

## **Aplicação da metodologia Definir, Medir, Analisar, Melhorar (Improve) e Controlar (DMAIC):na melhoria do processo logístico de carregamento em uma fábrica de sorvetes**

**Application of the Define, Measure, Analyze, Improve, and Control (DMAIC) methodology: in the improvement of the loading logistics process in an ice cream factory**

**Aplicación de la metodología Definir, Medir, Analizar, Mejorar (Improve) y Controlar (DMAIC): en la mejora del proceso logístico de carga en una fábrica de helados**

Recebido: 16/10/2025 | Revisado: 27/10/2025 | Aceitado: 28/10/2025 | Publicado: 30/10/2025

**Aline de Medeiros Damas**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7966-5171>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: alinemdamas@hotmail.com

**Magnum Moreira da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8797-1819>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: magnum.silva@ifmg.edu.br

### **Resumo**

Uma determinada empresa, localizada no Município de Governador Valadares, no Estado de Minas Gerais (MG), vem apresentando um cenário marcado por erros recorrentes em suas entregas, incluindo produtos faltantes, trocados ou com avarias, o que culmina em retrabalho, aumento de custos operacionais e insatisfação do cliente. Nesse sentido, o objetivo do artigo é propor mudanças no processo logístico de carregamento e conferência de produtos em uma fábrica de sorvetes de Minas Gerais. Para a solução do problema, aplicou-se a metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), amplamente utilizada em programas de melhoria contínua, associada a ferramentas da qualidade como Brainstorming, Diagrama de Causa e Efeito, Folha de Verificação, Gráfico de Pareto e fluxogramas. As ações implementadas incluíram a adoção de bipagem (leitura de código de barras) para conferência em tempo real, a inclusão de um segundo conferente para verificação cruzada e a aplicação de critérios rigorosos para garantir a integridade física das embalagens (caixas, potes e fardos). Os resultados apontaram uma redução global de 79% nas ocorrências de erros, aumento de quase 20% no índice geral de satisfação do cliente e economia anual estimada em R\$ 32.400,00. Além dos ganhos quantitativos, foram identificados benefícios qualitativos, como maior organização no carregamento, redução do retrabalho, fortalecimento da confiança dos clientes e melhoria no clima organizacional. Este estudo evidencia que, mesmo em empresas de pequeno e médio porte do setor alimentício, o uso estruturado de metodologias de gestão da qualidade pode gerar resultados expressivos e sustentáveis, servindo como referência para a aplicação em outros processos logísticos.

**Palavras-chave:** Logística; Carregamento; Conferência; DMAIC; Melhoria contínua.

### **Abstract**

A certain company, located in the Municipality of Governador Valadares, in the State of Minas Gerais (MG), has been experiencing a scenario marked by recurring errors in its deliveries, including missing, swapped, or damaged products, which has resulted in rework, increased operational costs, and customer dissatisfaction. In this context, the aim of the article is to propose changes in the loading and product verification logistics process of an ice cream factory in Minas Gerais. To address the problem, the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control), widely used in continuous improvement programs, was applied in conjunction with quality tools such as Brainstorming, Cause-and-Effect Diagram, Check Sheet, Pareto Chart, and flowcharts. The actions implemented included the adoption of barcode scanning for real-time verification, the inclusion of a second checker for cross-validation, and the application of rigorous criteria to ensure the physical integrity of packaging (boxes, tubs, and bundles). The results showed an overall reduction of 79% in error occurrences, an increase of nearly 20% in the overall customer satisfaction index, and an estimated annual savings of R\$ 32,400.00. In addition to quantitative gains, qualitative benefits were identified, such as improved organization during loading, reduced rework, strengthened customer trust, and enhanced organizational climate. This study demonstrates that even in small and medium-sized companies in the food sector, the structured use

of quality management methodologies can generate significant and sustainable results, serving as a reference for application in other logistics processes.

