APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DE ESTOQUES DENTRO DO FRAMEWORK DMAIC, COMO ESTRATÉGIA DE MELHORIA DOS PROCESSOS DE SUPRIMENTOS DE EMBALAGENS

Englesson Jhone Moraes de Araújo Moreira de Assis (PUCPR) englesson46@gmail.com
Francisco Tiago Araújo Barbosa (UFPB) francisco.tiago2@academico.ufpb.br

Resumo

A pesquisa visa à implementação da metodologia *Lean Six Sigma*, com destaque para o framework DMAIC. O intuito é explanar os impactos operacionais, redução de custos, eficiência das operações, destacando os métodos aplicados nos processos de melhoria, análise da curva ABC, FIFO e FEFO. O Objetivo do estudo é melhorar a precisão do estoque sistemático e físico, nomeadamente acuracidade, implementando melhorias estruturais e aplicando métodos de gestão de estoques. A pesquisa justifica-se pela necessidade de um corpo de conhecimento prático para melhorar os processos organizacionais na gestão da qualidade de serviços. Tendo em vista que as divergências de estoques ocasionam perdas nas vendas, oneração operacional, e no caso estudado, a falta do insumo pode causar paradas na produção. A metodologia aplicada foi o *framework* do *Lean Six Sigma* DMAIC, em um estudo de caso único de caráter descritivo. A coleta dos dados foi visitas *in loco* e revisão da literatura sobre o tema. Pesquisa quali-quantitativa com objetivos exploratórios. Os resultados alcançaram uma melhoria no processo de gestão de estoques no âmbito de inventários em 54,70%, saindo de 17,39% para 72,09% de janeiro a dezembro de 2023. Foram conduzidas melhorias estruturais com implementação de verticalização da área de armazenamento, aplicação dos três primeiros sensos do 5S, utilização, ordenação e limpeza, o que garante um ambiente de trabalho mais eficiente e que proporciona melhor qualidade nas operações do colaborador.

Palavras-Chaves: *DMAIC, Gestão de estoques. Lean Six Sigma. Logística inbound*

1. Introdução

As indústrias exigem diversos tipos de insumos para transformarem em produtos no seu processo de fabricação. A partir disso, a logística de abastecimento da indústria, nomeadamente logística industrial, sendo a atividade de abastecimento das linhas de produção

e carga e descarga de insumos, são direcionadores de atendimento ao cliente, exigindo processos bem definidos e métodos de gestão (Barbosa et.al., 2023).

As indústrias de laticínio necessitam de diversos insumos em seus processos produtivos. Com base nas atividades da logística interna, estoque, inventário, transporte dentro da fábrica, descarga de matérias, sendo imprescindível melhorar seus processos, para otimizar os recursos necessários para atender a expectativa do cliente (Naqi; Jang, 2019). Por tanto, o acompanhamento dos estoques, dos inventários, dos posicionamentos dos insumos tem um impacto nos custos do produto (Saez-Mas et al., 2020).

Melhorar os processos logísticos internos é necessário e consiste em um diferencial competitivo. Aumentar o desempenho das cadeias de abastecimento na indústria tem sido objeto de estudo, empresas cimentícias (Diliberto et al., 2020; Agudelo, 2009), reduzir o *lead time*, reduzir custos (Trakulsunti et al., 2023), separação de matérias (Amorim-Lopes; Guimarães; Alves; Almada-Lobo, 2021), posicionamento de estoque em picking (Chen et al., 2015). Cuidados na seleção de fornecedores de semicondutores e periféricos eletrônicos (Chen; Wang; Tan, 2019).

Para garantir que o fluxo de abastecimento seja fluido, é necessária uma boa gestão de estoques, trabalhando métodos de controle, FIFO, FEFO, curva ABC (Barbosa; Cavalcante, 2022; Barbosa; Costa, 2023), métodos de análises estatísticas (Barbosa; Peruchi; Junior, 2023; Barbosa et.al., 2023), utilização do *framework* DMAIC (Barbosa et. al., 2023). Porém o método DMAIC é utilizado em diversas áreas. Estudos utilizando metal 410 para melhorar a qualidade dos produtos, o estudo também utiliza um pacote de ferramentas da qualidade, como diagrama de Ishikawa 5W2H, 5 por quês (Khanzode; Sarma; Goswami, 2023; Pacana; Siwiec, 2021).

O DMAIC é um pacote de ferramentas robustos, que de forma estruturada estratifica e busca as causas raízes (Barbosa et. at., 2023), busca melhorar processos e reduzir o tempo de fluxo (Gutierrez 2016), aplicações de projetos de melhoria contínua na gestão de logística e estoques reduzem custos operacionais (Trakulsunti et al., 2023), a gestão de estoques e logística interna é fundamental para melhorar os impactos na cadeia de suprimentos, e otimizar as receitas (Dey; Malesios, 2019). Otimização de cortes em uma célula de produção de painéis de madeira (Hardy; Kundu; Latif, 2021).

Notadamente o *lean* tem sido aplicado na logística, sendo comum sua associação ao *six sigma* (Zhang et al., 2016; Carvalho et al., 2017). Nesse contexto o método vem sendo adotado

amplamente na cadeia de suprimentos, Rehman et al. (2018) associaram o DMAIC a ferramentas para análise multicritério de forma a priorizar as melhorias em toda a cadeia. Melhoria dos processos sustentáveis utilizando o *lean six sigma* (Erdil; Aktas; Arani, 2018).

O Objetivo do estudo é melhorar a precisão do estoque sistemático e físico, nomeadamente acuracidade, implementando melhorias estruturais e aplicando métodos de gestão de estoques. A pesquisa justifica-se pela necessidade de um corpo de conhecimento prático para melhorar os processos organizacionais na gestão da qualidade de serviços.

Está dividido de uma forma lógica, sendo; Introdução, procedimentos metodológicos, resultados são relatados na seção 4 de acordo com a aplicação pratica das etapas do DMAIC, por fim, conclusões.

2. Procedimentos metodológicos.

Nessa seção apresenta-se a metodologia adotada. Tipo de pesquisa, estudo de caso único de natureza aplicada, com objetivos exploratórios, qualitativos e quantitativos, de caráter descritivo. O estudo de caso foi realizado em uma empresa de alimentos, ou seja, em um único lugar, uma única organização e um único evento.

O estudo de caso foi realizado para melhorar a gestão de estoques, aplicação de inventários e comportamento das atividades relacionadas às etapas desde o recebimento à expedição de embalagens, implementando soluções e melhorando os processos. Documentar um estudo de caso apoiado na literatura existente aumenta a soma de conhecimento existente para futuros (Gijo; Scaria; Antony, 2011).

