

APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY FOR IMPROVING
PRODUCTION CAPACITY: A CASE STUDY IN A MANGO PACKING HOUSE

TAINARA BRITO FONSECA
ANA CRISTINA GONÇALVES CASTRO SILVA
THIAGO MAGALHÃES AMARAL
PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY FOR IMPROVING
PRODUCTION CAPACITY: A CASE STUDY IN A MANGO PACKING HOUSE

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA A MELHORIA DA CAPACIDADE
PRODUTIVA: ESTUDO DE CASO EM UM PACKING HOUSE DE MANGA

TAINARA BRITO FONSECA

<https://orcid.org/0009-0003-0755-775X/> tainarafonseca177@gmail.com
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro, Bahia.

ANA CRISTINA GONÇALVES CASTRO SILVA

<https://orcid.org/0000-0001-8682-7794/> castroanasilva@gmail.com
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro, Bahia

THIAGO MAGALHÃES AMARAL

thiago.magalhaes@univasf.edu.br
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Petrolina, Pernambuco

PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

<https://orcid.org/0000-0001-9802-506X/> pedrovieirass@hotmail.com
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Petrolina, Pernambuco



Recebido em: 18/05/2026
Aprovado em: 30/07/2026
Publicado em: 30/08/2026

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo aplicar a metodologia DMAIC para identificar oportunidades de melhoria da capacidade produtiva do setor de beneficiamento de manga tratada termicamente em um packing house localizado no município de Casa Nova–BA. A empresa estudada enfrenta desafios relacionados à variação da demanda, ociosidade de colaboradores, paradas operacionais e fragilidades no planejamento da produção, fatores que comprometem o desempenho do processo e o atendimento aos mercados interno e externo. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, descritiva, com abordagem mista, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica, estudo de caso e pesquisa

participante. A metodologia DMAIC foi aplicada nas fases *Define*, *Measure*, *Analyse* e *Improve*, permitindo o mapeamento do processo produtivo, a mensuração da capacidade produtiva, a identificação do gargalo operacional, a quantificação das paradas e a análise das causas-raiz da subutilização da capacidade. Os resultados evidenciaram que uma linha produtiva possui capacidade para processar 17.385 caixas de 4 kg por período analisado; entretanto, foram registradas 287,39 horas de inatividade no segundo trimestre do ano, principalmente em decorrência da falta de frutos, da ausência de padronização operacional e de deficiências na programação da produção. Com base nesses resultados, foram propostas a implantação de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para padronizar as atividades críticas do processo, a reestruturação da programação da produção considerando a capacidade mensurada do setor e o balanceamento das atividades entre os postos de trabalho, visando reduzir as paradas operacionais, minimizar a ociosidade da mão de obra e melhorar a utilização da capacidade produtiva. As propostas estruturadas fornecem suporte à tomada de decisão gerencial e contribuem para aumentar a eficiência operacional e a competitividade do *packing house*.

Palavras-chave: DMAIC, capacidade produtiva, agronegócio, melhoria contínua.

ABSTRACT

This study aimed to apply the DMAIC methodology to identify opportunities for improving the productive capacity of the thermally treated mango processing sector in a packing house located in Casa Nova, Bahia, Brazil. The company faces challenges related to demand variability, employee idle time, operational stoppages, and weaknesses in production planning, which compromise process performance and affect both domestic and international markets. The research was conducted as an applied, descriptive study with a mixed-methods approach, using bibliographic research, a case study, and participant observation. The DMAIC methodology was applied through the Define, Measure, Analyse, and Improve phases, enabling the mapping of the production process, the measurement of productive capacity, the identification of the operational bottleneck, the quantification of production stoppages, and the analysis of the root causes responsible for capacity underutilization. The results showed that a single production line has the capacity to process 17,385 four-kilogram boxes during the analyzed period. However, 287.39 hours of inactivity were recorded during the second quarter of the year, mainly due to fruit shortages, the absence of standardized operating procedures, and deficiencies in production scheduling. Based on these findings, the study proposed the implementation of Standard Operating Procedures (SOPs) to standardize critical production activities, the restructuring of production scheduling according to the measured production capacity, and the balancing of activities among workstations to reduce operational stoppages, minimize labor idle time, and improve production capacity utilization. These proposals provide managerial support for decision-making and contribute to increasing the operational efficiency and competitiveness of the packing house.

Keywords: DMAIC, productive capacity, agribusiness, continuous improvement.

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma das atividades agrícolas predominantes no território brasileiro, contribuindo diretamente para a economia. Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2025), o Brasil é o terceiro maior

produtor mundial de frutas, com 60 milhões de toneladas anuais, produzidas em cerca 950 mil estabelecimentos agropecuários, totalizando 2,6 milhões de hectares.