**Keywords:** Logistics; Loading; Checking; DMAIC; Continuous improvement.

### Resumen

Una determinada empresa, ubicada en el Municipio de Governador Valadares, en el Estado de Minas Gerais (MG), ha venido enfrentando errores recurrentes en sus entregas, incluyendo productos faltantes, intercambiados o dañados, lo que genera retrabajo, aumento de los costos operativos e insatisfacción del cliente. En este sentido, el objetivo de este artículo es proponer cambios en el proceso logístico de carga y verificación de productos en una fábrica de helados de Minas Gerais. Para la solución del problema, se aplicó la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), ampliamente utilizada en programas de mejora continua, junto con herramientas de calidad como la lluvia de ideas, el diagrama de causa y efecto, la hoja de verificación, el diagrama de Pareto y los flujogramas. Las acciones implementadas incluyeron la adopción del escaneo de códigos de barras para la verificación en tiempo real, la inclusión de un segundo verificador para la comprobación cruzada y la aplicación de criterios rigurosos para garantizar la integridad física de los envases (cajas, potes y fardos). Los resultados señalaron una reducción global del 79% en la ocurrencia de errores, un incremento de casi el 20% en el índice general de satisfacción del cliente y un ahorro anual estimado en R\$ 32.400,00. Además de las ganancias cuantitativas, se identificaron beneficios cualitativos, como una mayor organización en la carga, reducción del retrabajo, fortalecimiento de la confianza de los clientes y mejora en el clima organizacional. Este estudio evidencia que, incluso en empresas de pequeño y mediano porte del sector alimentario, el uso estructurado de metodologías de gestión de la calidad puede generar resultados significativos y sostenibles, sirviendo como referencia para su aplicación en otros procesos logísticos.

**Palabras clave:** Logística; Carga; Verificación; DMAIC; Mejora continua.

## 1. Introdução

A indústria de gelados comestíveis, especificamente a de sorvetes, ocupa papel relevante no setor alimentício brasileiro, movimentando bilhões de reais por ano e gerando milhares de empregos diretos e indiretos (Abis, 2025). Caracterizada por alta perecibilidade, a cadeia logística desses produtos exige condições rigorosas de transporte, armazenamento e manipulação, envolvendo controle de temperatura, integridade física da embalagem e cumprimento preciso dos pedidos.

Nesse contexto, falhas no processo de expedição como produtos faltantes, trocados ou avariados impactam diretamente a satisfação do cliente, a imagem da marca e os custos operacionais. Além disso, problemas logísticos comprometem a eficiência do fluxo produtivo e podem levar a retrabalhos e perdas financeiras significativas (Staub, 2016).

Para enfrentar esses desafios, empresas do setor vêm adotando metodologias estruturadas de gestão da qualidade, como o DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar (Improve) e Controlar): originado no Seis Sigma. Essa abordagem, associada a ferramentas clássicas da qualidade, como o Diagrama de Ishikawa e o Gráfico de Pareto, tem se mostrado eficaz para a identificação de causas raiz e implementação de soluções sustentáveis (Bugor & de Lucca Filho, 2021).

O presente estudo tem como objetivo propor mudanças no processo logístico de carregamento e conferência de produtos em uma fábrica de sorvetes de Minas Gerais. Para atingir o objetivo principal do estudo, foi necessário mapear detalhadamente o processo de carregamento e conferência, identificando os pontos críticos responsáveis pela ocorrência de erros. Também se buscou quantificar os impactos financeiros e operacionais decorrentes das falhas nas entregas, além de identificar suas causas raízes por meio do uso de ferramentas da qualidade. A partir desse diagnóstico, foram propostas e implementadas melhorias, como a adoção da bipagem para conferência em tempo real, a reorganização de tarefas e a inclusão de um segundo conferente para validação cruzada. Por fim, tornou-se essencial monitorar e avaliar os resultados obtidos, a fim de verificar a efetividade das mudanças aplicadas e sua contribuição para a redução de falhas logísticas.