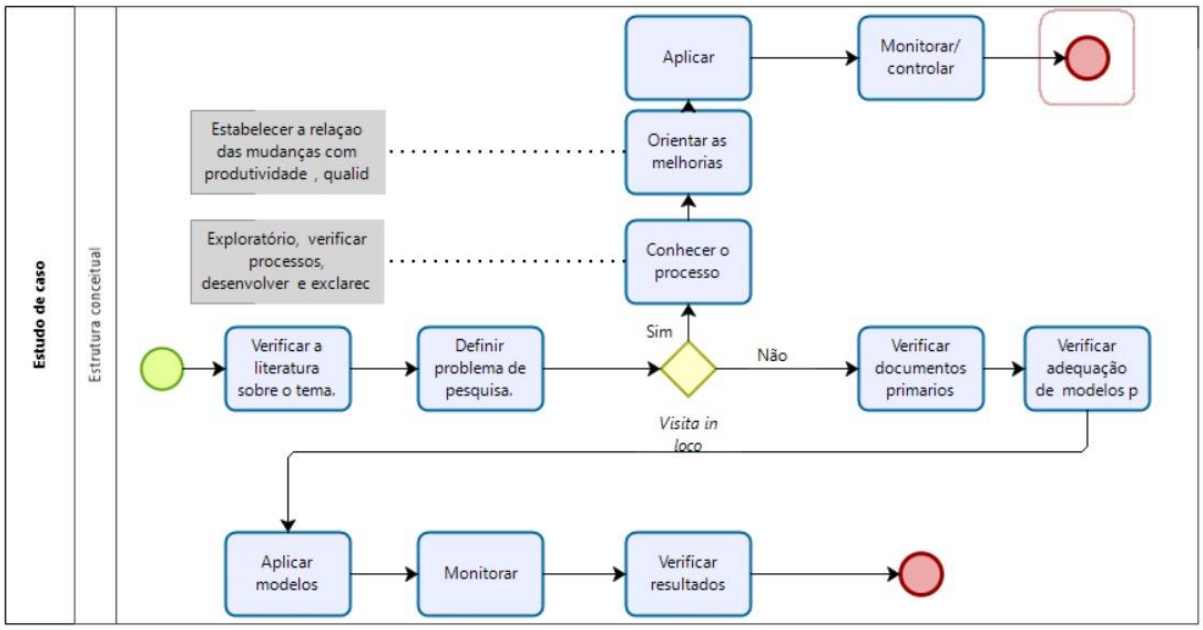
Foi realizada coleta de dados detalhada, analisando o desempenho da gestão de estoques atual. Nesse processo, ferramentas como planilhas de dados e gráficos são empregadas para reunir informações relevantes. A coleta abrangente de dados desempenha um papel fundamental na identificação de áreas problemáticas e na obtenção de uma compreensão mais profunda da extensão dos desafios enfrentados (Siegel et al., 2019). A análise das tendências resultantes auxilia na identificação precisa das áreas prioritárias de foco para a subsequente fase de melhoria.

O autor Bai Yan et al. (2023) cita a metodologia *six sigma* e seu principal *framework* DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), onde são usados ferramentas e métodos para

identificar e melhorar as causas de problemas. Na fase de definição, são definidos os participantes, o escopo, as metas e os resultados.

Na fase de mensuração, os dados iniciais são medidos; na fase de análise, os dados são analisados e se procura a causa. Na fase de melhoria, os planos de ação são aplicados e o processo é melhorado. Na fase de controle, são utilizadas ferramentas para controlar o processo (Barcia; Garcia; Abad, 2022).

Figura 1: Fluxo estudo de caso



Fonte: adaptado de (BARBOSA et. al., 2023)

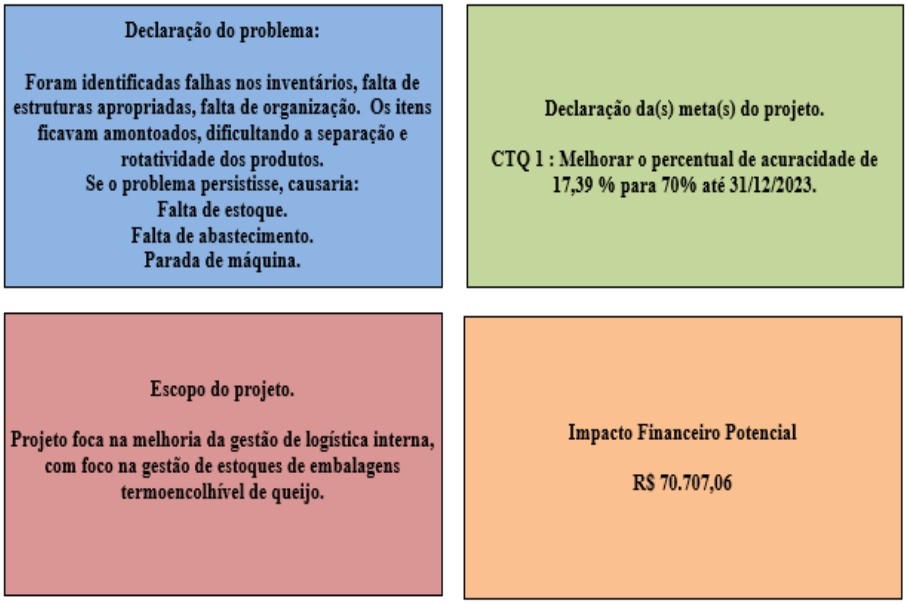
Fluxo do processo de estudo de caso acima demonstra as atividades dos pesquisadores em consonância com o time da organização estudada. Inicialmente foram realizadas visitas *in loco*, reuniões com a liderança. Definindo-se os processos para aplicação do DMAIC.

3. Resultados

3.1 Definição

Esta seção explica a metodologia adotada. A equipe de projeto foi composta por um *black belt* e dois, *green belt*, que observaram os processos de gestão de estoques em uma empresa de alimentos, mapeando os processos, levantando os pontos críticos, analisando, propondo e implementando melhorias. Através das ações implementadas, o estudo de caso foi desenvolvido, paralelamente à implementação teórica e prática do projeto de melhoria. As figuras 2 e 3 representam de forma didática o contrato de projeto.

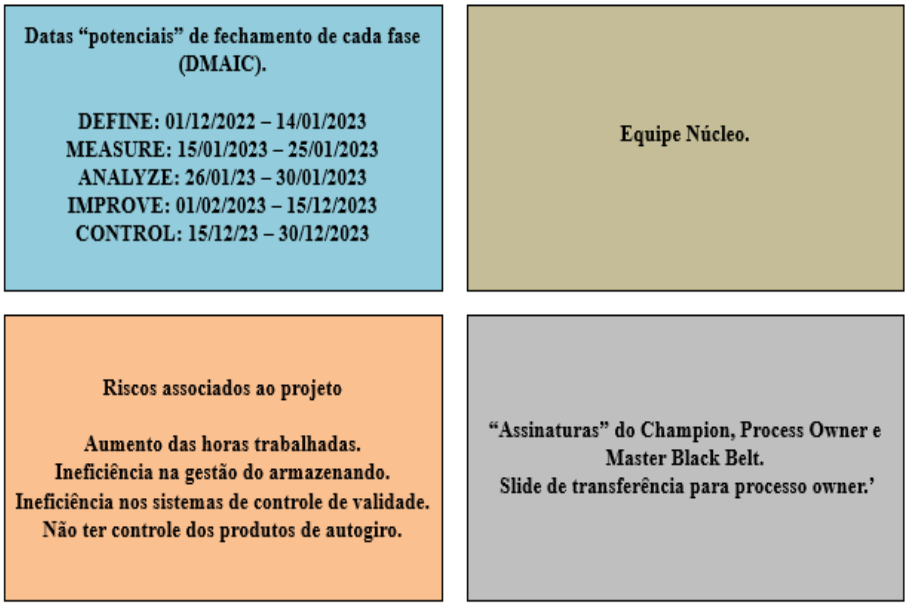
Figura 2: Fases iniciais do contrato de projeto



Fonte: Autores (2022)

O contrato do projeto é onde especificasse o problema, a meta do projeto, onde a equipe irá atuar através do escopo do projeto, da figura 2, o impacto financeiro. O resultado final não pode ser exposto. Na figura 3, as demais fases do contrato de projeto.

