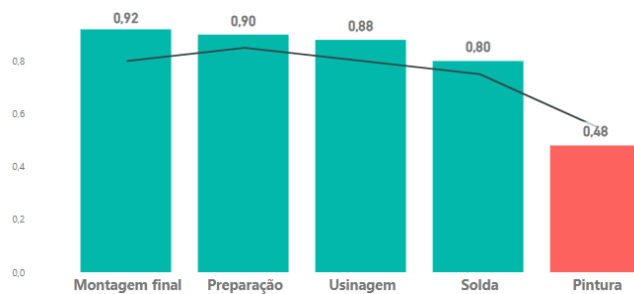
A pesquisa foi realizada em uma empresa multinacional no setor metalúrgico no sul de Minas Gerais. A empresa conta com cerca de 800 funcionários e atualmente está enfrentando desafios de prazos de entrega e eficiência operacional. O estudo segue o método de pesquisa-ação conforme as etapas de planejamento, coleta de dados, análise de dados e planejamento de ações, implementação de ações, avaliação de resultados e elaboração de relatório. O monitoramento é considerado uma fase adicional, conforme Coughlan e Coughlan (2009).

No planejamento, foi conduzido um levantamento teórico e definido o objetivo principal da pesquisa. A coleta de dados envolveu observações diretas, entrevistas e análise de documentos, alimentando o fluxo de valor atual usando o *Yamazumi Chart*, *Big Data* e *Power BI*. Os processos foram analisados para identificar desperdícios e áreas de melhoria por meio do *Yamazumi*, enquanto *Big Data* e *Power BI* identificaram tendências e oportunidades de melhoria no processo produtivo da empresa. Com base na análise de dados, foram planejadas e implementadas ações para melhorar os processos, incluindo a aplicação de metodologias como 5W1H, *Kaizen* e *Yamazumi*. Por fim, os resultados foram avaliados, medindo os impactos nas métricas de desempenho relevantes (redução do tempo de ciclo, redução e eliminação de atividades que não agregam valor, aumento da eficiência operacional e aumento da performance de entrega). Com base nessa avaliação, foram gerados os relatórios documentando em relação ao processo destacando as melhorias alcançadas.

4. RESULTADOS

Inicialmente, foram coletados dados de performance de entrega e eficiência em colaboração com o setor de qualidade, com o objetivo de avaliá-los, quantificá-los e padronizá-los. Esses dados, processados e analisados através de técnicas de *Big Data*, incluíram os processos produtivos da empresa de janeiro a dezembro do ano de 2023. Conforme ilustrado na Figura (2), foi elaborado um gráfico comparando os índices de eficiência mensais alcançados com a meta estipulada. Observou-se que, apesar da meta ser mais baixa do que a dos demais setores, ela ainda não estava sendo atingida. Além disso, como mostrado na Figura (3), a meta de performance de entrega não foi alcançada em nenhum mês, com o desempenho estagnado entre 80% e 83%, o que coloca em risco a continuidade da linha de produção do cliente e nos impacta negativamente.

