



APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP) NO CONTROLE DE ESTOQUE DE UMA SIDERÚRGICA

APPLICATION OF THE METHOD FOR ANALYSIS AND PROBLEM SOLVING (MASP) IN INVENTORY CONTROL OF A STEELWORKS

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS (MASP) EN EL CONTROL DE INVENTARIOS DE UNA EMPRESA SIDERÚRGICA

Roger Elias Chaves ¹ & Rita de Cassia Feroni ²

^{1,2} Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Departamento de Engenharia de Produção

¹ rogerchaves7@gmail.com ² ritaferoni@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido: 27.03.2025

Aprovado: 14.05.2025

Disponibilizado: 06.06.2025

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Estoque; MASP; siderúrgica; giro de estoque.

KEYWORDS: Stock management; MASP; Steelworks; inventory turnover.

PALABRAS CLAVE: Gestión de inventarios; MASP; acería; rotación de inventario.

Autor Correspondente: Feroni, R. de C.

RESUMO

A siderurgia é um setor fundamental para a economia, sendo responsável pela produção de aço que é uma matéria-prima essencial para diversas indústrias. A gestão eficiente de estoques nesse segmento é crucial para garantir competitividade e reduzir custos operacionais. Este estudo teve como objetivo analisar a quantidade em estoque de matéria-prima no setor de produção de uma siderúrgica buscando entender as causas de excesso de produto estocado e propor soluções a partir da ferramenta MASP. O presente artigo retratou as causas da redução do giro de estoque, levantando informações diretamente com a empresa e, posteriormente, mapeando ações para a causa do problema. Para isso, integrado ao MASP, utilizou-se ferramentas como curva ABC, Diagrama de Ishikawa e 5W1H. Como a principal causa do problema, destacou-se o excesso de estoque de carvão nos navios devido a uma parada de manutenção em um berço de atracação do terminal portuário. A implementação do plano de ação envolveu medidas como a postergação de entregas e gerenciamento do pátio de matérias-primas. O estudo reforça a importância do MASP como uma ferramenta eficaz para a gestão de estoques, promovendo a melhoria contínua e a otimização dos processos logísticos da empresa.

ABSTRACT

The steel industry is a fundamental sector for the economy, being responsible for the production of steel, which is an essential raw material for several industries. Efficient inventory management in this segment is crucial to ensure competitiveness and reduce operating costs. This study

aimed to analyze the quantity of raw material in stock in the production sector of a steel mill, seeking to understand the causes of excess product stock and propose solutions based on the MASP tool. This article portrayed the causes of the reduction in inventory turnover, gathering information directly from the company and, subsequently, mapping actions to determine the cause of the problem. To this end, integrated with MASP, tools such as the ABC curve, Ishikawa Diagram and 5W1H were used. The main cause of the problem was the excess stock of coal on ships due to a maintenance stop at a berth in the port terminal. The implementation of the action plan involved measures such as postponing deliveries and managing the raw material yard. The study reinforces the importance of MASP as an effective tool for inventory management, promoting continuous improvement and optimization of the company's logistics processes.

RESUMEN

La industria siderúrgica es un sector fundamental para la economía, responsable de la producción de acero, materia prima esencial para diversas industrias. Una gestión eficiente del inventario en este segmento es crucial para garantizar la competitividad y reducir los costos operativos. Este estudio tuvo como objetivo analizar la cantidad de materia prima en stock en el sector de producción de una acería, buscando comprender las causas del exceso de stock de producto y proponer soluciones basadas en la herramienta MASP. Este artículo describió las causas de la reducción en la rotación de inventario, recopilando información directamente de la empresa y, posteriormente, mapeando las acciones para determinar la causa del problema. Para ello, en integración con MASP, se utilizaron herramientas como la curva ABC, el diagrama de Ishikawa y el modelo 5W1H. La principal causa del problema fue el exceso de carbón en los buques debido a una parada de mantenimiento en un atracadero de la terminal portuaria. La implementación del plan de acción implicó medidas como el aplazamiento de entregas y la gestión del patio de materias primas. El estudio refuerza la importancia de MASP como una herramienta eficaz para la gestión de inventario, promoviendo la mejora continua y la optimización de los procesos logísticos de la empresa.

INTRODUÇÃO

O setor mineral brasileiro é um segmento importante para a economia nacional se destacando pelas reservas que se apresentam de forma extensa e pelo bom posicionamento no comércio mundial de *commodities* minerais (Santos, 2021). O faturamento do setor mineral foi de R\$ 129,5 bilhões no primeiro semestre de 2024, o que revela 8% de aumento em relação ao mesmo período de 2023, sendo que o minério de ferro representou 62% do faturamento do setor, com R\$ 80,1 bilhões, como mostram os dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2024). No primeiro semestre de 2024, o setor gerou 218 mil empregos diretos, foram cerca de 186 milhões de toneladas de produtos do setor exportados, totalizando cerca de US\$ 21,5 bilhões, com o minério de ferro responsável por 71,6% das exportações (Instituto Brasileiro de Mineração, 2024). Esses dados promissores sobre o setor fazem com que o Instituto Brasileiro de Mineração (2024) traga uma previsão de investimentos de US\$ 64,5 bilhões para o período de 2024-2028.

Apesar das promissoras previsões para o setor, torna-se sempre importante manter boas práticas de gestão da produção dentro da indústria, uma vez que o setor sofre influência do mercado interno e externo. Como exemplo, em 2020, cerca de 68% das exportações brasileiras de minério de ferro tiveram como destino a China (Batista & Moreira Junior, 2022). Nos últimos anos, os dados econômicos da China indicam uma desaceleração, fato que causa preocupação ao comércio exterior brasileiro, uma vez que segundo especialistas, a desaceleração econômica chinesa será sentida principalmente na exportação de *commodities* metálicas (Andrade, 2024; Paiva & Nakamura, 2024).

Conforme destacado por Rodrigues e Feroni (2020), a administração de produção e operações envolve tanto a produção de bens físicos quanto a prestação de serviços, sendo que as atividades dessa área estão focadas em otimizar os processos produtivos, garantindo que as operações sejam realizadas de forma eficaz, no menor custo possível e com a melhor qualidade. Isso envolve desde o planejamento da produção, o controle dos estoques e a gestão da cadeia de suprimentos, até a implementação de melhorias contínuas para aumentar a rentabilidade da organização (Moreira, 2012; Rodrigues & Feroni, 2020).