Vale ressaltar que este estudo está limitado à análise do processo de carregamento e conferência de produtos acabados destinados à expedição na unidade fabril em questão. Não são contemplados os processos de produção, armazenagem de matéria-prima ou transporte terceirizado, uma vez que o foco recai exclusivamente sobre a etapa de expedição. Para o alcance do objetivo principal, fez-se necessário mapear o processo de carregamento e conferência, com o intuito de identificar os pontos críticos

responsáveis pela ocorrência de falhas. Em seguida, procedeu-se à quantificação dos impactos financeiros e operacionais decorrentes dos erros nas entregas, possibilitando dimensionar a relevância do problema. A investigação das causas raízes foi conduzida por meio da aplicação de ferramentas da qualidade, fornecendo subsídios técnicos para a proposição de melhorias. Entre as ações implementadas, destacam-se a adoção da bipagem para conferência em tempo real, a reorganização das atividades e a inclusão de um segundo conferente, como forma de assegurar maior confiabilidade no processo. Por fim, estabeleceu-se o monitoramento e a avaliação sistemática dos resultados obtidos, de modo a verificar a efetividade das mudanças e a contribuição destas para a mitigação das falhas logísticas observadas.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1 História dos Gelados Comestíveis e Contexto Logístico

A história dos gelados comestíveis remonta à China antiga, onde misturas de neve com frutas eram consumidas como iguarias. Ao longo dos séculos, diferentes povos adaptaram e aperfeiçoaram o produto, incorporando leite, açúcar e outros ingredientes, até a criação do sorvete como conhecemos hoje (ABIS, 2020). No Brasil, o produto foi introduzido em 1834, inicialmente consumido de forma artesanal e sem possibilidade de estocagem, evoluindo para produção industrial a partir da década de 1940 (SEBRAE, 2019).

Com a industrialização, surgiu também a necessidade de desenvolver processos logísticos que garantissem que o produto chegasse ao consumidor com a mesma qualidade que tinha na fábrica. A alta perecibilidade do sorvete exige transporte e armazenamento sob temperatura controlada, o que aumenta a complexidade da cadeia logística. Assim, a expedição, conferência e carregamento ganham relevância estratégica para assegurar entregas íntegras, completas e no prazo.

### 2.2 Mercado Nacional de Sorvetes e Desafios Logísticos

A indústria de sorvetes é um segmento em constante crescimento no Brasil, impulsionado tanto pela demanda sazonal quanto pela diversificação de produtos e embalagens. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (Abis, 2025), o país está entre os maiores consumidores de sorvete da América Latina, com tendência de aumento no consumo anual per capita.

Apesar do potencial, a logística desse setor apresenta desafios particulares. Por tratar-se de produto perecível, o controle rigoroso da cadeia de frio é indispensável para manter a qualidade até o consumo. A expedição deve assegurar que os produtos sejam entregues no prazo, na temperatura correta e com integridade física preservada (Staub, 2016).

A variabilidade nos pedidos, a necessidade de atendimento rápido e a manipulação de diferentes formatos e volumes (caixas, potes, fardos) tornam o processo de conferência e carregamento um ponto crítico para evitar perdas e reclamações.

### 2.3 Estrutura de Franquias e Impacto na Expedição

O modelo de franquias, bastante comum no setor de sorvetes, possibilita rápida expansão de mercado, mas aumenta a complexidade logística. Uma rede de franquias demanda alto nível de padronização, pois qualquer falha de entrega compromete não apenas uma venda, mas o abastecimento de um ponto de venda inteiro. No caso estudado, a fábrica atende lojas próprias, franqueadas e centenas de pontos de venda independentes, o que exige organização e precisão no carregamento.

A ausência de um sistema de controle robusto na expedição pode gerar trocas, faltas e atrasos, prejudicando a operação de diversos estabelecimentos. Assim, a logística de carregamento e conferência torna-se peça-chave para a sustentabilidade do modelo de negócios.

## 2.4 Logística e Gestão de Expedição

A logística, segundo Ballou (2006), engloba o planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente de produtos e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades do cliente. No setor alimentício, a etapa de expedição é crítica, pois erros nessa fase podem comprometer todo o esforço das etapas anteriores.

A expedição envolve atividades como separação de pedidos, conferência, carregamento e despacho. Uma operação de expedição eficaz deve minimizar erros, reduzir o tempo de carga e assegurar que os produtos cheguem ao destino em perfeitas condições. Nesse contexto, a integração de tecnologias, como sistemas de bipagem (leitura de código de barras) e conferência eletrônica, é fundamental para assegurar precisão e rastreabilidade (Bowersox; Clos & Cooper, 2014).