FIGURA 2 – Eficiência anual de 2023



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

FIGURA 3 – Performance de entrega 2023



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

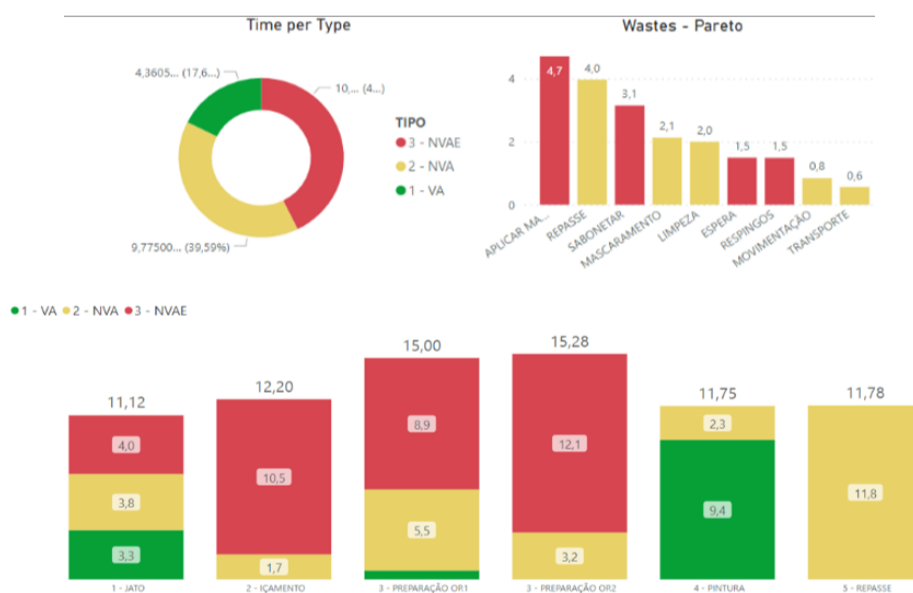
O setor de pintura registrou o menor índice de eficiência, tornando-se o foco principal deste estudo. A empresa buscava métodos para identificar perdas nas etapas do processo de pintura, que frequentemente não eram quantificadas ou avaliadas, resultando em falta de conclusões, validações, registros ou rastreabilidade dos problemas. A utilização de *Big Data* permitiu uma análise mais detalhada dessas perdas, identificando padrões e correlações que não seriam evidentes através de métodos tradicionais, enquanto o *Power BI* ajudou a visualizar esses padrões de forma clara e intuitiva.

Devido aos prazos de entrega apertados e ao baixo índice de eficiência, surgiu a necessidade de quantificar as principais perdas e identificar as etapas e produtos que mais contribuíam para essas perdas. Então, uma cronoanálise foi realizada para registrar todas as etapas do processo. A integração de *Big Data* com a cronoanálise permitiu a análise de grandes volumes de dados temporais, facilitando a identificação precisa de gargalos e desperdícios, enquanto o *Power BI* forneceu *dashboards* detalhados para monitorar o progresso e identificar áreas críticas em tempo real.

Com a implementação do *Lean manufacturing* começou identificando o que o cliente considera valor, definido pela empresa como preço, prazo de entrega e qualidade. Processos foram então classificados como agregando valor (VA), necessários, mas sem agregar valor

(NVA), ou sem valor e a serem eliminados (NVAE). As etapas do processo de pintura incluem: Jato, Içamento, Preparação (operações 1 e 2), Pintura e Repasse, com a Preparação - Operação 2 sendo a maior fonte de desperdício e a aplicação de massa a principal atividade (NVAE). A análise de *Big Data* permitiu uma visualização clara de quais etapas estavam gerando mais desperdício, ajudando a priorizar as ações de melhoria, e o *Power BI* facilitou a comunicação desses dados para todos os *stakeholders*.

FIGURA 4 – Painel Power BI



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Na Figura 5, pode-se observar que o Produto 1 apresentou o maior índice de atividades sem valor agregado (NVAE) e, portanto, foi o foco do presente estudo. Após a coleta dos dados, uma reunião de abertura do evento *Kaizen* foi realizada, envolvendo todos os colaboradores do processo de pintura. Durante a sessão de *Brainstorming*, foram apresentadas ideias para aumentar a eficiência e a porcentagem de entregas pontuais. E em seguida, foram desenvolvidos e implementados planos de ação focados no aumento da performance de entrega e da eficiência. Selecionaram-se ações de alto impacto e baixo esforço, designando-as aos setores responsáveis e detalhando cada atividade a ser realizada. A utilização de *Big Data* foi fundamental para monitorar a implementação dessas ações e avaliar seus impactos em tempo real, enquanto o *Power BI* ajudou a apresentar os resultados de forma clara e compreensível. O plano de ação incluiu todas as propostas de melhoria, com especificações sobre sua execução, os setores responsáveis e as datas de início conforme o Quadro (1).