Para um controle eficiente dos estoques em uma empresa, se faz necessário a utilização de ferramentas que auxiliam no controle de demanda, compras, estoque mínimo e máximo, com atenção para a ocorrência de períodos sazonais (Theodoro et al., 2024). Dessa forma, verifica-se na gestão de estoque a utilização de algumas ferramentas que auxiliam em diferentes níveis o controle dos estoques e na tomada de decisões nas empresas, como por exemplo, a curva ABC, o sistema *Just in Time*, o ciclo PDCA, a metodologia 5S (Theodoro et al., 2024) e a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) (Gaigher & Feroni, 2021).

Santa Ana (2021) ressalta que a curva ABC, também chamada de análise de Pareto é um método de categorização de estoques, cujo objetivo é determinar quais são os produtos mais importantes de uma empresa. Focando nos estoques, a curva ABC possibilita a tomada rápida de decisão, obtendo um grande impacto positivo no resultado da empresa (Pozo, 2010) e ajuda os gestores na tomada das decisões, identificando os produtos que mais vendem e os produtos que geram maior lucro, auxiliando na análise do giro de estoque, e por fim, define como irão direcionar os recursos da empresa (Santa Ana, 2021).

Neste contexto, o planejamento estratégico da empresa desempenha um papel crucial na manutenção da vantagem competitiva e na constante melhoria das relações com clientes e fornecedores na cadeia de suprimentos. No entanto, alcançar tais metas requer um gerenciamento eficiente de estoques, previsão de demanda e planejamento de compras (Silva, 2019). Portanto, é fundamental realizar um dimensionamento adequado dos estoques, através de controles que envolvem cálculos como estoque mínimo, estoque máximo, giro de estoque e reposição de estoque, os quais podem trazer significativos benefícios para a organização (Bueno & Zorzo, 2024).

Dessa forma, o giro de estoque é um indicador utilizado para medir a eficiência de uma empresa em gerenciar seus estoques, indicando quantas vezes, em média, um determinado produto ou conjunto de produtos é vendido e repostado durante um período específico, normalmente um ano (Cantele et al., 2020).

Segundo Gomes e Milan (2017), estoque máximo é a quantidade máxima de um determinado produto que uma empresa deseja manter em seu estoque, levando em consideração a demanda, o tempo de reposição e outros fatores relacionados ao processo logístico. Esse valor é estabelecido para evitar tanto a falta de produtos (ruptura de estoque) quanto o excesso de mercadorias, o que poderia gerar custos desnecessários com armazenagem (Gomes & Milan, 2017).

Destaca-se, nesse contexto, o uso do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) como uma ferramenta sistêmica essencial para lidar com situações que demandam tomada de decisão, seja devido a um desempenho insatisfatório, um desvio em relação ao padrão esperado ou ao não cumprimento de um objetivo estabelecido (Batistiani, 2013; Gaigher & Feroni, 2021). Sua aplicação é de grande valia, pois permite reconhecer a necessidade de correção e seguir alternativas de ação de maneira estruturada (Campos, 2013). A metodologia MASP organiza e sistematiza o uso de ferramentas para a solução de problemas, facilitando a análise, a identificação de causas e a elaboração de planos de ação para eliminá-las em diferentes contextos organizacionais (Pires, 2014).

No estudo de Maciel e Loos (2024), o MASP foi utilizado para analisar o gerenciamento de estoques de sucata em uma siderúrgica, a partir de ferramentas auxiliares como o diagrama de Ishikawa, 5W2H e *brainstorming*. Os autores anteriormente citados identificaram que havia a falta de um bom gerenciamento de estoque, e a partir da aplicação do MASP, conseguiram como resultado uma redução de mais de 50% no estoque total. Silva (2024) aplicou o MASP também em uma siderúrgica para minimizar inconsistência de estoque, onde a causa do problema foi identificada, sendo um erro de medição da quantidade em estoque, isto é, o valor apontado pelo sistema divergia do real. Os autores utilizando também as ferramentas Ishikawa e 5W1H, que é uma simplificação da ferramenta 5W2H, tiveram como resultado, uma minimização das divergências de registro de estoque.

Com base nesses estudos é evidente a importância da utilização do MASP na gestão de estoques, com foco na melhoria contínua. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é analisar a quantidade em estoque de matéria-prima no setor de produção de uma siderúrgica buscando entender as causas de excesso de produto estocado e propor soluções a partir da ferramenta MASP.

METODOLOGIA

A empresa analisada neste estudo é uma siderúrgica multinacional, localizada no Estado do Espírito Santo, Brasil. A unidade está há 41 anos em atividade e possui hoje uma capacidade de produção anual de 7,5 milhões de toneladas de aço em placas e bobinas a quente. A unidade em questão possui um pátio de matérias-primas e as recebe via ferroviária, portuária e rodoviária. Por questão de sigilo, o nome da empresa será omitido do presente trabalho. O período de estudo compreende 01/01/2024 a 31/12/2024.

No ano anterior ao presente estudo, houve a integração de outra unidade siderúrgica localizada no Ceará, Brasil. A usina do Ceará possui uma capacidade de produção de 3 milhões de toneladas de placa de aço por ano. A integração desta unidade se faz importante por ter motivado o início do monitoramento do indicador giro de estoque de matéria prima pela empresa. Neste monitoramento, equipes de Sales & Operations Planning (S&OP) de ambas as unidades (ES e CE) iniciaram de forma conjunta o monitoramento do giro de estoque das unidades, com a possibilidade de analisar o giro integrado ou separadamente, utilizando o *software* Power BI.

A pesquisa se iniciou com a escolha do produto mais representativo no resultado do giro de estoque, para tal foi utilizada a curva ABC. A seleção dos principais produtos foi feita a partir de uma entrevista aberta *in loco*, onde as informações foram anotadas e analisadas posteriormente, com o objetivo de determinar quais são os produtos relevantes no processo da produção do aço e informações adicionais, sendo citados oito produtos, o carvão, produtos semiacabados, produtos acabados, pelota, sinter, minério tipo I, coque e minério tipo II.