## 2.5 Lean Manufacturing aplicado à Logística

Embora o Lean Manufacturing tenha surgido no contexto industrial, seus princípios têm sido amplamente aplicados na logística. O conceito de “enxugar” processos para eliminar desperdícios (mudas) se aplica à expedição na forma de redução de movimentações desnecessárias, reprocessos e esperas. No carregamento de veículos, por exemplo, a eliminação de retrabalho decorrente de erros de separação ou conferência contribui para maior eficiência operacional e menor custo (Ohno, 1997).

Os sete desperdícios descritos por Taiichi Ohno podem ser observados no ambiente logístico:

- Defeitos: produtos enviados incorretamente ou danificados no transporte.
- Movimentação: deslocamentos excessivos de pessoas e materiais durante a conferência.
- Inventário: excesso de produtos aguardando carregamento, sem controle adequado.
- Transporte: movimentações adicionais por carregamento incorreto.
- Excesso de Processamento: conferências repetidas devido a erros iniciais.
- Superprodução: preparação de cargas não solicitadas ou fora da sequência.
- Espera: atrasos no carregamento por falta de organização ou priorização.

A aplicação de práticas Lean, como organização visual, padronização de processos e melhoria contínua, contribui para a eficiência na expedição.

## 2.6 Lean Manufacturing aplicado à Logística de Sorvetes

O Lean Manufacturing, originado no Sistema Toyota de Produção, busca eliminar desperdícios e agregar valor ao cliente (OHNO, 1997). Na logística de sorvetes, esses desperdícios podem assumir a forma de:

- Defeitos: envios errados ou produtos danificados.
- Espera: atrasos no carregamento por falta de organização.
- Movimentação excessiva: transporte interno desnecessário de produtos antes do carregamento.
- Retrabalho: necessidade de reabrir cargas para correção de erros.

A adoção de práticas Lean, como padronização visual, fluxos contínuos e conferência em tempo real com bipagem, contribui para aumentar a confiabilidade e reduzir custos.

## 2.7 Seis Sigma e Metodologia DMAIC na Logística

O Seis Sigma é uma metodologia voltada para a redução de variações e defeitos, utilizando ferramentas quantitativas e qualitativas para atingir níveis de excelência (Werkema, 2012). Dentro do Seis Sigma, o método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) permite estruturar melhorias com base em dados e análises.

No contexto logístico de uma fábrica de sorvetes, o DMAIC possibilita:

- Definir: identificar problemas como erros de carregamento e entregas incorretas.
- Medir: levantar dados sobre frequência de erros e reclamações.
- Analisar: encontrar causas raízes como ausência de conferência dupla ou falhas na organização da carga.
- Melhorar: implementar soluções como bipagem e reorganização de funções.
- Controlar: manter indicadores para garantir que os erros não voltem a ocorrer.

### 3. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa em campo e de natureza qualitativa e quantitativa (Pereira et al., 2018) com uso de estatística descritiva simples com gráficos de barras, classes de dados, valores de frequência absoluta e frequência relativa porcentual (Shitsuka et al., 2014).

#### 3.1 Caracterização da Pesquisa

Este trabalho foi desenvolvido como uma pesquisa-ação, na qual o pesquisador atua de forma participativa no diagnóstico, implementação e avaliação de melhorias (Fonseca, 2002). A abordagem combina métodos quantitativos e qualitativos, utilizando coleta e análise de dados para fundamentar a tomada de decisões. A pesquisa é de natureza aplicada, pois visa gerar soluções práticas para problemas específicos da operação de expedição da fábrica de sorvetes. Quanto aos objetivos, classifica-se como descritiva, por analisar a situação atual do processo logístico e detalhar suas características, e exploratória, por buscar identificar causas e propor soluções inovadoras.

A logística interna engloba as atividades de movimentação, armazenagem e distribuição dentro da própria empresa, buscando a fluidez do fluxo de materiais e informações (Ballou, 2006). Na expedição, o carregamento e a conferência de produtos desempenham papel essencial para garantir que o que foi solicitado pelo cliente seja exatamente o que será entregue, sem avarias ou trocas indevidas.