Frente a esse cenário, a região Nordeste reúne 24% da produção de frutas no Brasil. A fruticultura irrigada na região alcançou um crescimento, especialmente nas culturas de uva, melão e manga, tornando-se um pilar na produção agrícola da região, de acordo com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS, 2025). O Vale do São Francisco representa um dos principais polos do Nordeste, desempenhando um papel fundamental na economia local, atraindo novos investimentos e o desenvolvimento dos municípios que adotaram essa atividade (CODEVASF, 2023; Sá et al., 2026).

Diante desse cenário, as melhorias nos processos de beneficiamento das frutas tornam-se estratégicas para as empresas, diante das alterações econômicas, que influenciam diretamente a qualidade percebida pelo consumidor e a aceitação nos mercados internacionais. Segundo Cenci (2011), as etapas que vão desde a seleção da matéria-prima até o armazenamento são fundamentais para garantir a segurança, a qualidade e a redução de perdas, para atender às exigências do mercado consumidor e agregar valor ao produto.

Nesse contexto, diferentes metodologias de melhoria de processos têm sido adotadas pelas organizações como forma de elevar a eficiência operacional, reduzir desperdícios e aumentar a competitividade. Entre elas, destaca-se o *Lean Six Sigma*, metodologia que integra os princípios da Produção Enxuta (*Lean*) e do Seis Sigma, combinando a eliminação de desperdícios com a redução da variabilidade dos processos. Sua aplicação é conduzida, predominantemente, por meio do ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*), que estrutura o desenvolvimento de projetos de melhoria contínua (Santos et al., 2025).

Segundo Lopes (2023) e Fernandes et al. (2021), a metodologia promove eficiência e qualidade ao eliminar desperdícios e reduzir a variabilidade dos

processos. A aplicação da metodologia requer o uso de métodos bem estruturados, como o DMAIC, composto pelas fases: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyse* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar), denominado ciclo DMAIC (Coelho; Silva; Santos, 2024). Segundo Werkema (2012), o DMAIC constitui um método estruturado que orienta todo o projeto de melhoria.

Considerando esse contexto, a empresa objeto deste estudo apresenta desafios relacionados à utilização da capacidade produtiva no setor de beneficiamento de mangas tratadas termicamente, caracterizados por períodos de ociosidade, paradas operacionais, indisponibilidade de insumos e fragilidades na programação da produção. Esses fatores comprometem o fluxo produtivo, dificultam o atendimento da demanda e evidenciam a necessidade de aplicação de uma metodologia estruturada para identificar as causas dos problemas e propor ações de melhoria.

À vista do exposto, constata-se que a ausência de um acompanhamento sistemático da capacidade produtiva pode resultar na subutilização de recursos, elevando os custos operacionais e comprometendo a competitividade da organização. Com base nesse contexto, a presente pesquisa busca responder à seguinte questão: como a aplicação da metodologia DMAIC pode contribuir para a melhoria da capacidade produtiva de um *packing house* localizado no município de Casa Nova–BA? Assim, o objetivo deste estudo foi aplicar a metodologia DMAIC ao setor de beneficiamento de manga, com foco na melhoria da capacidade produtiva.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologia DMAIC

O *Lean Six Sigma* é uma metodologia voltada para a melhoria contínua dos processos, combinando os princípios da Produção Enxuta (*Lean*), que busca eliminar desperdícios, com o Seis Sigma, cuja finalidade é reduzir a variabilidade e melhorar o desempenho dos processos. Para a condução dos projetos de melhoria, essa

metodologia utiliza o ciclo DMAIC, considerado um roteiro estruturado para identificação, análise e solução de problemas (Vieira et al., 2025).

Segundo Werkema (2012), o DMAIC constitui um método sistemático que orienta o desenvolvimento de projetos por meio da definição do problema, mensuração do desempenho atual, análise das causas dos desvios, implementação de melhorias e controle dos resultados alcançados. Essa estrutura favorece a tomada de decisão baseada em dados e contribui para a melhoria contínua dos processos organizacionais.

A fase *Define* tem como finalidade delimitar o escopo do projeto, identificar as necessidades dos clientes e estabelecer os objetivos a serem alcançados. Nessa etapa, são definidos o problema, os requisitos do cliente e os limites do projeto, proporcionando o direcionamento das etapas subsequentes (Werkema, 2012). Além disso, Pina (2023) e Santos et al. (2025) destacam que essa fase permite identificar processos críticos e oportunidades de melhoria, inclusive aqueles passíveis de automação.