O giro de estoque é um indicador adimensional que pode ser calculado pela Equação (1), adaptada de Szabo (2015):

$$\frac{\text{Quantidade vendida anual (kt)}}{\text{Valor médio de estoque mensal (kt)}} \quad \text{Equação (1)}$$

Os dados coletados na empresa correspondem ao indicador de giro e a massa em kg em estoque ao final de cada mês em um total de 12 meses. A ferramenta MASP, aplicada no presente estudo, teve início em agosto/2024, momento em que, segundo os gestores, o giro de estoque de 2024 estava menor do que o esperado devido a um alto estoque médio total.

Conforme Campos (2013), as etapas que compõem o MASP são: Etapa I – Identificação do Problema; Etapa II – Observação do Problema; Etapa III – Análise das Causas; Etapa IV – Plano de Ação; Etapa V – Execução do Plano de Ação; Etapa VI – Verificação dos Resultados; Etapa VII – Padronização; e Etapa VIII – Conclusão da Metodologia.

Como primeira etapa do MASP, realizou-se a “Identificação do problema”, a partir das equipes de S&OP envolvidas no monitoramento do giro de estoque e na gestão do produto escolhido na curva ABC. Dando continuidade, a segunda etapa consiste na “Observação do problema”, com o objetivo de encontrar as características do problema através da coleta de dados. Durante esta etapa, um *brainstorming* com as equipes foi realizado para validar as observações sobre o problema e certificar que a base de dados estava de acordo.

Na terceira etapa, referente a “Análise do problema”, foram identificadas as causas que influenciam no problema. Para estruturar esse processo utilizou-se a ferramenta diagrama de Ishikawa. Ainda nesta etapa, as demais equipes ligadas a gestão do produto analisado foram envolvidas e entrevistadas para elencar as possíveis causas. Na quarta etapa estipulou-se um “Plano de Ação”, para isso foi utilizada a ferramenta 5W1H. Para definir o plano de ação foram realizadas múltiplas reuniões, algumas envolvendo somente as equipes de S&OP e outras envolvendo demais áreas.

A quinta etapa, “Execução do plano de ação”, caracteriza-se por apresentar o Plano de Ação aos gestores por meio da realização de mais um *brainstorming*. As ações foram propostas com base no 5W1H. Esta etapa se caracteriza por aplicar as ações necessárias para a minimização do problema. A etapa de “Verificação dos resultados” foi feita mantendo o monitoramento pelo Power BI, verificando mês a mês os resultados obtidos e discutindo-os.

Após a verificação e validação da ferramenta, definiu-se junto às equipes de S&OP, a etapa de “Padronização” e atividades para evitar que o problema volte a acontecer. Por fim, na etapa de “Conclusão da metodologia”, retornou-se a cada etapa e analisou-se os resultados obtidos. Nesta última etapa, foi recapitulado, verificado, reavaliado e revistos os problemas levantados no presente trabalho, a fim de pontuar erros e acertos, refletir sobre as atividades propostas e garantir a melhoria contínua do processo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

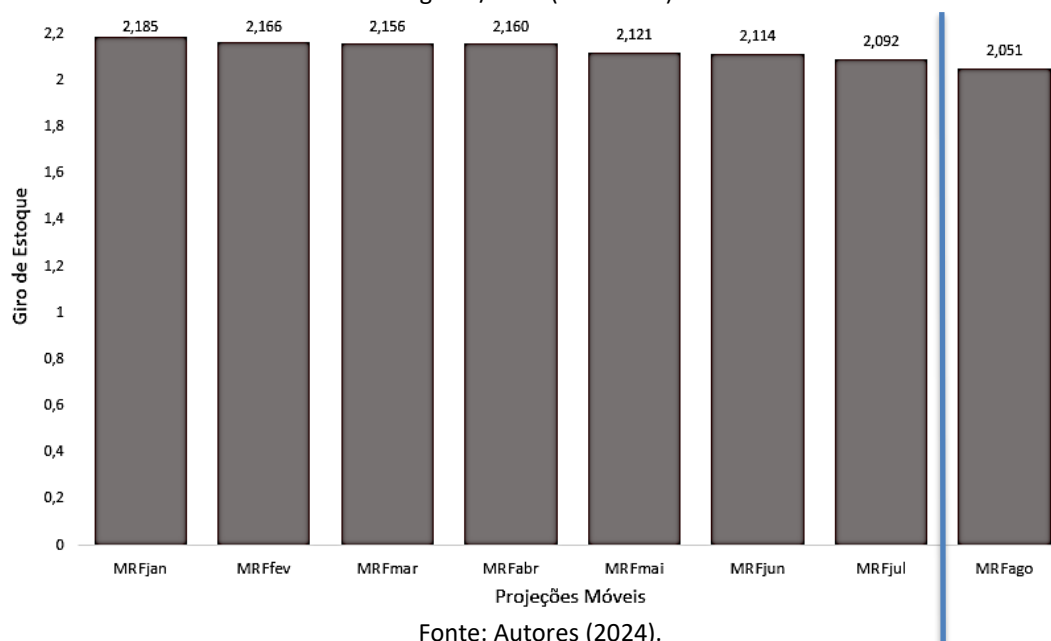
Iniciou-se a aplicação do MASP com a identificação do problema. Segundo os gestores, em entrevista, o giro de estoque é um problema recorrente e os valores projetados quando confrontados com valores reais se mostram com desvios significativos. Foi realizado um *brainstorming* sobre o estoque de carvão de modo a entender se ele estava superior ao que a equipe esperava e garantir que ações em cima deste item realmente têm o potencial de aumentar o giro de estoque da empresa.

Neste caso, o giro de estoque é calculado mês a mês, conforme Equação (1), cada cálculo deste está associado a uma *Most Recent Forecast (MRF)*, que são projeções móveis, sempre considerando os 12 meses do ano que está sendo analisado, por exemplo, a MRF_{fev} é a MRF realizada no mês de fevereiro, ela traz o estoque real de janeiro e é feita uma nova projeção para o restante dos meses; a MRF_{set} é realizada em setembro trazendo o estoque real de janeiro até agosto, e uma nova projeção para o restante dos meses.