QUADRO 1 – Plano de ação 5W1H

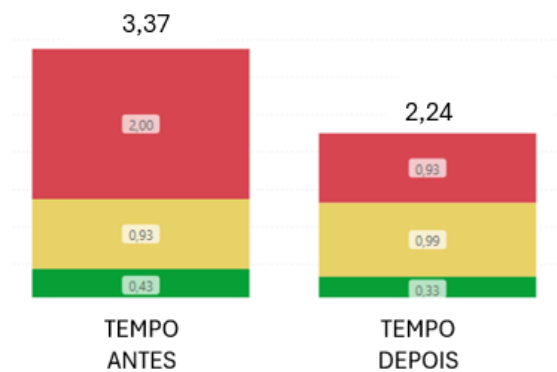
O quê?	Por quê?	Como?	Quem?	Quando?	Onde?
Preencher espaços vazios entre os trolleys	Aumento da capacidade produtiva / ganho de eficiência	Adicionando produtos pequenos intercalados com produtos grandes	Produção	15/01/2024	Pintura
Utilizar a cabine 2 para pintar peças no terceiro turno	Melhoria no atendimento ao prazo / redução de gargalos	Contratando pintor para terceiro turno	Produção	20/01/2024	Pintura
Suprir os horários de refeições na cabine de pintura	Redução de parada e reinício / aumento da produtividade	Intercalando horário de almoço/janta dos pintores	Produção	15/01/2024	Pintura
Disponibilizar um quadro Heijunka cabine 2	Nivelamento da produção / ganho de eficiência	Coletando dados	Melhoria contínua	15/01/2024	Pintura
Disponibilizar carrinho na movimentação de tambor do solvente	Redução de esforço físico / ganho de eficiência	Comprando carrinho para movimentação	Engenharia de processos	10/02/2024	Pintura
Criar rotina semanal de manutenção nas saboneteiras	Redução de quebras e reparos / ganho de eficiência	Elaborando rotina de manutenção	Manutenção	24/01/2024	Pintura
Melhorar iluminação na área de preparação das peças	Aumento da produtividade / redução de erros	Adicionando mais pontos de iluminação nessa área	Manutenção	20/01/2024	Pintura
Padronizar ganchos para içamento	Redução de erros / ganho de eficiência	Elaborando padrão de ganchos para cada peça	Engenharia de processos	30/01/2024	Pintura
Revisar os tempos de estrutura	Redução de desperdícios / melhoria na programação da produção	Coletando dados	Engenharia de processos	15/02/2024	Pintura

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

4.2 Principais resultados

Quanto aos resultados do *Kaizen* realizado no setor de pintura, a implementação do plano de ação permitiu à empresa alcançar melhorias significativas, especialmente na eliminação de atividades sem valor agregado. Os dados coletados e analisados através de *Big Data* mostraram que, no mês de dezembro de 2023, as atividades NVAE (Não Agregam Valor ao Produto) no produto 1 totalizavam 2 horas. Após as melhorias realizadas com a metodologia *Kaizen*, no mês de fevereiro de 2024, essas atividades foram reduzidas para 0,93 horas, resultando em uma diminuição de aproximadamente 1,10 horas por produto, o que representa uma melhoria de 47%. A Figura (5) ilustra as situações antes e depois da implementação.