Figura 3: Segunda parte do contrato de projeto

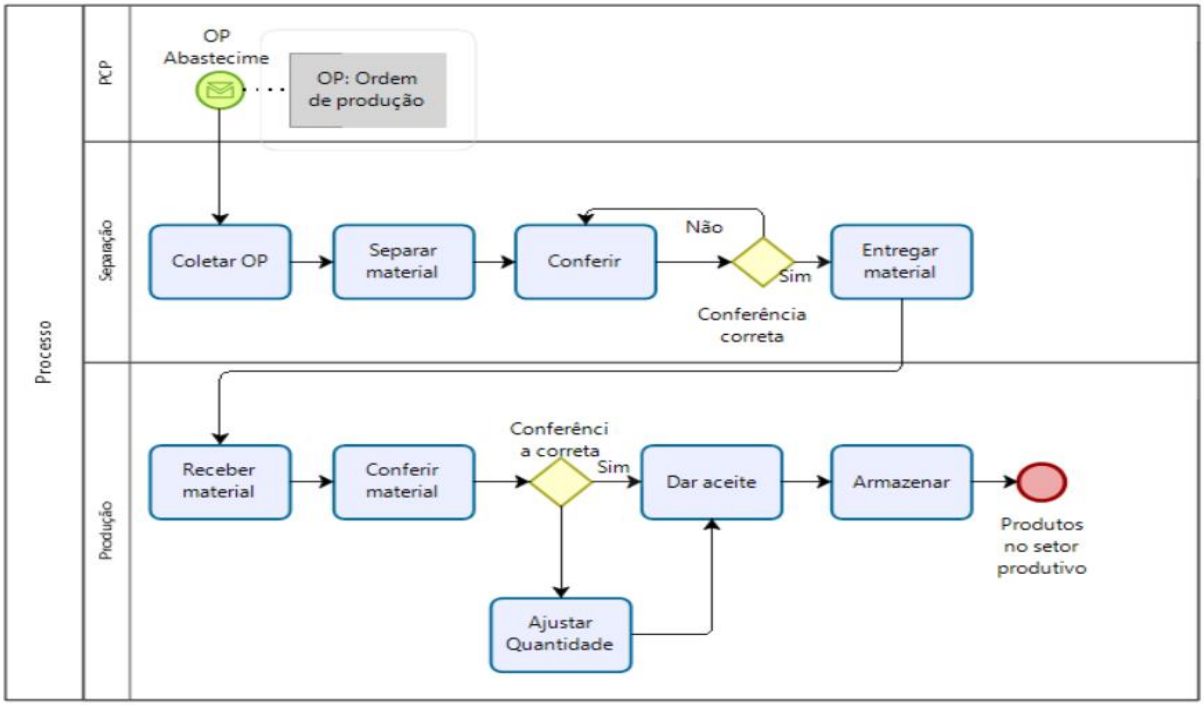


Fonte: Autores (2023)

A fase final apresenta o período de realização do projeto, assim como os riscos associados. Na fase de definição, foi montada a meta e apresentada à equipe. A partir desse momento, a equipe foi para o processo logístico, observou-se o estado atual da operação de recebimento,

armazenamento, controle, separação, consolidação, carregamento e entrega no setor produtivo. Na figura 4, fluxo do processo.

Figura 4: Fluxo do processo de recebimento ao abastecimeto



Fonte: Autores (2023)

A partir do mapeamento do fluxo de atividades, é necessário que o time entenda suas responsabilidades. Com as atividades definidas, foram selecionadas melhorias em todas as atividades.

3.2 Mensuração

No âmbito de um projeto de melhoria contínua, a fase inicial envolve a identificação de problemas essenciais. Os desafios em questão incluem, falta de estrutura, armazenamento, controle do FIFO, qualificação adequada, para a equipe responsável pela movimentação, entrada e saída do produto, localizada em câmara fria, destinada a rótulos e embalagens, assim como, uma cultura organizacional, que favoreça metodologias de controle de estoque, segregação de matérias-primas e logística reversa para produtos descontinuados.

A Figura 2: destaca o cenário anterior, de armazenamento de embalagens em uma câmara de estocagem em temperatura de 18º a 24º graus, onde prateleiras de madeiras eram utilizadas para separar os produtos no local. A imagem mostra não conformidades (nc), falta de

organização do ambiente, o que por sua vez, poderia desencadear uma série de falhas nos processos, relacionados a distribuição e armazenagem dos produtos.

Figura 5: Deposito de embalagens termo sensíveis



Fonte: Deposito de embalagens etapa de mensuração (2022)

As imagens acima retratam a ausência de gerenciamento no local de armazenamento das embalagens termoencolhíveis. É perceptível a falta de aplicação de métodos adequados tanto no manuseio quanto na armazenagem dos produtos.

Figura 5, imagem F-1, a câmara fria de rótulos e embalagens não possuía estruturas adequadas para armazenamento. Os produtos eram organizados de forma improvisada em prateleiras de madeira, tanto na parte superior como na inferior. No período de recebimento, os produtos eram posicionados na parte central da câmara, às vezes alterando o FEFO, frequentemente ficando fora do padrão. Além disso, a formação de lotes era realizada sem padrão, o que consequentemente ocasionava danos às caixas situadas na base da pilha.