Uma MRF de estoque é feita utilizando o sistema SAP pelas equipes das áreas operacionais. Para o carvão, por exemplo, a equipe da coqueria realiza a projeção, que é baseada nos resultados anteriores, na previsão de paradas programadas, no impacto de paradas não programadas, sobretudo a projeção de consumo, dentre outros fatores. A definição vem através de reuniões mensais onde a equipe chega a um consenso de previsão de estoque ponderando todos estes fatores. O estoque real por sua vez é consolidado pela controladoria baseado na quantidade que entra (compra ou desvios da unidade do Ceará), a quantidade que é utilizada na produção (monitorada por *softwares*) e a que sai (vendas ou desvio para o Ceará).

O cálculo do giro é realizado considerando todos os produtos que são estocados pela empresa (Figura 1).

Figura 1. Indicador giro de estoque que foi calculado em cada MRF até o então presente momento, agosto/2024 (barra azul)

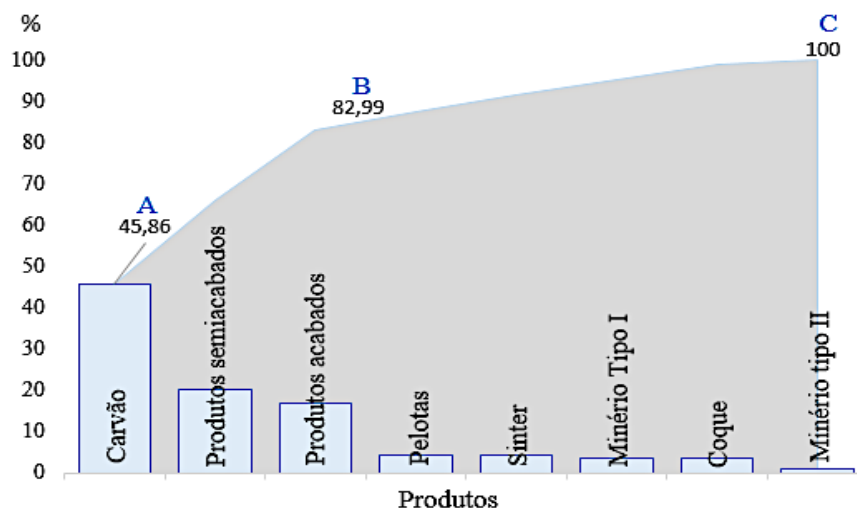


As novas projeções com base em valores reais (Figura 1), foram continuamente diminuindo o giro de estoque e aumentando a diferença para a previsão inicial do ano de 2024. Esta foi a situação que motivou as equipes a se mobilizarem para entender o problema e aplicar o MASP em busca de soluções. É essencial entender que este indicador considera sempre a média mensal de estoque dentro de um determinado ano analisado, ou seja, cada uma destas MRF's considera todos os 12 meses de 2024, sendo assim, o indicador só aumenta dentro de um determinado ano se o estoque real for menor do que o esperado, o que não é o ideal; e ele é reduzido se o estoque real é maior que o esperado, o que também não é bom já que a gestão depende das projeções.

Para realizar a análise do giro de estoque da empresa, foi necessário identificar quais matérias-primas compõem seus estoques. Segundo os dados da empresa, as principais são o carvão, coque, sínter, pelotas e diferentes tipos de minério. Outras matérias-primas envolvidas na produção de aço são o alumínio, zinco e outras ligas ferrosas.

Segundo informação a partir da entrevista realizada *in loco*, a quantidade de produto vendida da empresa permaneceu praticamente constante e dentro do previsto durante todo o período analisado. Desse modo, a análise do giro de estoque pôde ser reduzida somente às quantidades em estoque. Para determinar em qual parte do processo está havendo uma maior significância de estoque, foi feita uma análise a partir da curva ABC com os 8 itens que possuem maior representatividade em quantidade, sendo eles: carvão, coque, sínter, pelotas, dois tipos de minério, produtos acabados e produtos semiacabados. A Figura 2, a seguir, exibe a classificação a partir da análise ABC desses itens levando em consideração todo o ano 2024 analisado. Esta análise foi feita em agosto, assim, os 7 primeiros meses contam com os dados de estoque real, e os 5 meses futuros (agosto até dezembro) contam com os dados da projeção mais recente realizada.

Figura 2. Curva ABC para a matéria-prima



Fonte: Autores (2024).

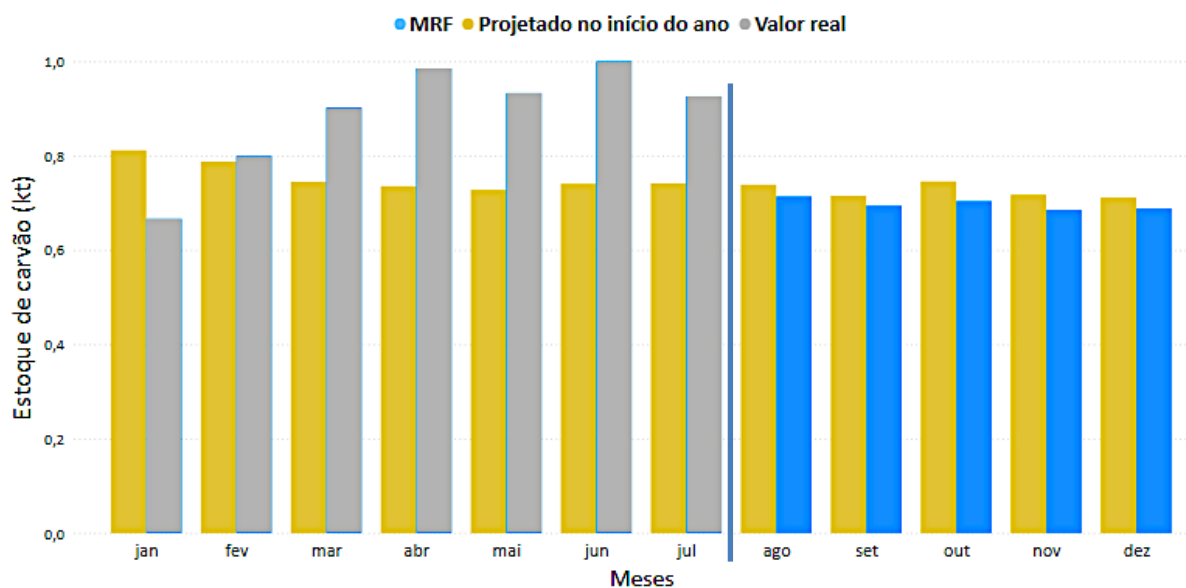
Após analisar a curva ABC, a equipe optou por focar as ações na redução do estoque de carvão, que apresenta uma participação de quase 50% do produto estocado e por consequência é o produto que mais interfere no giro de estoque.