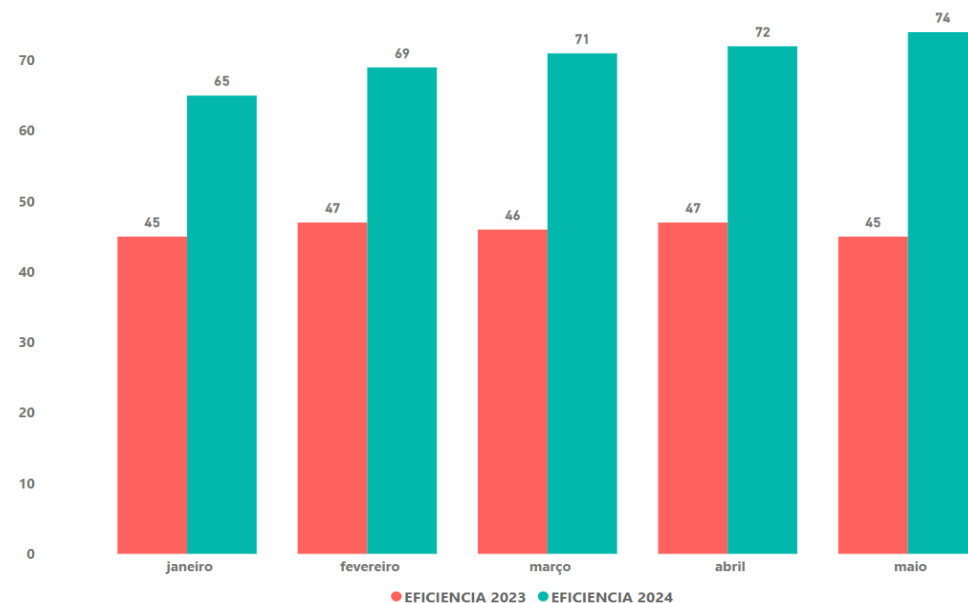
FIGURA 5 – Yamazumi produto 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Analisando a Figura (6), observa-se que a eficiência, um dos principais indicadores de desempenho da empresa, aumentou em 29% dos meses de janeiro a abril de 2023 para o mesmo período de 2024.

FIGURA 6 – Índice de eficiência



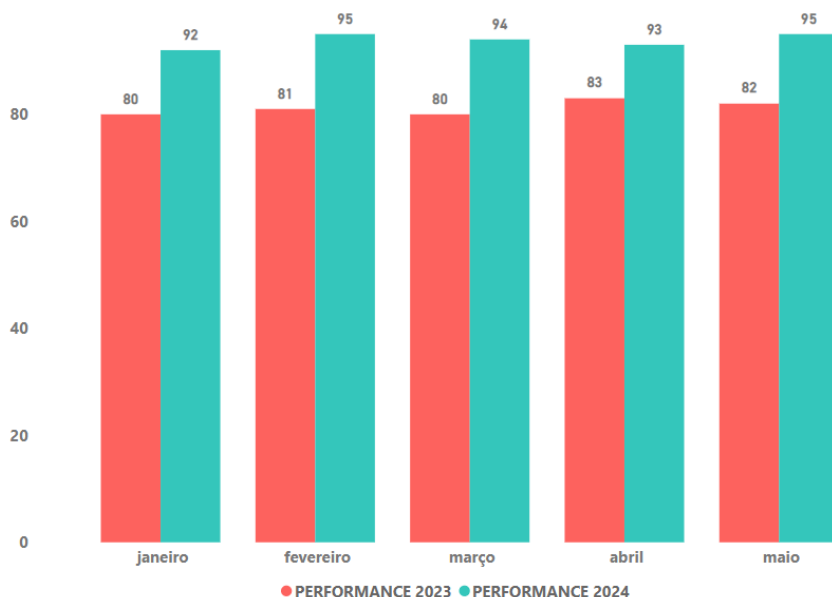
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Entre janeiro e maio, observou-se uma melhoria significativa na performance de entrega, com um aumento de aproximadamente 15% em relação ao mesmo período de 2023, ilustrado na figura 7. Esse expressivo crescimento está diretamente relacionado às melhorias no fluxo da pintura, etapa essencial por onde todas as peças deve passar. A análise contínua de dados através de *Big Data* permitiu a identificação rápida de problemas e a implementação de soluções eficazes, enquanto o *Power BI* facilitou o monitoramento e a comunicação dos

avanços, justificando também o avanço no indicador de eficiência. Isso permitiu que mais peças fossem pintadas no mesmo período, justificando também o avanço no indicador de eficiência.