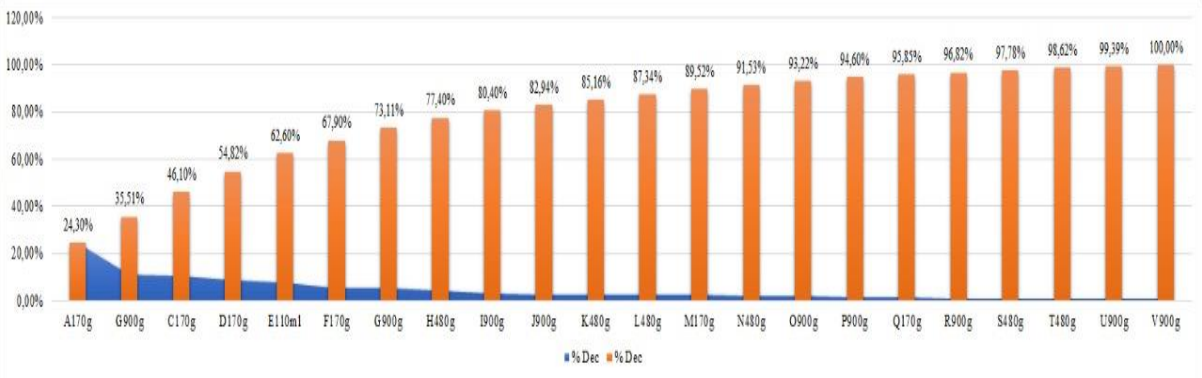
F-2 a F-10, falta de estruturas adequadas, procedimentos específicos, ausência de padronização. Práticas ineficientes de armazenamento resultam em dificuldades no processo de inventário. Materiais recém-chegados são armazenados de maneira relaxada por motivos de espaço no local de armazenagem, quebrando o FEFO ocasionando desperdícios, obsolescência, oneração operacional. Além de resíduos espalhados pelo chão, pranchetas deixadas pela equipe após o processo de organização e caixarias que desconsideram a aplicação do FEFO. No cenário, os produtos são colocados de maneira excessiva, sem considerar qualquer padrão, como altura, dificultando inventário, movimentação da equipe, manipulação de produtos, separação, desrespeitando as regras de *Shelf Life*.

A desorganização na disposição de produtos no ambiente de armazenamento não apenas compromete a eficiência operacional, mas também acarreta prejuízos financeiros decorrentes de perdas, danos e obsolescência de materiais. Além disso, a identificação e localização de itens específicos torna-se uma tarefa árdua e lenta, impactando na qualidade do atendimento ao cliente.

A falta de padrão de armazenamento torna-se ainda mais problemático à medida que a empresa busca atender as demandas do cliente. A inexistência de critérios claros para a disposição de produtos prejudica a otimização do espaço disponível, o que, por sua vez, pode levar à necessidade de investimentos adicionais em estruturas. Falta de inventários periódicos afeta a precisão dos registros de inventário, comprometendo planejamentos para recebimentos futuros, processos de inventários e busca de informações em caso de necessidades. Isso aumenta o risco de escassez ou excesso de estoque, com efeitos diretos na satisfação do cliente e nos custos operacionais.

Nesse contexto, é inegável que existam decisões que reformulem as práticas de armazenamento, uma gestão de estoque eficiente não apenas melhora a operação logística, mas também contribui para a redução de custos, aumentando a satisfação do cliente. Figura 6, Pareto das saídas de produtos.

Figura 6: Pareto do fluxo de saída de material em curva ABC



Fonte: Autores (2023)

De acordo com os resultados representado a partir da análise de Pareto, observasse que os primeiros 5 itens, classificados com itens de curva A, uma vez que eles são apresentados como principais impulsionadores, representando 62% do valor total das movimentações dos produtos, desempenhando um papel crítico no financeiro da empresa. Tabela 1, valor, acuracidade do estado inicial do projeto.

Tabela 1: Valor e acuracidade do estado inicial do projeto

Ano	Mês	Acuracidade	Custos Positivos	Custos Negativos
2022	Dezembro	15%	R$ 53.008,00	-R$ 17.683,46

Fonte: Autores (2023)

Pode se observar que a acurácia do inventário realizado no início do projeto foi registrada em apenas 15%, indicando que apenas uma fração dos produtos estava correta. As inconsistências na tabela mostram que há uma deficiência na gestão do estoque, o que reforça a importância de melhorias para garantir eficiência durante o manuseio dos produtos disponíveis, uma vez que um estoque deficiente se apresenta como ameaça para atender as demandas dos clientes. Figura 7, Custo falta e sobras.

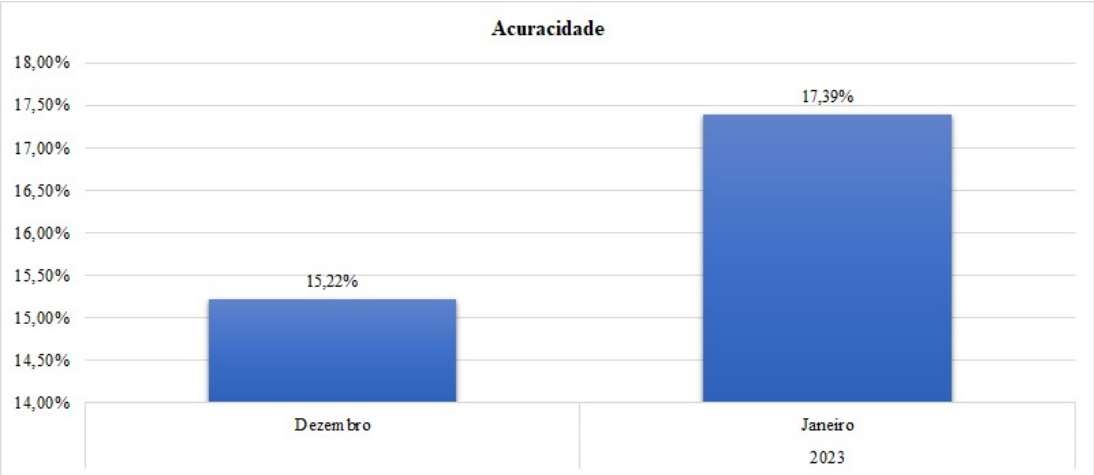
Figura 7: Custo faltas e sobras, início do projeto



Fonte: Autores (2023)

O gráfico na figura 7 apresenta o valor de sobras e faltas financeiras ocasionadas pela falta de gestão de estoques, ocasionando compras desnecessárias que interferem diretamente no controle da validade dos produtos armazenados. Em virtude do estoque sistemático ter uma quantidade inferior à quantidade física. Outro ponto importante, são as faltas. Esse processo de faltas interfere diretamente na análise de compras e suprimentos de matéria-prima, já que, fisicamente, se tem uma quantidade inferior ao sistema, interferindo no ponto de pedido, ou seja, pode faltar o produto físico. Figura 8, acuracidade inicial. Figura 8, Acuracidade inicial.

Figura 8: Acuracidade do estado inicial do Projeto



Fonte: Autores (2023)

Estoque é o ativo utilizado nas indústrias para transformar em produto acabado no intuito de ter retorno financeiro. Toda organização necessita de garantir que o que foi comprado seja recebido na quantidade correta, e após a sua armazenagem, garantir a sua acurácia. No estudo de caso, foi identificado que o estoque de embalagens estava com acuracidade de 15,22% em dezembro de 2022, quando iniciou o projeto. O gráfico da figura 8 demonstra a acuracidade inicial do estoque nos dois primeiros meses analisados. Figura 9, Diagrama de Ishikawa.