Conforme destacado por de Oliveira et al. (2022), as complexidades existentes na gestão de empreendimentos fazem com que a utilização da curva ABC seja necessária para auxiliar no gerenciamento dos estoques. Quando utilizada no contexto da aplicação do MASP, a curva ABC pode possibilitar a verificação de problemas e auxiliar na tomada de ações para a redução do estoque, conforme destacado em Maciel e Loos (2024).

OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA

A partir dos dados das Figuras 1 e 2, iniciou-se a fase de observação que é responsável por fazer a descoberta das características do problema através da coleta dos dados. A Figura 3 mostra a discrepância entre os valores de estoque projetados no início do ano (janeiro/2024) e os valores de estoque real até julho, uma vez que o momento de análise era agosto. O eixo vertical da figura se inicia em zero e, por questão de sigilo, os valores foram normalizados.

Figura 3. Comparação do estoque real, projeções do ano e projeções móveis - MRF



Fonte: Autores (2024).

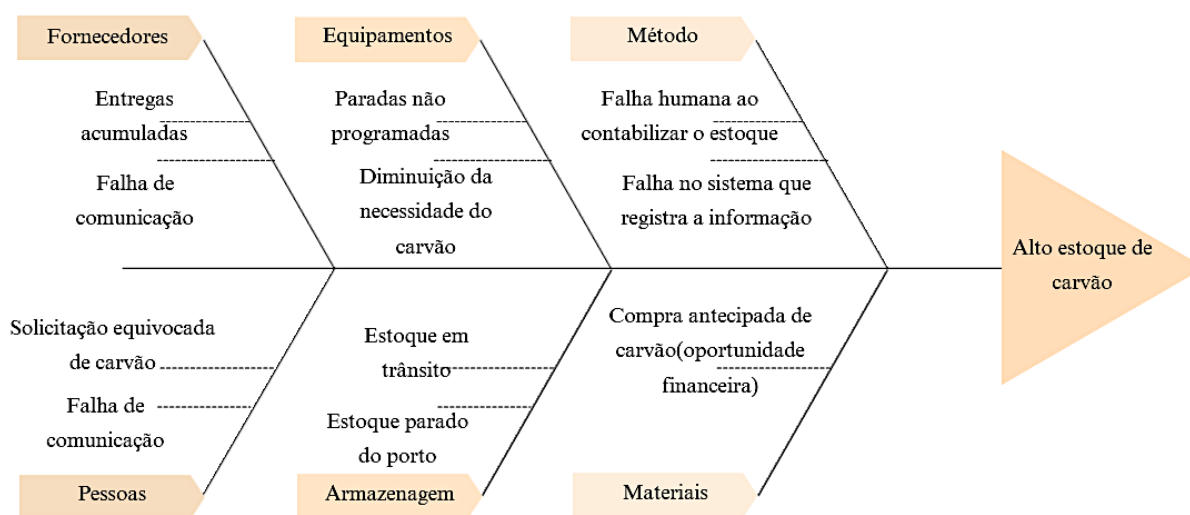
Observa-se (Figura 3) que o estoque real de carvão esteve, consideravelmente, maior que o estoque projetado entre março e julho. As projeções de agosto (então momento presente) até dezembro mantinham um certo otimismo já considerando que medidas precisam ser tomadas para equalizar o estoque ao projetado no início do ano. O aumento no valor real de estoque afeta o giro de estoque, uma vez que aumenta a média mensal de estoque no ano, aumentando também o valor do giro conforme Equação 1. Dessa forma, a diferença entre o que é projetado e o que é real influencia na gestão de estoque da empresa a longo e médio prazo quando se analisa o volume estocado ou o giro de estoque de um período.

Conforme observado por Ferreira (2017), a ausência de uma gestão eficiente dos estoques pode resultar em acúmulos desnecessários ocasionados pela falta de controle adequado na entrada e saída de materiais, o que impacta diretamente na saúde financeira da empresa. Por outro lado, os autores anteriores destacam que, práticas eficazes de gestão de estoques podem evitar desperdícios e assegurar a continuidade das operações de maneira otimizada e rentável.

ANÁLISE DAS CAUSAS

A terceira etapa do MASP consistiu na análise das causas do problema utilizando a ferramenta diagrama de Ishikawa. Esta ferramenta, quando utilizada no estudo de Garbi e Reis Filho (2021) possibilitou aos autores verificar as causas raízes de um problema de controle de estoque incluindo a possibilidade de estoque em excesso. Diversas reuniões com todas as gerências envolvidas foram realizadas a fim de levantar as principais possíveis causas (Figura 4).

Figura 4. Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autores (2024).

A análise da Figura 4 foi feita de forma conjunta com a equipe de S&OP a partir de um *brainstorming*. Dessa forma, a partir dessa ação, pôde-se concluir que a causa principal era o estoque em excesso nos navios no porto, pois havia uma fila no porto gerada por uma parada de berço de atracação por motivo de manutenção estrutural, iniciada em março. Um berço de atracação é uma área designada em um porto onde os navios atracam para carregar e descarregar mercadorias e realizar outras operações essenciais, como abastecimento de combustível e suprimentos.

Investigando a causa raiz mais a fundo, a partir da colaboração da equipe de S&OP identificou-se que com mais de seis meses de antecedência havia uma previsão desta parada programada de um dos dois berços do terminal portuário, entretanto a equipe responsável pela projeção do estoque de carvão da empresa não considerou o impacto que a parada de berço poderia trazer. Adicionalmente, houve imprevistos que prolongaram o período previsto de parada, gerando fila, justificando a divergência entre o projetado e o realizado de março até julho. Agravando o problema, essa situação gerou um *demurrage*. *Demurrage* é uma taxa cobrada pelo armador (proprietário do navio) ou pelo operador de transporte quando o tempo de utilização do navio ultrapassa o período contratado ou acordado (Storm, 2011). Cada dia com um navio parado em fila no porto gera *demurrage*, aumentando o custo de armazenamento de estoque.