FIGURA 7 – Índice de Performance

PERFORMANCE 2023 e PERFORMANCE 2024 por Mês



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

5. CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi investigar a integração entre *Big Data*, *Power-BI* e *Lean Manufacturing* em uma empresa multinacional do setor metalúrgico situada no Sul de Minas Gerais.

As análises dos dados demonstraram que o uso de *Big Data* torna o processo de tomada de decisão mais eficiente e efetivo. Durante o desenvolvimento e aplicação dos métodos e ferramentas, identificou-se uma série de pontos a serem explorados no setor, desde o recebimento do produto até a liberação das peças pintadas. O sistema de produção *Lean* permite um melhor aproveitamento dos recursos existentes e promove o desenvolvimento dos colaboradores, melhorando o dia a dia por meio da redução de movimentações e transporte, entre outros. Essas melhorias são refletidas nos resultados dos indicadores: um aumento de 15% na performance de entrega, 29% na eficiência produtiva e uma redução de 47% nas atividades que não agregam valor. A implantação do *Power-BI*, trouxe visibilidade aos indicadores, fornecendo informações importantes para a tomada de decisão. Esta ferramenta ajudou a equipe a identificar rapidamente problemas e a agir de forma proativa, resultando em melhorias na qualidade dos produtos e tempo de entrega. O *Kaizen* foi integrado à rotina da empresa, promovendo a busca contínua por metas e incentivando a autonomia dos

colaboradores. E para essa implementação não houve necessidade de grandes investimentos em recursos financeiros, mas sim a disponibilidade das pessoas envolvidas para executar a metodologia *Kaizen*. Os colaboradores adquiriram uma cultura de expressão, o que os levou a apresentar soluções e inovações tanto no produto quanto nos processos operacionais.

Portanto, as aplicações realizadas foram eficazes e efetivas, mas é importante ressaltar que para garantir o sucesso da implementação, é essencial contar com equipes multifuncionais, definir objetivos claros e estabelecer metas específicas. Nesse artigo, o foco foi no produto 1, para projetos futuros, é recomendado que seja aplicado aos demais produtos e setores da empresa.

Apesar dos resultados positivos, o estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, a dependência de dados históricos pode não coletar as variações futuras no processo produtivo. Além disso, a implementação *Big Data* exige um investimento significativo em infraestrutura e treinamento aos colaboradores.

A integração de *Big Data* e *Power BI* ao *Lean Manufacturing* melhorou a eficiência operacional e incentivou a cultura de melhoria contínua. Os gestores podem usar *insights* para tomar decisões mais informadas e proativas, enquanto as equipes de produção se beneficiam de um ambiente mais estruturado e eficiente. Este estudo enfatiza a importância de uma abordagem integrada e orientada por dados para enfrentar os desafios do mercado, promovendo inovação e excelência nos processos produtivos.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, Fawaz M. et al. The impact of Industry 4.0 technologies on manufacturing strategies: proposition of technology-integrated selection. **Ieee Access**, v. 10, p. 21574-21583, 2022.

ALMEIDA, Diana et al. Evolving trends in next-generation probiotics: a 5W1H perspective. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 11, p. 1783-1796, 2020.

ARCIDIACONO, Gabriele; PIERONI, A. The revolution Lean Six Sigma 4.0. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 8, n. 1, p. 141-149, 2018.

ARSYAD, Azhar et al. The Educational Value of Kaizen Quality Management. **Lentera Pendidikan: Jurnal Ilmu Tarbiyah dan Keguruan**, v. 24, n. 1, p. 131-143, 2021.

AVELAR, Wallace; MEIRIÑO, Marcelo; TORTORELLA, Guilherme Luiz. The practical relationship between continuous flow and lean construction in SMEs. **The TQM Journal**, v. 32, n. 2, p. 362-380, 2020.