Na fase *Measure*, são coletados dados do processo para caracterizar seu desempenho e estabelecer indicadores que permitam compreender a magnitude do problema. Werkema (2012) ressalta que a mensuração fornece informações essenciais para representar o estado atual do processo, enquanto Borrer (2008) afirma que essa etapa possibilita identificar, de forma quantitativa, onde se concentram os principais desvios de desempenho.

A fase *Analyse* busca compreender as causas fundamentais dos problemas identificados. Para Antony (2006), a análise dos dados permite investigar a origem da variabilidade do processo e identificar fatores responsáveis pela ocorrência de falhas e não conformidades. Dessa forma, a utilização de ferramentas estatísticas e da qualidade fornece subsídios para priorizar as causas que exercem maior influência sobre o desempenho do processo (Silva et al., 2024).

Na fase *Improve*, são desenvolvidas e avaliadas alternativas para eliminar ou minimizar as causas identificadas na etapa anterior. Segundo Werkema (2012), essa fase representa o momento em que as análises são convertidas em ações de melhoria. Andrade (2017) ressalta que as soluções devem ser avaliadas quanto à sua viabilidade e impacto sobre o processo, enquanto Borrer (2008) destaca que a implementação das melhorias deve concentrar-se na eliminação das causas-raiz previamente identificadas.

Por fim, a fase *Control* tem como objetivo assegurar que os ganhos obtidos sejam mantidos ao longo do tempo. De acordo com Werkema (2012), essa etapa envolve o monitoramento contínuo do desempenho do processo por meio de indicadores e mecanismos de controle, garantindo a sustentabilidade das melhorias implementadas e reduzindo a probabilidade de retorno às condições anteriores.

A aplicação estruturada do ciclo DMAIC tem sido amplamente empregada em diferentes setores produtivos devido à sua capacidade de apoiar a identificação sistemática de problemas, a análise baseada em evidências e a implementação de melhorias contínuas, contribuindo para o aumento da eficiência operacional e da competitividade organizacional (Bhargava; Gaur, 2021; Monday, 2022; Mittal et al., 2023).

2.2 Cronoanálise

A cronoanálise é uma técnica pertencente aos estudos de tempos e movimentos, utilizada para determinar o tempo necessário para a execução de uma atividade em condições previamente estabelecidas. Essa ferramenta permite analisar detalhadamente as operações de um processo produtivo, contribuindo para a definição de tempos-padrão, identificação de desperdícios, balanceamento de

operações e melhoria da eficiência dos sistemas produtivos (Pinto, 2016; Santos; Ferraz; Silva, 2019).

Segundo Barnes (1977), a cronoanálise consiste em um método sistemático para mensuração do tempo gasto na realização de atividades, possibilitando avaliar o desempenho operacional e estabelecer padrões que sirvam de referência para o planejamento e o controle da produção. Martins e Laugení (2006) destacam que a definição de tempos-padrão é essencial para o dimensionamento da capacidade produtiva, o balanceamento de linhas de produção e a alocação adequada dos recursos disponíveis.

Para que os tempos obtidos representem adequadamente o desempenho do processo, a literatura recomenda que a coleta de dados seja realizada de forma sistemática e que considere aspectos relacionados ao ritmo de trabalho do operador, às condições de execução da atividade e às tolerâncias necessárias para pausas fisiológicas e fadiga (Barnes, 1977). Nesse contexto, Peinado e Graeml (2007) ressaltam que a confiabilidade dos resultados depende da adoção de critérios estatísticos para determinação do número de observações e do cálculo do tempo-padrão, permitindo maior precisão nas análises de capacidade produtiva.

Além da mensuração dos tempos de execução das operações, a cronoanálise fornece informações que subsidiam decisões relacionadas ao planejamento e controle da produção, ao balanceamento de postos de trabalho e à identificação de gargalos produtivos. Dessa forma, a técnica constitui uma importante ferramenta para estudos de melhoria contínua, especialmente quando associada a metodologias estruturadas de gestão da qualidade, como o DMAIC, uma vez que fornece dados quantitativos que apoiam a identificação de oportunidades de melhoria e a avaliação do desempenho dos processos (Barnes, 1977; Peinado; Graeml, 2007). Neste estudo, a cronoanálise foi empregada como instrumento para mensurar os tempos das operações do setor

de beneficiamento de mangas e subsidiar o cálculo da capacidade produtiva, sendo os procedimentos adotados para sua aplicação descritos na seção de metodologia.

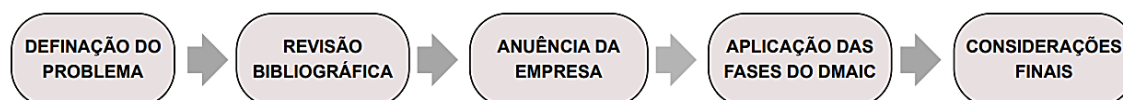
3 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em um *packing house* localizado no município de Casa Nova–BA, especializado na produção e comercialização de mangas destinadas aos mercados interno e externo. A unidade processa as variedades *Tommy*, *Palmer*, *Kent* e *Keitt*, classificadas de acordo com o calibre dos frutos, tendo como principal variável de referência o peso.