PLANO DE AÇÃO

Dando sequência ao MASP, a próxima etapa é definir um plano de ação. Para tal foi utilizado a ferramenta 5W1H. Após a confirmação das causas fundamentais que afetam o estoque de carvão, levantou-se um plano de ação, no qual foi possível identificar variáveis como: por que a ação será proposta, quem será o responsável, quando a ação será realizada, como ela será feita e onde será realizada (Quadro 1).

Quadro 1. Plano de Ação 5W1H

O que?	Por que?	Quem?	Quando?	Como?	Onde?
Pagar e controlar o <i>demurrage</i>	<i>Demurrage</i> aumenta o custo	Equipe da Logística	Durante um evento que reflita em filas de navios	Pagando e registrando a contabilidade	Terminal Portuário
Postergar entregas futuras	Evitar mais filas enquanto o estoque está acima do previsto	Gerência portuária	A cada 2 meses enquanto a fila estiver acima da tolerância	Renegociando datas de entregas com os fornecedores	Instalações do Porto
Gerenciar estoque no pátio para priorizar o carvão	Possibilitar descarregar mais navios	Operadores ligados ao pátio de estoque de matérias primas	Quando o estoque do pátio atingir 95% da capacidade	Retirando matérias primas que podem ser alocadas em outro local	Pátio de matérias primas
Desviar navios em rota para a unidade do Ceará	Caso houvesse algum navio sem possibilidade de renegociação de data, renegociar o local de entrega	Equipes de S&OP e Logística de ambas as unidades	Quando uma postergação de entrega não for suficiente para a redução desejada de estoque/filas	Renegociando com os fornecedores e as equipes logísticas de ambas unidades	Da Unidade do Espírito Santo para a Unidade do Ceará

Fonte: Autores (2024).

Após a proposta do plano de ação, reuniões foram realizadas a fim de repassar o plano de ação para os colaboradores envolvidos. O plano de ação, busca resultados como o encontrado no trabalho de Ferreira e Freitas (2018), que estudaram uma otimização em gerenciamento de pátios de minério e obtiveram resultados positivos como, ganho de tempo em deslocamento do estoque.

EXECUÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

Como etapa seguinte do MASP veio a execução das ações. Apesar de ser um custo extra, *demurrages* são comuns no ambiente de usinas siderúrgicas e existe um planejamento e projeções para controlar a taxação. Apesar disso, com o contexto do problema em questão, os *demurrages* estavam atingindo valores de taxa 80% maiores em relação ao previsto. Para controlar o *demurrage*, a própria gerência portuária utiliza o sistema SAP, *softwares* e

planilhas. Na ocorrência de um *demurrage* o setor de controladoria é comunicado, contabiliza o valor, realiza o pagamento e comunica às demais equipes.

A postergação de entregas e o gerenciamento do pátio de matérias-primas estão alinhados a estratégias de Lean Manufacturing e Just-in-Time, frequentemente adotadas para otimizar estoques industriais (Mota Júnior, 2019). Além disso, a verificação dos resultados reforça a eficácia da ferramenta MASP na redução de desperdícios e melhoria contínua (Callefi & Genaro, 2016).

Para postergar entregas futuras, a equipe de logística utiliza o sistema TMS para alterar a data solicitada. Se necessário, a equipe pode entrar em contato com o fornecedor por meio de reuniões *online*. O tempo médio de trânsito de um navio até o terminal portuário é de 40 dias, portanto, adiar a entrega, provavelmente, só mostraria resultados no segundo mês após a ação. No entanto, essa foi a ação prioritária escolhida pela equipe por gerar menos custos e ser a mais simples de ser realizada no momento da análise.

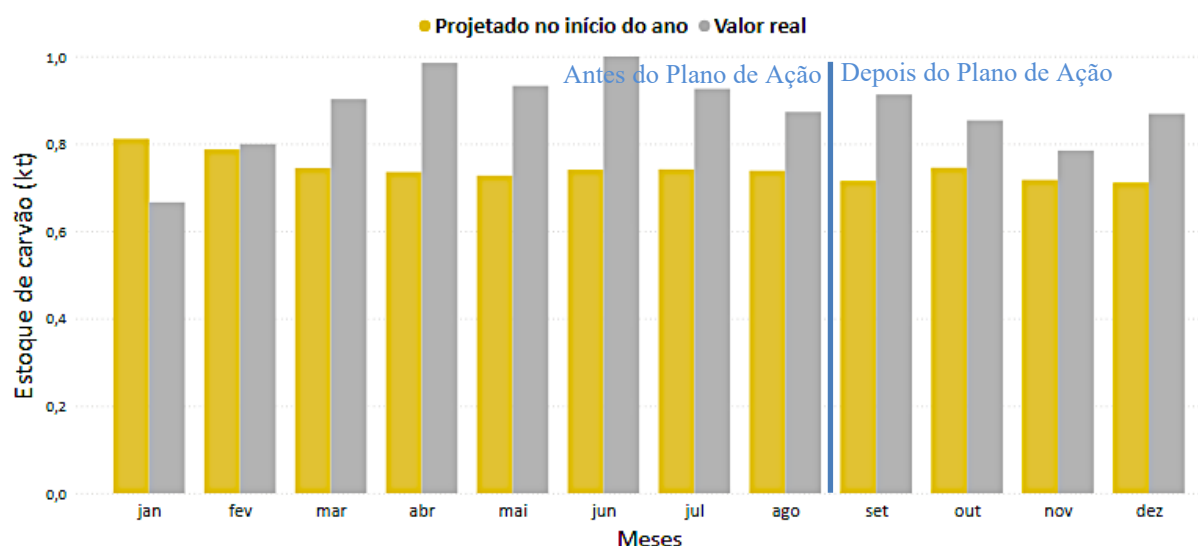
Para realizar o gerenciamento do pátio de matérias-primas, as gerências de controladoria, gestão de pátio, coqueria e S&OP se reúnem e definem qual a melhor solução para gerar um espaço e conseguir descarregar mais navios, sendo a prioridade nesta ação diminuir a fila. A solução encontrada foi retirar uma determinada matéria-prima que tinha possibilidade de ser estocada em uma parte externa à usina, liberando espaço no pátio para o carvão.