BARCHI, Fenando Felipe. **Análise de causa raiz em alternador veicular**. 2018.

BHARADIYA, Jasmin Praful. A comparative study of business intelligence and artificial intelligence with big data analytics. **American Journal of Artificial Intelligence**, v. 7, n. 1, p. 24, 2023.

CHECKLAND, Peter; HOLWELL, Sue. Action research: its nature and validity. Information systems action research: An applied view of emerging concepts and methods, p. 3-17, 2007.

CHIRUMALLA, Koteswar. Building digitally-enabled process innovation in the process industries: A dynamic capabilities approach. **Technovation**, v. 105, p. 102256, 2021.

COUGHLAN, P.; COCOGHLAN, D. Action Research. In: KARLSSON, C. (ed.). **Researching operations management**. Routledge: New York-London: 2009.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

EL OUARZADI, Anas; KARIM, CHARAF. Business intelligence & Organizational performance: The role of decision support. **Research Bulletin**, v. 3, n. 03, p. 347-355, 2023.

ERRO-GARCÉS, Amaya; ALFARO-TANCO, José A. Action research as a meta-methodology in the management field. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 19, p. 1609406920917489, 2020.

FAROUKHI, Abou Zakaria et al. Big data monetization throughout Big Data Value Chain: a comprehensive review. *Journal of Big Data*, v. 7, p. 1-22, 2020.

GUPTA, S.; MODGIL, S.; GUNASEKARAN, A. Big data in lean six sigma: a review and further research directions. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 3, p. 947-969, 2020.

HARVEY, Sarah. **Kaizen: The Japanese Secret to Lasting Change-Small Steps to Big Goals**. The Experiment, LLC, 2020.

HASSA, Ishmael. The democratisation of decision-makers in data-driven decision-making in a Big Data environment: The case of a financial services organisation in South Africa. 2020.

HE, Q. P.; WANG, J. Statistical process monitoring as a big data analytics tool for smart manufacturing. **Journal of Process Control**, v. 67, p. 35-43, 2018.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen. A commonsense, low-cost approach to management**. Gabler, 2007.

KARNJANASOMWONG, Jakrapong; THAWESAENGSKULTHAI, Natcha. Dynamic sigma-TRIZ solution model for manufacturing improvement and innovation, case study in Thailand. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 11, n. 2-3, p. 114-156, 2019.

KAYS, HM Emrul et al. Improvement of operational performance through value stream mapping and Yamazumi chart: A case of Bangladeshi RMG industry. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 8, n. 4, p. 977-986, 2019.

KOWALSKI, Elena. Adoption of Lean Management Practices in Indian and Japanese Manufacturing Firms: A Comparative Analysis. **International Journal of Transcontinental Discoveries**, ISSN: 3006-628X, v. 10, n. 1, p. 15-20, 2023.

KUMAR, Naveen et al. Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. **Materials Today: Proceedings**, v. 64, p. 1188-1192, 2022.

LOBO MESQUITA, Ligia et al. Exploring relationships for integrating lean, environmental sustainability and industry 4.0. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 13, n. 4, p. 863-896, 2022.

LUHN, Hans Peter. A business intelligence system. *IBM Journal of research and development*, v. 2, n. 4, p. 314-319, 1958.

MAIA, Daniele dos Reis Pereira; LIZARELLI, Fabiane Letícia; GAMBI, Lillian Do Nascimento. Industry 4.0 and Six Sigma: a systematic review of the literature and research agenda proposal. **Benchmarking: An International Journal**, 2023.

MAIA, Daniele dos Reis Pereira; LIZARELLI, Fabiane Letícia; GAMBI, Lillian do Nascimento. Six Sigma, Big Data Analytics and performance: an empirical study of Brazilian manufacturing companies. **Total Quality Management & Business Excellence**, p. 1-23, 2024.