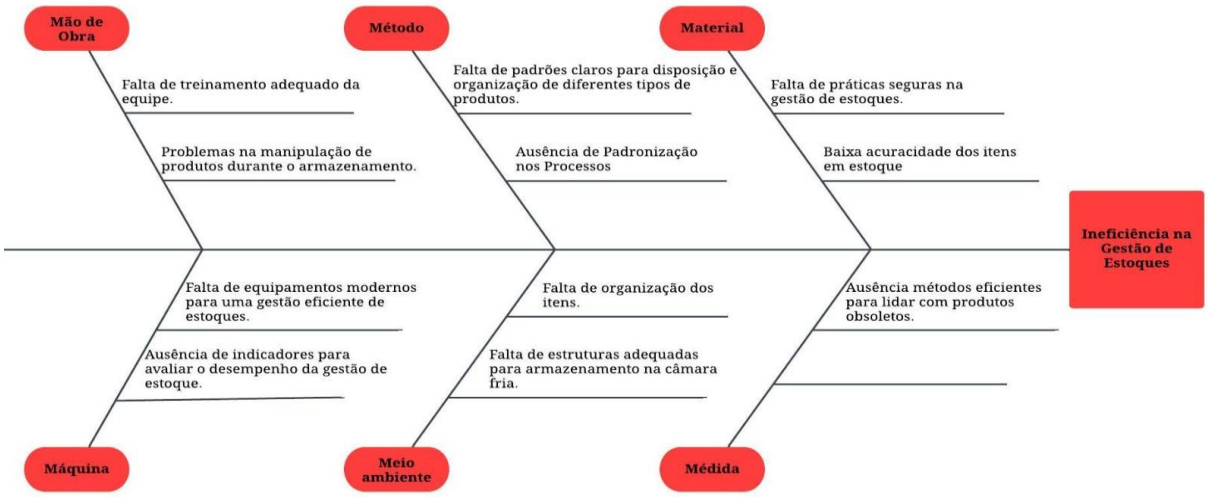
3.3 Análise, processo de diagnostico e seleção dos potenciais causas dos problemas de organização e gestão de estoques.

É necessário por parte dos gestores promover a qualidade nos processos logísticos como um todo. Para haver maior qualidade o controle se torna essencial. Nesse sentido a melhoria dos processos é fundamental, e uma das formas de encontrar oportunidades de melhoria são reuniões de *brainstorming*, *a* aplicação dessa ferramenta de forma espontânea entre os participantes alavanca as possibilidades da organização como grupo se dedicar a resolução das possíveis anomalias nos processos.

O diagrama de Ishikawa divide por categorias as possíveis causas de problemas, sendo uma poderosa ferramenta quando tratasse de identificar causas de problemas, para o trabalho de melhoria de acuracidade de estoque, foram utilizados, mão-de-obra, método, material, máquinas, meio ambiente e medidas, como pode-se identificar a diagrama utilizado seguiu a classificação segundo os 6m. As possíveis causas identificadas pela equipe foram relacionadas

dentro de cada categoria, permitindo uma melhor visualização do senário abordado, figura 9, aplicação do diagrama de Ishikawa.

Figura 9: Diagrama de Ishikawa dos desafios do setor



Fonte: Autores (2023)

Para compreender melhor os desafios identificados no local de armazenagem, realizamos um levantamento utilizando o diagrama de Ishikawa, ferramenta utilizada para compreender as variáveis que contribuem para os problemas observados. A ferramenta proporcionou identificação das causas ocultas encontradas no ambiente de armazenagem. Figura 10, resultado da análise de multicritério.

Figura 10: Análise de multicritérios, resultado

Causas	Colaborador A	Colaborador B	Colaborador B2	Colaborador B3	Colaborador B4	Colaborador B5	Colaborador B6	Total	Total%
Falta de Estruturas Adequadas para Armazenamento	5	5	5	5	5	5	5	35	100%
Ausência de Padronização nos Processos	5	4	4	5	5	5	5	33	94%
Desorganização na Disposição de Produtos	1	2	2	1	3	3	1	13	37%
Inadequação de métodos de armazenamento	3	3	2	2	1	2	1	14	40%
Falta de Controle Adequado de FEFO	4	5	5	5	5	5	5	34	97%
Problemas com Lotes de Itens	5	4	5	5	5	5	4	33	94%
Desafios na Identificação de Layout	2	2	3	1	1	2	3	14	40%
Ineficiência no Controle de Validade e Lote	3	2	3	3	1	1	1	14	40%
Cultura Organizacional Desfavorável	2	2	2	2	3	4	1	16	46%
Problemas na Logística Reversa	2	4	1	3	1	3	1	15	43%
Falta de Treinamento da Equipe	1	2	1	1	3	1	2	11	31%
Inconsistências na Acurácia do Inventário	5	4	5	5	4	5	5	33	94%
Falhas na comunicação interna	3	2	2	2	1	3	4	17	49%

Fonte: Autores (2023)

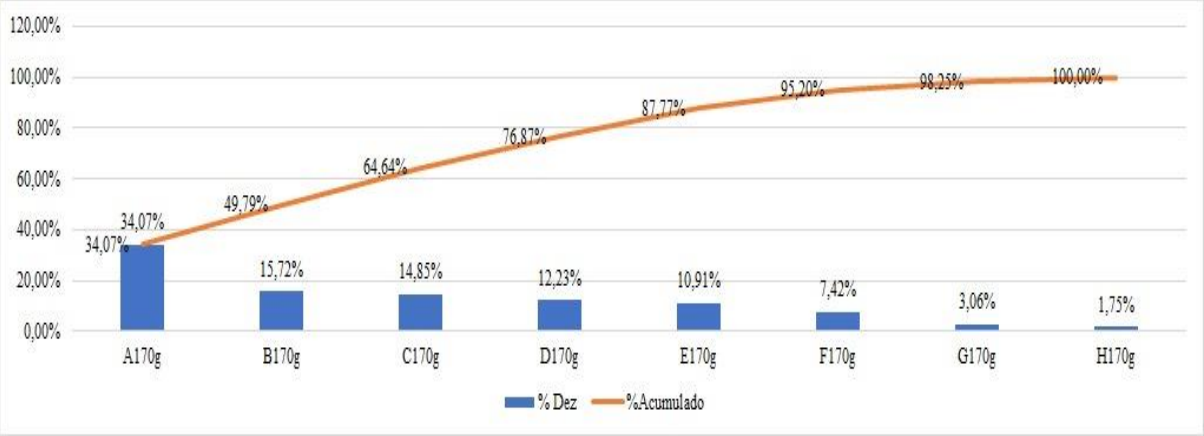
Após identificar os desafios por meio do diagrama de causas e efeitos, foi realizada uma pesquisa junto a todos os líderes envolvidos. Nesse processo, foi distribuída uma lista

contendo todas as causas rizes encontradas no diagrama de Ishikawa, visando a realização de uma votação para elencar as principais causas que impactam a gestão dos processos de estoques. Esse método permitiu filtrar as principais causas, direcionando os esforços para melhorar o desempenho do setor.