A ação de desviar o carvão para o Ceará, ou até mesmo outras matérias-primas, visando evitar o aumento da fila, ficou sendo uma alternativa à ação de postergação de navios e foi cogitada e aprovada a possibilidade de desviar para unidades internacionais, e não só para a unidade do Ceará. O desvio é programado no mesmo sistema que a postergação, porém a decisão precisa ser discutida e aprovada com a equipe de logística da unidade para a qual se deseja que o desvio ocorra. Entretanto, para o período de estudo, somente a postergação foi uma ação suficiente, e já em outubro foi tomada a decisão de não realizar desvios. Dessa forma, a ação contínua proposta para momentos futuros e oportunos.

VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

A etapa de verificação foi feita após o fechamento do ano 2024 (Figura 5).

Figura 5. Estoque real e estoque projetado em todo o ano de 2024



Fonte: Autores (2024).

A liberação de espaço no pátio já havia sido executada, contribuindo para a descarga de mais navios, entretanto, como seu resultado é apenas transferir o estoque dos navios para o pátio, o resultado dessa ação não demonstrará efeito na Figura 5, pois a quantidade em estoque total não se altera. Com isso, a única ação realizada que tem a capacidade de reduzir o estoque total de carvão são as postergações.

No mês de setembro, o estoque realizado aumenta um pouco em relação a agosto. A não melhora neste mês se deve ao longo prazo demandado para que a ação de postergação possa ser colocada em prática. Em outubro os primeiros resultados da ação começam a aparecer, uma redução de 6,5% em relação ao estoque realizado no mês de setembro. Em novembro a redução foi de 8,1% em relação ao valor de outubro. A diferença entre o realizado e o projetado em setembro era de 27,7%, para novembro esta diferença caiu para 9,3%, garantindo uma melhor correspondência do realizado para o projetado no início do ano ao longo destes 3 meses.

Em dezembro, o estoque realizado volta a crescer e se afastar do projetado, sofrendo um aumento de 10,7% em relação ao mês de novembro. Através de outra entrevista *in loco*, a equipe de S&OP relata que o resultado controverso em dezembro se deve na verdade por uma oportunidade de compra, isto é, quando propositalmente se adquire mais carvão visando uma vantagem financeira no negócio. Portanto, para fins de análise da aplicação do método, no mês de dezembro é interessante desconsiderar o valor desta compra. Nesse caso, o valor do estoque total de carvão estaria apenas 4,5% maior do que o projetado no início do ano, garantindo a continuidade dos bons resultados da ação.

Pesquisas como a de Callefi Genaro (2016) demonstram que a aplicação do MASP com ferramentas como 5W1H e diagrama de Ishikawa podem contribuir para a melhoria da eficiência dos processos industriais. No presente estudo, a redução do estoque também pode ser atribuída a um diagnóstico preciso das causas do problema.

Com esses resultados de redução de estoque, o indicador giro de estoque se estabilizou nos meses finais do ano, fechando em 2,001, isso considerando a oportunidade de compra mencionada. A projeção de giro de estoque para o ano seguinte pôde ser feita normalmente, sendo 2,195, valor ainda maior que o ano de 2024, que foi de 2,185 (Figura 1).

Torna-se importante lembrar que este indicador considera sempre a média mensal de estoque dentro de um determinado ano analisado, sendo assim é inviável recuperar o giro de estoque projetado no ano corrente tomando ações nos meses finais, uma vez que o realizado até aquele momento esteve acima do estoque projetado e elevou o indicador. Por outro lado, é perfeitamente possível recuperar as expectativas do valor do giro para o ano seguinte.

PADRONIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

A etapa de Padronização foi pensada focada em estabelecer métodos de previsão de filas no porto causadas por parada de berço. Nesta fase, foi criada a chamada *squad*, onde uma equipe com integrantes de diferentes áreas, se reúnem exclusivamente para tratar desse assunto. Toda vez que houver uma parada de berço programada, a *squad* se reúne para prever o impacto de forma mais assertiva. A *squad* também tem a liberdade de criar documentos de acesso compartilhado para controle.

Uma outra solução com o mesmo objetivo, foi a implementação de um sistema de controle de navios utilizando o *software* Analytics Planning Schedule, que antes era realizado através de uma planilha conhecida como Abaco, que não foi descontinuada, e sim sofreu melhorias.

Além disso, foi desenvolvido um novo sistema de equipamentos de desempilhamento e carregamento de matéria-prima dentro do pátio, com isso será facilitado o remanejamento de matérias-primas internamente.

Outra medida de padronização foi publicar o Power BI que mostra os gráficos de giro de estoque e estoque real, mantendo-o atualizado a cada mês, assim que as informações de estoque realizado e de projeção móvel são divulgadas. Esse sistema passou por melhorias no arquivo para que pudesse ser divulgado, deste modo, colaboradores de qualquer área podem acessar, garantindo uma melhora no fluxo da informação.

CONCLUSÃO DA METODOLOGIA

No início do estudo era sabido apenas que o indicador giro de estoque estava apresentando maus resultados, e, a partir disso, foi escolhido o item mais relevante para observar e aplicar ações, o carvão. Observou-se que esta matéria prima é a mais representativa no estoque, com divergência entre o estoque real e o estoque projetado e que contribuiu para a diminuição no giro de estoque.

Posteriormente, após análise do problema, percebeu-se que a principal causa do problema era estoque parado, gerando custo diariamente e impossibilitado o carvão de ser descarregado no pátio. A causa desse problema foi entendida como uma má previsão feita acerca de um evento que era programado e se tinha conhecimento.

Com intuito de minimizar o problema, elaborou-se um plano de ação, ao qual foi executado com apoio dos colaboradores ligados de alguma forma ao estoque e produção de carvão. Foram verificados e validados os resultados obtidos com a execução do plano de ação e, por fim, adaptou-se à rotina da empresa novas atividades e sistemas a fim de evitar que o mesmo problema se repita, e caso se repita, seja solucionado mais facilmente e em menos tempo.

CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia de análise e solução de problemas (MASP) na gestão de estoque deste estudo revelou-se uma abordagem eficaz para identificar e solucionar problemas relacionados ao baixo giro de estoque. Ao seguir as etapas estruturadas do MASP, foi possível diagnosticar as causas raízes dos problemas, implementar soluções adequadas e acompanhar os resultados de forma contínua.

Os resultados obtidos evidenciam que a metodologia MASP, aplicada ao controle de estoque do carvão, contribuiu significativamente para a diminuição de estoque, menor discrepância entre o que é projetado e o que é realizado, e como consequência, uma melhoria do giro de estoque, reduzindo excessos e promovendo uma gestão mais eficiente dos recursos. Além disso, a utilização do MASP facilitou a identificação de práticas inadequadas, o que resultou em um melhor desempenho operacional e financeiro da empresa.