Estudos mostram que erros nessa etapa frequentemente derivam de processos manuais sem conferência cruzada ou ausência de tecnologia para validação (Pires, 2017; Silva, 2018). A adoção de práticas como bipagem por código de barras e conferência dupla pode minimizar erros e aumentar a confiabilidade das entregas.

#### 3.2 Técnicas de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em três etapas:

1. Análise direta do processo de expedição, incluindo separação, conferência e carregamento dos produtos nos veículos.
2. Observação direta dos conferentes, carregadores, motoristas e supervisores, visando compreender as dificuldades e pontos de falha.
3. Levantamento documental de relatórios de entregas, registros de reclamações de clientes e ocorrências de devoluções por erros ou avarias.

Para análise mais detalhada, foi aplicada folha de verificação durante 20 dias, registrando erros de conferência, produtos danificados, faltas e trocas.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Aplicação da Metodologia DMAIC

O método DMAIC foi adotado como estrutura central do estudo, permitindo conduzir o projeto de melhoria de forma ordenada e mensurável.

#### Etapa Definir (Define)

Foi delimitado o problema: o processo de carregamento apresentava média de 12 ocorrências de erros de entrega por semana, incluindo produtos faltantes, trocados ou avariados. O objetivo estabelecido foi reduzir em pelo menos 70% o número de ocorrências em 3 meses.

#### Etapa Medir (Measure)

Coletaram-se dados de 20 dias consecutivos de operação. Foram identificados:

- Taxa média de erros de carregamento: 5,4% dos pedidos.
- Principais tipos de erros: produtos faltantes (38%), trocados (27%), danificados (19%) e outros (16%).
- Impacto financeiro estimado: R\$ 2.700/mês em custos diretos e indiretos.

#### Etapa Analisar (Analyse)

Com base no Diagrama de Ishikawa e no Gráfico de Pareto, identificaram-se as principais causas raízes:

1. Ausência de conferência dupla.
2. Falta de tecnologia para validação dos itens carregados.
3. Sequência de carregamento desorganizada, resultando em produtos de pedidos diferentes misturados.
4. Falta de priorização da integridade física de caixas, potes e fardos.

#### Etapa Melhorar (Improve)

As soluções implementadas foram:

- Adoção de bipagem (leitura de código de barras) para conferência em tempo real.
- Inclusão de um segundo conferente fixo para verificação cruzada.
- Reorganização do layout de carregamento e definição de sequência lógica de carga.
- Criação de um checklist visual para integridade física das embalagens.

#### Etapa Controlar (Control)

Após 3 meses, manteve-se o acompanhamento por indicadores semanais. Também foram realizados treinamentos de reciclagem a cada 30 dias e auditorias internas mensais

#### 4.2 Ferramentas Utilizadas

Durante o estudo, foram aplicadas ferramentas da qualidade, incluindo:

- Brainstorming para geração de ideias de melhoria.
- Diagrama de Ishikawa para análise de causas.
- Gráfico de Pareto para priorização de ações.
- Folha de verificação para registro de erros.
- Fluxograma para redesenho do processo.

#### 4.3 Comparativo de ocorrências de erros

Após a implementação das melhorias propostas na etapa Melhorar do DMAIC, foi possível comparar os indicadores do período anterior com o período posterior às mudanças. Os dados foram coletados ao longo de três meses e analisados de forma a identificar o impacto das ações no processo logístico de carregamento e conferência.

A Tabela 1 apresenta a quantidade média semanal de ocorrências antes e depois da implementação das melhorias.

**Tabela 1** – Comparativo de erros antes e depois da melhoria.

TIPO DE ERRO	ANTES DA MELHORIA (MÉDIA/SEMANA)	DEPOIS DA MELHORIA (MÉDIA/SEMANA)	REDUÇÃO (%)
PRODUTOS FALTANTES	4,6	0,9	80%
PRODUTOS TROCADOS	3,3	0,7	79%
PRODUTOS DANIFICADOS	2,3	0,5	78%
OUTROS	1,8	0,4	77%
<b>TOTAL</b>	<b>12,0</b>	<b>2,5</b>	<b>79%</b>

Fonte: Elaboração própria (2025).