3.4 Improve, processo de implementação de melhorias.

Durante o período de implementação, com o intuito de aprimorar o entendimento da organização dos itens, optamos por realizar uma estratificação do gráfico da curva ABC, figura 6. Foi possível identificar a posição estratégica de determinados itens, facilitar a movimentação, melhorar o tempo de separação e movimentação. O processo proporciona uma visualização mais clara, oferecendo mais clareza na otimização dos desempenhos dos processos. Figura 11, Curva ABC, para itens de 170g.

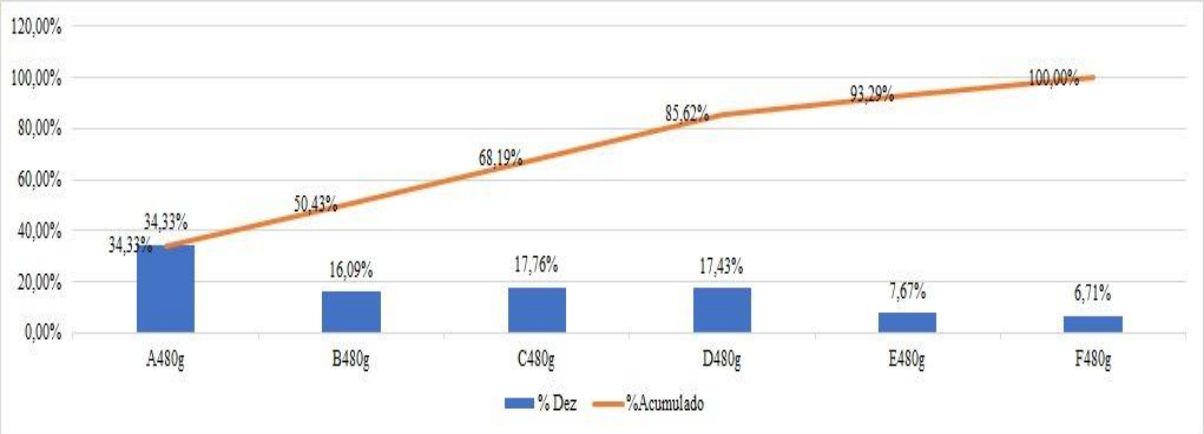
Figura 11: Curva ABC, itens 170g



Fonte: Autores (2023)

Na categoria de 170g, os cinco principais produtos classificados emergem como os principais impulsionadores, representando uma parcela significativa (62%) do valor total das movimentações. O grupo desempenha um papel crucial na sustentação financeira da empresa. Figura 12, Curva ABC, para itens de 480g.

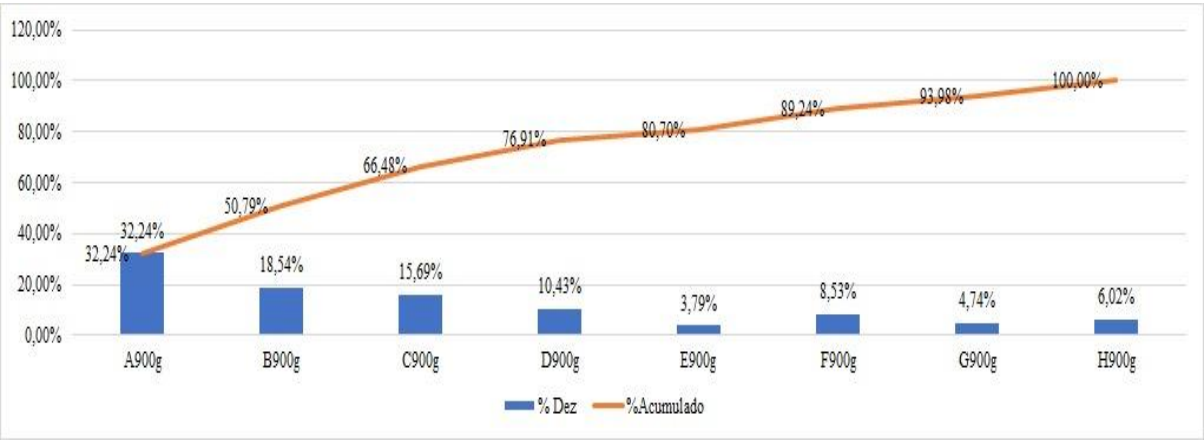
Figura 12: Curva ABC, itens 480g



Fonte: Autores (2023)

A categoria de 480g mostra a concentração dos três primeiros produtos de curva A. Esses produtos desempenham um papel importante durante a organização, contribuindo de maneira significativa para o resultado. A distribuição equilibrada entre os grupos de curva A, B e C destaca a importância de uma gestão eficiente para o grupo de produtos. Figura 13, Curva ABC, para itens de 900g.

Figura 13: Curva ABC, itens 900g



Fonte: Autores (2023)

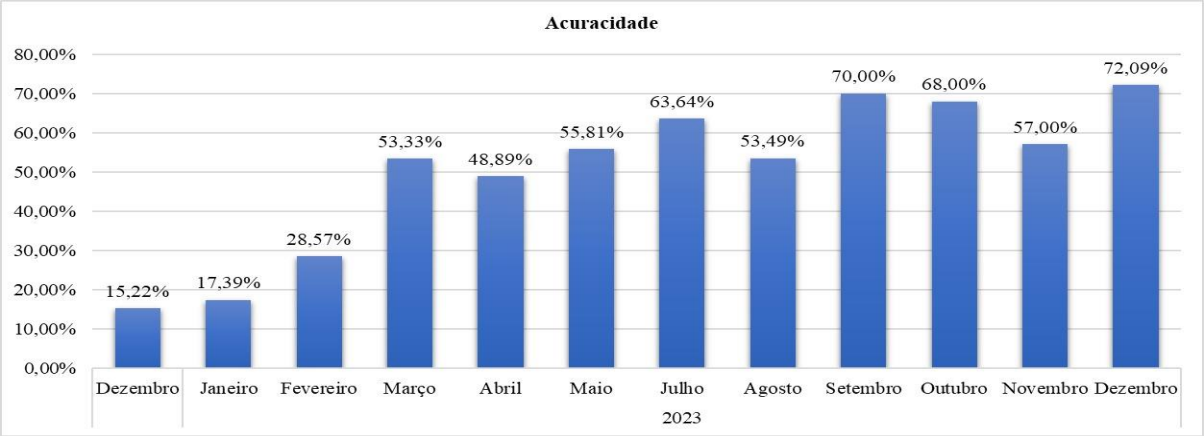
Na categoria de 900g, a tendência se mantém, com os produtos de curva A assumindo a liderança e representando uma porção significativa na quantidade total. A presença consistente de produtos de curva B e C também destaca a diversidade na contribuição para o desempenho das melhorias realizadas.

3.5 Controle

A etapa de controle acompanha as etapas do projeto. Ao ser observado gargalos e criados planos de ações para o processo de gerenciamento de estoques, foram feitas melhorias e o controle delas. Instalação de estruturas porta palete para aumentar a capacidade de armazenamento e consequentemente melhorar o processo de arrumação/acondicionamento dos produtos, por FEFO.