MOHD SUHAIMI, Muhammad Farhan; MOHD SALLEH, Noor Azlina. A case study on the improvement of productivity and efficiency of a quality control line for a cutting tool manufacturer. **Journal of Mechanical Engineering (JMechE)**, v. 15, n. 1, p. 222-239, 2018.

MRDALJ, Nika. **Lean & Agile Project Management and the challenges for its implementation in the SMEs**. 2020. Tese de Doutorado. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta.

MUNISWAMAIAH, Manoj; AGERWALA, Tilak; TAPPERT, Charles. Data virtualization for decision making in big data. **Int. J. Softw. Eng. Appl**, v. 10, n. 5, p. 45-53, 2019.

OLLILA, Susanne; YSTRÖM, Anna. Action research for innovation management: three benefits, three challenges, and three spaces. **R&d Management**, v. 50, n. 3, p. 396-411, 2020.
PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção. **Operações industriais e de serviços. Unicenp**, p. 201-202, 2007.

PINTO, José Luís Quesado et al. Lean Manufacturing Tools. **Just in Time Factory: Implementation Through Lean Manufacturing Tools**, p. 39-112, 2018.

POZZI, Rossella; CANNAS, Violetta Giada; ROSSI, Tommaso. Data Science Supporting Lean Production: Evidence from Manufacturing Companies. **Systems**, v. 12, n. 3, p. 100, 2024.

RATHOD, Balaji et al. Optimization of Cycle Time by Lean Manufacturing Techniques Line Balancing Approach. **International Journal For Research In Applied Science & Engineering Technology**, v. 4, 2016.

RIALTI, Riccardo et al. Big data analytics capabilities and performance: Evidence from a moderated multi-mediation model. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 149, p. 119781, 2019.

RIBEIRO, Freitas. Os Sistemas de Business Intelligence nas Organizações. 2023.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, Antonio Duarte. An Essay on How Data Science Can Strengthen Business. **Estudios de Economía Aplicada**, v. 41, 2023.

SETIAWAN, Indra; TUMANGGOR, Ojakma Sihar Panaili; PURBA, Humiras Hardi. Value Stream Mapping: Literature review and implications for service industry. **Jurnal Sistem Teknik Industri**, v. 23, n. 2, p. 155-166, 2021.

SHARMA, Vikram; VIRMANI, Naveen. Development of lean production system using value stream mapping approach: a case study. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 30, n. 2, p. 168-185, 2020.

SINHA, Chandraish. **Mastering Power BI: Build business intelligence applications powered with DAX calculations, insightful visualizations, advanced BI techniques, and loads of data sources**. BPB Publications, 2024.

SOLIMAN, Mohammed Hamed Ahmed. **Kanban the Toyota Way: An Inventory Buffering System to Eliminate Inventory**. Mohammed Hamed Ahmed Soliman, 2020.

SRIVASTAVA, Gautam et al. A review of the state of the art in business intelligence software. **Enterprise Information Systems**, v. 16, n. 1, p. 1-28, 2022.

TALEB, Ikbal et al. Big data quality framework: a holistic approach to continuous quality management. **Journal of Big Data**, v. 8, n. 1, p. 76, 2021.

TEZEL, Algan; KOSKELA, Lauri; TZORTZOPOULOS, Patricia. Implementation of continuous improvement cells: a case study from the civil infrastructure sector in the UK. **Production planning & control**, v. 34, n. 1, p. 68-90, 2023.

VOUTYRAS, Orfefs et al. A methodology for generating systems architectural glimpse statements using the 5W1H Maxim. **Computers**, v. 10, n. 10, p. 131, 2021.

YÜCENUR, G.; ŞENTÜRK, S.; TAŞPATLATANLAR, E. Lean management approach in health sector: MCDM model proposal to prevention of waste. **Decision Science Letters**, v. 13, n. 2, p. 427-440, 2024.

ZANELA, E. H. R. et al. Big data: a nova formula para a inovação, a concorrência e produtividade. Mato Grosso, 2015. 1-8 p.