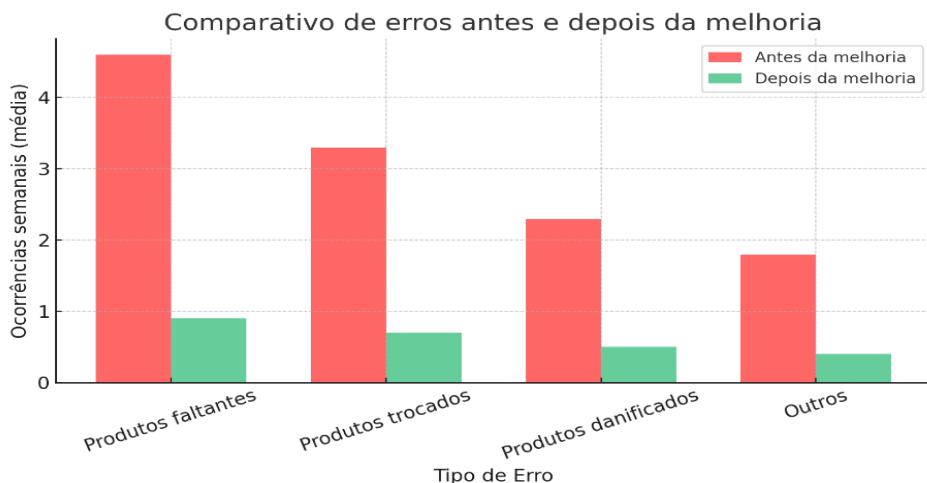
Observa-se uma redução global de 79% nas ocorrências, superando a meta inicial de 70%. A diminuição significativa de falhas, como produtos faltantes e trocados (considerados Defeitos), está diretamente alinhada aos objetivos do Seis Sigma na redução de variações e defeitos. Este resultado, alcançado pela aplicação rigorosa do DMAIC em um processo de produtos refrigerados, é corroborado pelo estudo de Rosa et al. (2023), que também demonstrou a eficácia da metodologia para mitigar perdas em expedição. A análise consolidada reforça que a estratégia adotada foi eficaz não apenas na redução quantitativa de erros, mas também na criação de um processo mais robusto e confiável, alinhado às boas práticas de gestão da cadeia de suprimentos, conforme preconizado por Ballou (2006).

Além disso, o envolvimento da equipe de expedição durante todas as etapas do DMAIC contribuiu para maior comprometimento dos colaboradores, o que, segundo Thiollent (2011), é um dos fatores críticos de sucesso em projetos de pesquisa-ação aplicados em ambientes produtivos.

#### 4.4 Gráfico de Redução de Erros

O gráfico da Figura 1 ilustra a evolução semanal dos erros ao longo do período de acompanhamento, evidenciando a queda acentuada logo nas primeiras semanas após a implementação da bipagem e inclusão do segundo conferente.

**Figura 1** - Gráfico de evolução semanal dos erros.



Fonte: Elaboração própria (2025).

#### 4.5 Impacto na Satisfação do Cliente

A Tabela 2 apresenta os resultados de uma pesquisa de satisfação realizada com 50 clientes (lojas próprias, franquias e pontos de venda independentes) antes e depois das melhorias.

**Tabela 2** – Índice de Satisfação do Cliente.

CRITÉRIO AVALIADO	ANTES DAS MELHORIAS	APÓS IMPLEMENTAÇÕES	PROGRESSÃO
PRECISÃO NAS ENTREGAS	68	94	+26
INTEGRIDADE DOS PRODUTOS	72	96	+24
TEMPO DE ENTREGA	81	93	+12
COMUNICAÇÃO COM A EQUIPE DE LOGÍSTICA	74	91	+17
ÍNDICE GERAL DE SATISFAÇÃO	73,8	93,5	+19,7

Fonte: Elaboração própria (2025).