Aplicação de treinamentos e introdução dos primeiros três conceitos do 5S, utilização, ordenação e limpeza. Na figura 14, gráfico mostra a evolução e variações entre meses, essas variações estão sendo estudadas em um projeto DMAIC para o abastecimento e separação. Existe variação no processo de inventário, já que erros de separação, ou abastecimento interferem diretamente na contagem e analise dos itens. Operações paralelas como a separação contribuem de forma direta para a melhoria da acuracidade, menos erros, maior acuracidade.

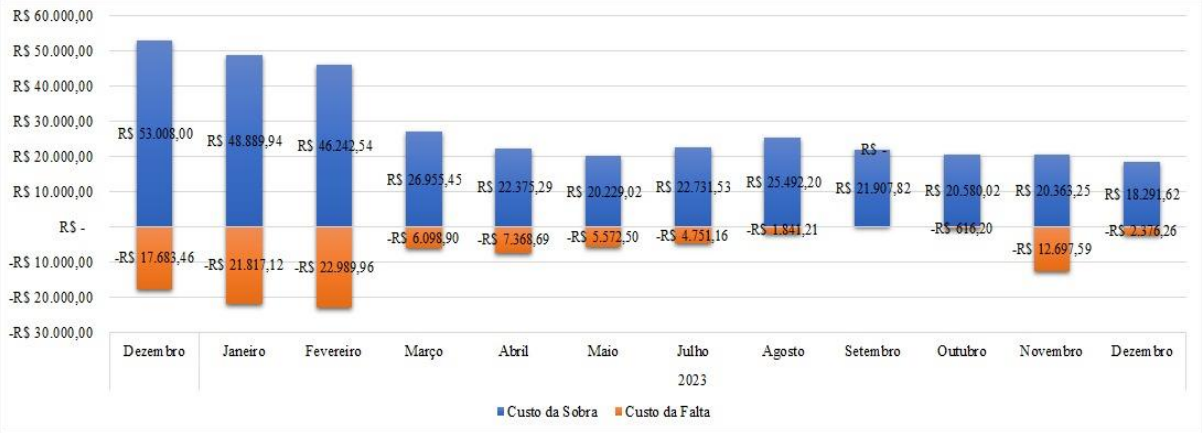
Figura 14: Gráfico de controle mensal.



Fonte: Autores (2023)

O processo de inventários está sendo realizado mensalmente. Impreterivelmente é necessário um processo de pré-inventario, com a verificação da organização dos estoques, se os produtos estão permanecendo nos lugares fixos. Um indicador de assertividade na separação foi criado e é fonte de pesquisa, para melhorar a acuracidade e a precisão, o gráfico 15, mostra o valor e exemplifica possíveis erros.

Figura 15: Gráfico de faltas e sobra, controle dos resultados



Fonte: Autores (2023)

O gráfico evidencia variação, e mostra uma oportunidade de estudos futuros para calculo de capacidade, indicadores sigma, e controle estatístico de processo. Foi desenvolvido uma fila de conferencia, que é uma opção sistemática para garantir o recebimento e a separação. Essa ferramenta foi desenvolvida no ERP da organização estudada, sendo fonte de inovação de alavancagem no processo logístico. Figura 16, resultados do projeto.

Figura 16: Resultados da aplicação do DMAIC para a melhoria da gestão de estoques



Fonte: Autores (2023)

Na figura 5 foi mostrado o ambiente de estoque inicial, e na figura 16 após a aplicação do método e das fermentas de controle, pode-se observar a aplicação de ferramentas de gestão de controle de validade, FEFO e FIFO, também pode-se observar o controle do posicionamento

dos produtos em curva ABC, o que reduz a movimentação, pois, garante os espaços nobres, mais próximos aos operadores, para separarem os produtos.

4. Considerações finais

A implementação eficaz da metodologia *lean six sigma*, com foco primordial no *framework* DMAIC, revelou-se uma estratégia robusta e bem-sucedida para otimizar os processos de gestão de estoques em uma empresa do setor alimentício. Aprofundando a análise do fluxo logístico. À aplicação do diagrama de Ishikawa, proporcionou compreensão aprofundada dos desafios enfrentados no setor de armazenamento de embalagens termoencolhíveis, identificando causas ocultas e direcionando a seleção criteriosa dos potenciais problemas relacionados à organização e gestão de estoques.

A abordagem participativa, notavelmente evidenciada pela votação da equipe para determinar as principais causas, não apenas permitiu uma visão consensual, mas também, efetivamente direcionou os esforços para as áreas prioritárias de intervenção. Esse método, fundamentado em critérios técnicos e objetivos, não apenas revelou falhas existentes, mas também estabeleceu uma abordagem mais dinâmica, alinhada aos princípios fundamentais da metodologia trabalhada.

Os resultados obtidos ao longo do estudo de caso refletiram melhorias substanciais na gestão de estoques, com um aumento expressivo na acuracidade do inventário, partindo de 15% em dezembro de 2022 e alcançando notáveis 72,09% ao final de dezembro de 2023. A implementação de melhorias estruturais, como a verticalização da área de armazenamento, e a aplicação dos três primeiros sensos do 5S contribuíram significativamente para criar um ambiente de trabalho mais eficiente e operações mais qualificadas.

Essas melhorias não apenas impactaram positivamente a acuracidade do estoque, mas também melhoraram a eficiência operacional, evidenciando-se pelos ganhos ao longo do período analisado. A verticalização da área de armazenamento, aliada à aplicação do 5S, não só otimizou o espaço físico, mas também promoveu uma cultura organizacional mais eficiente e alinhada aos princípios *lean*.

Esta conclusão reflete a natureza prática da pesquisa, destacando os resultados tangíveis alcançados e reafirmando a importância contínua das abordagens *lean six sigma* na busca incessante pela excelência nas operações logísticas e na gestão efetiva de estoques na

indústria alimentícia. A integração dessas práticas demonstrou não apenas a eficácia da metodologia adotada, mas também sua aplicabilidade concreta na melhoria contínua dos processos organizacionais.

REFERÊNCIAS

AGUDELO, Isabel. Supply chain management in the cement industry. 2009. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology.

AMORIM-LOPES, Mário et al. Improving picking performance at a large retailer warehouse by combining probabilistic simulation, optimization, and discrete-event simulation. **International Transactions in Operational Research**, v. 28, n. 2, p. 687-715, 2021.

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo; MATOS, João Paulo Cavalcante. Melhoria de processos logísticos em centro de distribuição, adequação física, novo layout, capacidade de armazenamento e distribuição: estudo de caso. In: **CNEG 2022 XVI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2022, online, 2022.