O estudo também ressalta a importância de um monitoramento constante e da capacitação dos colaboradores para garantir a sustentabilidade das melhorias implementadas. Com base nos resultados positivos alcançados é possível supor que a aplicação do MASP na gestão de estoque pode ser uma estratégia fundamental para empresas que buscam aumentar a eficiência operacional, alcançar um melhor desempenho econômico e melhoria de processos. Dessa forma, a metodologia utilizada no presente trabalho e as ferramentas geradas não se limitam à presente pesquisa, podendo ser utilizada como referência por outros pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- Andrade, J. (2024). E crise na China coloca Vale (VALE3) e siderúrgicas contra a parede. E agora? *E-Investidor*. Recuperado de: <https://einvestidor.estadao.com.br/mercado/crise-na-china-efeito-vale-vale3-e-siderurgicas/>
- Batista, F. de O. & Moreira Junior, H. (2022). As exportações de minério de ferro brasileiro para a China: Atração de investimentos externos e impactos para o território e sociedade paraense. *Fronteira: Revista de Iniciação Científica em Relações Internacionais*, 21(41), 179-203.
- Batistiani, J. A. (2013). Mapeamento da gestão do conhecimento por meio das ferramentas da gestão da qualidade em micro e pequenas empresas [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Tecnológica do Paraná].
- Bueno, D. C. & Zorzo, A. (2024). A eficiência na gestão de estoques como fator de obtenção de lucro nas empresas. *European Academic Research*, 12(3), 260-270.
- Callefi, M. H. B. M. & Genaro Chiroli, D. M. (2016). Aplicação do MASP para redução de retrabalhos- estudo de caso em uma indústria de comunicação visual. *Revista Gestão Industrial*, 12(3).
- Campos, V. F. (2013). Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia (9ª ed.). Nova Lima: *Falconi*.
- Cantele, M., Miri, D. H., dos Reis, Z. C., de Campos Machado, V., Ganzer, P. P., Chais, C., ... & Olea, P. M. (2020). Gestão dos produtos com baixo giro de estoque em uma indústria de médio porte do setor elétrico. *Revista Gestão em Análise*, 9(3), 137-149.
- Oliveira, M. E. C. P., Silva, L. V. I., Lima, R. K. A., & Neto, L. G. R. (2022). Aplicação das ferramentas da qualidade para elaboração de um planejamento gerencial dirigido à gestão de estoque: estudo de caso de uma empresa de varejo. *Revista Gestão e Organizações*, 7(3), 01-16.
- Ferreira, A. B. (2017). Problema logístico de estoque: um estudo de caso em uma distribuidora de ferramentas [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná].
- Ferreira, M. R. & Freitas, A. C. (2018). Sistema de gestão de estoque em tempo real para pátios de minério. *Anais do 22º Seminário de Automação e TI, parte integrante da ABM Week*, São Paulo, SP, Brasil.
- Gaigher, H. A. & de Cassia Feroni, R. (2021). Aplicação da metodologia de análise e resolução de problemas (MASP) em uma indústria montadora automotiva. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(5), 183-193.
- Garbi, J. P. S. & Reis Filho, R. R. (2021). Estudo e melhoria do controle de estoque evitando perdas e divergências em um supermercado. *Revista Interface Tecnológica*, 18(2), 587-599.
- Gomes, R. P. & Milan, W. W. (2017). Gestão de estoque pelo método do estoque máximo-mínimo em uma empresa de médio porte do ramo de revenda de combustível em Carneirinho-MG. *Revista Eletrônica Organizações e Sociedade*, 6(5), 19-36.
- Instituto Brasileiro de Mineração. (2024). Recuperado de: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2024/07/20240710_Coletiva-de-Imprensa-Resultados-1S24_V1.pdf
- Mota Jr., R. C. (2019). Avaliação de implementação lean manufacturing: estudo de caso no setor de manutenção de uma siderúrgica de grande porte. *Revista Produção Online*, 19(3), 981-1000.
- Maciel, A. dos S. & Loos, M. J. (2024). Aplicação de ferramenta MASP para evitar rupturas no estoque de uma usina siderúrgica. *Seven International Engineering Congress*.
- Moreira, D. A. (2012). Administração da produção e operações (2ª ed. rev. e ampl.). Cengage Learning.
- Paiva, I. & Nakamura, J. (2024). Exportações e investimentos: como a situação da economia da China pode impactar o Brasil. *CNN Brasil*. Recuperado de: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/exportacoes-e-investimentos-como-a-situacao-da-economia-da-china-pode-impactar-o-brasil/>
- Pires, J. G. C. (2014). Aprendizagem organizacional através da metodologia de solução de problemas - MASP. *Revista de Administração da FATEA*, 9(9), 84-100.
- Pozo, H. (2010). Administração de recursos materiais e patrimoniais: Uma abordagem logística (6ª ed.). *Atlas*.
- Rodrigues, J. B. & Feroni, R. C. (2020). Planejamento e controle da produção em uma empresa alimentícia de pequeno porte. *Revista Gestão Industrial*, 16(1).
- Santa Ana, M. D. F. (2021). A Curva ABC na gestão de estoque. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), 53737-53749.
- Santos, R. C. D. V. D. (2021). Contribuição do setor mineral no produto interno bruto brasileiro. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*. Brasília: *Ipea*.
- Silva, B. W. (2019). *Gestão de estoques: Planejamento, execução e controle* (2ª ed.). BWS Consultoria.
- Silva, I. C. M. (2024). *Melhoria da gestão de estoque em uma linha de produção siderúrgica: Estratégias para redução de discrepâncias de estoque e aumento da eficiência operacional* [Trabalho de Conclusão de Curso].
- Storm, R. (2011). Controlling container demurrage and detention through information sharing [Tese de Mestrado, Rotterdam School of Management].
- Szabo, V. (2015). Gestão de estoques. *Pearson Education do Brasil*.
- Theodoro, D. H. O., dos Santos, T. M., Jr., J. M. R., & Neto, J. M. A. (2024). Planejamento e Controle de Estoque nas Empresas: Revisão Bibliográfica. *Prospectus*, 6(1), 699-769.