O índice geral de satisfação do cliente aumentou em quase 20 pontos percentuais, reforçando que o foco da logística é, primordialmente, atender às necessidades do cliente. A melhoria na Precisão nas Entregas e na Integridade dos Produtos demonstra que a eliminação de falhas na expedição é crítica, pois erros nessa fase podem comprometer todo o esforço das etapas anteriores da cadeia logística.

#### 4.6 Impacto Financeiro

Considerando os custos diretos (troca de produtos, transporte adicional e devoluções) e indiretos (perda de confiança do cliente), estimou-se que o prejuízo mensal médio com erros de entrega era de R\$ 7.500,00 antes da melhoria. Após três meses, esse valor foi reduzido para aproximadamente R\$ 2.700,00, representando economia anual estimada de R\$ 57.600,00. Essa expressiva redução de custos é uma consequência direta da eliminação de desperdícios como Defeitos e Retrabalho na expedição, em consonância com os princípios do Lean Manufacturing.

#### 4.7 Benefícios Qualitativos Observados

Além dos resultados quantitativos, foram identificados ganhos qualitativos:

- Maior organização e fluidez no processo de carregamento.
- Redução do estresse e retrabalho da equipe.
- Maior confiança dos motoristas ao sair para as entregas.
- Fortalecimento da imagem da empresa junto aos clientes.

A redução do retrabalho e o aumento da fluidez operacional são objetivos centrais do Lean Manufacturing aplicado à logística, que busca "enxugar" processos para eliminar movimentos desnecessários e reprocessos. A inclusão da bipagem e do segundo conferente, além de aumentar a precisão, contribuiu para a eliminação do desperdício de Excesso de Processamento e Espera (causado pela desorganização), tornando o fluxo de trabalho mais eficiente e confiável. Nesse contexto, a incorporação de tecnologias como a bipagem para a conferência é apontada por Martins et al. (2024) como um fator determinante para a precisão e rastreabilidade, impactando diretamente na redução de erros de separação e expedição em Centros de Distribuição.

### 5. Conclusão e Considerações Finais

O presente estudo demonstrou que a aplicação estruturada da metodologia DMAIC no processo logístico de carregamento e conferência em uma fábrica de sorvetes pode gerar resultados expressivos tanto em indicadores operacionais quanto na satisfação dos clientes.

A análise inicial revelou um cenário de elevado índice de erros de entrega, ocasionados principalmente pela ausência de conferência dupla, pela falta de tecnologia de validação em tempo real e pela baixa padronização na organização das cargas. Tais falhas resultavam em custos adicionais, retrabalho e impacto negativo na percepção do cliente, realidade que desafia a eficiência da cadeia de suprimentos e o foco na satisfação do cliente, conforme discutido por Pires (2017) e Peixoto Neto (2008).

As ações de melhoria implementadas, introdução da bipagem (leitura de código de barras) para conferência em tempo real, inclusão de um segundo conferente para verificação cruzada e estabelecimento de critérios rigorosos para a qualidade física das embalagens (caixas, potes e fardos), foram decisivas para a redução de falhas.

Os resultados superaram a meta inicial: houve redução global de 79% nos erros de expedição, aumento de quase 20 pontos percentuais no índice geral de satisfação dos clientes e economia anual estimada em R\$ 57.600,00. Além dos ganhos mensuráveis, observou-se maior motivação da equipe, redução de retrabalho e aumento da confiança dos motoristas e clientes na operação logística. Este caso reforça que investimentos em tecnologia de conferência, combinados com reorganização de processos e reforço de mão de obra em pontos críticos, trazem retorno rápido e significativo. Tais evidências corroboram a literatura, que destaca a importância da rastreabilidade e da padronização para a confiabilidade das operações logísticas (Staub, 2016; Ballou, 2006).

Apesar do sucesso, é importante reconhecer que o estudo foi conduzido em apenas uma unidade fabril e o acompanhamento pós-implementação se restringiu a três meses, o que limita a generalização dos resultados e a plena avaliação da sustentabilidade das melhorias no longo prazo. Adicionalmente, não foram incluídas análises financeiras detalhadas para mensurar o retorno sobre investimento (ROI) das ações implementadas.