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo; COSTA, Arthur José Souto da. Verticalização de armazém e aplicação de curva abc de estoques: estudo de caso em um centro de distribuição de produtos lácteos. In: **Anais do Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP**. Anais...Campina Grande (PB) Garden Hotel & Resort, 2023. Disponível em: https//www.even3.com.br/anais/11simep/611864-Verticalizacao-de-armazem-e-aplicacao-de-curva-abc-de-estoques--estudo-de-caso-em-um-centro-de-distribuicao-de-pr. Acesso em: 15/12/2023

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo et al. Aplicação da metodologia lean six sigma em uma indústria de alimentos: redução dos índices de capital imobilizado na indústria. In: **Anais do Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP.** Anais...Campina Grande (PB) Garden Hotel & Resort, 2023. Disponível em: https//www.even3.com.br/anais/11simep/603171-aplicacao-da-metodologia-lean-six-sigma-em-uma-industria-de-alimentos--reducao-dos-indices-de-capital-imoblizado-. Acesso em: 15/12/2023

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo; PERUCHI, Rogerio Santana; (IME), Prof. Dr. Marcos Santos. Utilização do design of experiment: estudo didático. In: **Anais do Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP.** Anais...Campina Grande (PB) Garden Hotel & Resort, 2023. Disponível em: https//www.even3.com.br/anais/11simep/603170-UTILIZACAO-DO-DESIGN-OF-EXPERIMENT--ESTUDO-DITDATICO. Acesso em: 15/12/2023

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo.; PERUCHI, Rogério Santana.; MORIOKA, Sandra; CORDEIRO João Batista; JUNIOR, Paulo Rotela . Framework para integrar green lean six sigma aplicado a cadeia de suprimentos. In: **ENEGEP 2023 Encontro Nacional de Engenharia de Produção,** 2023, FORTALEZA/CE - BRASIL, 2023.

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo; MATOS, João Paulo Cavalcante. Proposta de melhoria na gestão de estoques em uma indústria de alimentos, estudo de caso. In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2023, DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL, **Anais do Simpósio Nacional de Engenharia de Produção: SINEP**. Dourados: UFGD, 2023. v. 5. p. 1-12.

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo.; PERUCHI, Rogério Santana.; MORIOKA, Sandra; ROTELLA Junior, P. Lean, six sigma and sustainability case studies on supply chain management: a systematic literature review. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 9, p. 15509–15536, 2023. DOI: 10.7769/gesec. v14i9.2806. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2806. Acesso em: 15 dez. 2023.

BARBOSA, Francisco Tiago Araújo; PERUCHI, Rogério Santana; ROTELLA Junior, P. Central composite disigns for optimization of the energy factor in 3D printing. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 10, p. 1779817815, 2023. DOI: 10.7769/gesec. v14i10.3000. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3000. Acesso em: 15 dez. 2023.

BARCIA, K. F.; GARCIA-CASTRO, L.; ABAD-MORAN, J. Lean Six Sigma Impact Analysis on Sustainability Using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM): A Literature Review. **SUSTAINABILITY**, Escuela Super Politecn Litoral, ESPOL, Fac Ingn Mecan & Ciencias Prod, Campus

Gustavo Galindo,Km 30-5 Via Perimetral, Guayaquil 090902, Ecuador PU - MDPI PI - BASEL PA - ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND, v. 14, n. 5, 2022. DOI: 10.3390/su14053051 WE - Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) WE - Social Science Citation Index (SSCI).

DE CARVALHO, Edra Resende et al. The current context of Lean and Six Sigma Logistics applications in literature: **A Systematic Review. Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 4, p. 586-602, 2017.

CHEN, Tzu-Li et al. An efficient hybrid algorithm for integrated order batching, sequencing and routing problem. **International Journal of Production Economics**, v. 159, p. 158-167, 2015.

CHEN, Kuen Suan; WANG, Ching Hsin; TAN, Kim Hua. Developing a fuzzy green supplier selection model using six sigma quality indices. **International Journal of Production Economics**, v. 212, n. 57, p. 1–7, 2019.

DEY, Prasanta Kumar; MALESIOS, Chrisovalantis. **Could lean practices and process innovation enhance supply chain sustainability of small and medium** - sized enterprises ? N. October 2018, p. 582–598, 2019.

Diliberto, C., Diliberto, S., Garoux, L., Marcadier, E., Rizet, L., Lecomte, A. A zero-waste process for the management of MSWI fly ashes: **production of ordinary Portland cement. Environmental Technology**, 41 (9), 1199-1208, 2020.

ERDIL, Nadiye O.; AKTAS, Can B.; ARANI, Omid M. Embedding sustainability in lean six sigma efforts. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, p. 520–529, 2018.

GIJO, E. V.; SCARIA, Johny; ANTONY, Jiju. Application of six sigma methodology to reduce defects of a grinding process. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 27, n. 8, p. 1221–1234, 2011.

GUTIERREZ, Gutierrez, L., De Leeuw, S., Dubbers, R. Logistics services and Lean Six Sigma implementation: a case study. **International Journal of Lean Six Sigma**,7(3), 324-342, 2016.

HARDY, Daniel Lee; KUNDU, Saikat; LATIF, Muhammad. Productivity and process performance in a manual trimming cell exploiting Lean Six Sigma (LSS) DMAIC – a case study in laminated panel production. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 38, n. 9, p. 1861–1879, 2021.

KHANZODE, Akshay; SARMA, P. R. S; GOSWAMI, Mohit. Modelling interactions of select enablers of Lean Six-Sigma considering sustainability implications: an integrated circular economy and Industry 4.0 perspective. **PRODUCTION PLANNING & CONTROL**, Indian Inst Management, Dept Operat Management, Raipur 493661, Madhya Pradesh, India, v. 34, p. 1020–1036, 2023. DOI: 10.1080/09537287.2021.1980908 WE - Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED).

NAQI, Ali; JANG, Jeong Gook. Recent progress in green cement technology utilizing low-carbon emission fuels and raw materials: A review. **Sustainability**, v. 11, n. 2, p. 537, 2019.

PACANA, Andrzej; SIWIEC, Dominika. Analysis of the possibility of used of the quality management techniques with non-destructive testing. **Tehnicki Vjesnik**, v. 28, n. 1, p. 45–51, 2021.

REHMAN, S. T. et al. Supply chain performance measurement and improvement system: a MCDA-DMAIC methodology. **Jornal of Modelling in Management**, v. 13, n. 3, p. 522-549, 2018

SAEZ Mas, A., GARCIA Sabater, J.P., GARCIA Sabater, J.J., Ruiz, A. Redesigning the in-plant supply logistics: A case study. **Computers & Industrial Engineering**,143, 1-10, 2020.

SIEGEL, Rebecca; ANTONY, Jiju; GARZA-REYES, Jose Arturo; CHERRAFI, Anass; LAMEIJER, Bart. Integrated green lean approach and sustainability for SMEs: From literature review to a conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 240, 2019.

TRAKULSUNTI, Yaifa et al. The application of operational excellence methodologies in logistics: a systematic review and directions for future research. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 34, n. 5-6, p. 538-557, 2023.

ZHANG, Abraham et al. Lean and Six Sigma in logistics: a pilot survey study in Singapore. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 11, p. 1625-1643, 2016.