Como continuidade e sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se a expansão da utilização da bipagem para outras etapas da cadeia logística (como recebimento e armazenagem), a realização de análises de custo-benefício detalhadas para quantificar o impacto econômico da redução de erros, e a investigação estruturada da percepção do cliente final, por meio de indicadores. Replicar o modelo em outras unidades ou em empresas de diferentes portes também se mostra relevante para

verificar sua aplicabilidade em diferentes contextos da indústria alimentícia. Essas ações permitirão não apenas validar a longevidade dos ganhos, mas também ampliar a aplicabilidade desta metodologia no setor alimentício.

## Referências

- ABNT (Ed. mais recente). NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT.
- Ballou, R. H. (2006). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial. (5. ed.). Editora Bookman.
- Borges, M. de C. & Guedes, E. E. V. (2020). Aplicação da metodologia DMAIC para gestão de estoque e redução de tempo em processos. Revista Gestão Industrial, 16(2), 23-38.
- Bugor, F. & De Lucca Filho, J. (2021). Utilização da metodologia DMAIC para promover melhorias na qualidade em indústrias alimentícias: uma revisão de literatura. Revista Interface Tecnológica, 18(2), 205-218.
- Campos, R. F. (2019). Controle da variabilidade do processo de envase de biocombustível através da metodologia Seis Sigma. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização), Universidade de São Paulo (USP), São Carlos.
- Christopher, M. (ed. mais recente). Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Editora Pearson.
- Deming, W. E. (1986). Out of the Crisis. MIT Press.
- Dias, M. A. (ed. mais recente). Administração de materiais: uma abordagem logística. Editora Atlas.
- Fonseca, J. S. (2002). Metodologia da Pesquisa Científica. (3. ed.). Livros Técnicos e Científicos.
- George, M. L. (2002). Lean Six Sigma: Combining Six Sigma with Lean Speed. Editora McGraw-Hill.
- Ishikawa, K. (1993). Controle de Qualidade Total: À Maneira Japonesa. Editora Campus.
- Juran, J. M. & Gryna, F. M. (1993). Controle da Qualidade: Planejamento, Análise, Controle e Melhoria. (4. ed.). Editora McGraw-Hill.
- Martins, L. L., Alves, C. E., & Souza, J. M. (2024). O impacto da tecnologia de rastreamento na redução de erros de separação e expedição em Centros de Distribuição. Revista Logística Global, 2(1), 1-15.
- Marshall Júnior, I. et al. (2016). Gestão da Qualidade e Processos. (4. ed.). Editora FGV.
- Mendonça, M. M. F., José, E. B. & Costa, S. R. R. (2004). Estudo da Gestão da Qualidade aplicada na produção de alimentos. ENEGEP, 1(24), 1566-1572.
- Pande, P. S., Neuman, R. P. & Cavanagh, R. R. (2000). The Six Sigma Way: How to Maximize the Impact of Your Change and Improvement Efforts. Editora McGraw-Hill.
- Peixoto Neto, A. G. L. (2008). Redução do tempo de ciclo do pedido: uma aplicação Lean Six Sigma na logística. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.2024). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Editora da UFSM.
- Pires, S. R. I. (2017). Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management): Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos. (4. ed.). Editora Atlas.
- Rosa, A. F. V., Lima, M. P. C., & Oliveira, R. S. (2023). Aplicação da metodologia DMAIC para redução de perdas no processo de expedição de produtos refrigerados. Journal of Operations and Supply Chain Management, 16(1), 80-95.
- Shitsuka, R. et al. (2014). Matemática fundamental para a tecnologia. (2ed). Editora Érica.
- Silva, H. E. N. (2018). Aplicação do modelo DMAIC no processo de paletização de carga em uma indústria de bebidas do PIM: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus.
- Staub, A. (2016). Gestão da cadeia de frio no setor alimentício. Revista Logística e Supply Chain, 1(1), 12-25.
- Thiollent, M. (2011). Metodologia da pesquisa-ação. (18. ed.). Editora Cortez.
- Werkema, M. C. C. (2012). Como estabelecer e conduzir um programa Seis Sigma. (4. ed.). Editora Werkema.