3.1 Etapas da pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa foi estruturado em cinco etapas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fases da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2025)

Inicialmente, realizou-se a definição do problema com base em observações do processo produtivo e na análise dos registros históricos da empresa, possibilitando identificar variações na utilização da capacidade produtiva e períodos de inatividade operacional.

Na segunda etapa, foi realizada a revisão bibliográfica mediante consulta a livros, artigos científicos, dissertações, monografias e trabalhos publicados em eventos científicos. A revisão bibliográfica teve como finalidade fundamentar teoricamente a aplicação da metodologia DMAIC e da cronoanálise, bem como identificar estudos relacionados à melhoria da capacidade produtiva em ambientes industriais e agroindustriais. O levantamento bibliográfico foi realizado entre os meses de maio e julho de 2025 nas bases Google Acadêmico, SciELO e Portal de Periódicos

da CAPES, além do acervo físico e digital da UNIVASF. Foram utilizadas combinações dos descritores "DMAIC", "*Lean Six Sigma*", "capacidade produtiva", "cronoanálise", "*packing house*", "estudo de tempos" e "melhoria de processos", em português e inglês. Foram considerados artigos científicos, livros, dissertações e teses publicados preferencialmente nos últimos dez anos, sendo incluídos trabalhos que abordassem diretamente a aplicação das ferramentas empregadas nesta pesquisa e excluídos estudos sem relação com o objeto investigado.

Posteriormente, foi obtida a anuência da empresa para realização da pesquisa e utilização dos dados operacionais. Em seguida, aplicou-se a metodologia DMAIC, contemplando as fases *Define*, *Measure*, *Analyse* e *Improve*, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição métodos e ferramentas DMAIC

ETAPA	ATIVIDADE	FERRAMENTAS
<i>Define</i>	Descrever o problema e estabelecer a meta; Identificar as demandas dos clientes; Definir o processo central envolvido.	SIPOC; <i>Project Charter</i> ; Voz do Cliente – VOC; Fluxograma.
<i>Measure</i>	Coletar tempos; Identificar os problemas prioritários; Estudar as variações dos problemas identificados.	Cronoanálise; Estatística básica.
<i>Analyse</i>	Analisar dados do problema prioritário e de seu processo gerador; Identificar e priorizar as causas potenciais do problema prioritário.	Carta de Controle Diagrama de Pareto Diagrama de Ishikawa; Matriz de Esforço e Impacto;
<i>Improve</i>	Elaborar e executar um plano para a implementação das soluções; Gerar ideias de soluções potenciais para a eliminação das causas fundamentais dos problemas prioritários.	5W1H. Procedimentos Operacionais Padrão

Fonte: Adaptado de Werkema (2012)

Na fase *Define*, realizou-se a delimitação do problema, a caracterização do processo e a identificação das necessidades dos clientes, utilizando as ferramentas *Project Charter*, SIPOC, Voz do Cliente (VOC) e Fluxograma. Na fase *Measure*, efetuou-se a coleta sistemática dos dados operacionais por meio da cronoanálise e dos registros de produção da empresa, possibilitando mensurar o desempenho do processo e determinar sua capacidade produtiva.

Na fase *Analyse*, os dados obtidos foram examinados mediante aplicação do Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Carta de Controle e Matriz de Esforço e Impacto, permitindo identificar e priorizar as causas responsáveis pelas perdas de capacidade produtiva. Por fim, na fase *Improve*, foram estruturadas propostas de melhoria com base nos resultados obtidos, utilizando a ferramenta 5W1H para o planejamento das ações e Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para a padronização das atividades críticas.

3.2 Cronoanálise e coleta dos dados

A fase *Measure* compreendeu a realização da cronoanálise para determinação da capacidade produtiva do setor estudado. As coletas foram realizadas durante o período de safra, quando a linha opera em condições representativas de utilização da capacidade instalada. Inicialmente, definiu-se como objeto de análise a embalagem Tipo 01 (4 kg), por representar a maior participação no volume exportado pela empresa. Também foram selecionados os calibres 10 e 12 e a variedade Tommy, por apresentarem maior frequência de processamento durante o período analisado.

Os dados foram coletados no dia 22 de outubro de 2025 em uma das linhas produtivas do setor, considerando que ambas possuem características operacionais equivalentes. As medições contemplaram as etapas de abastecimento, polimento, embalagem e paletização, permitindo determinar o tempo médio de execução de cada operação.

Para realização da cronoanálise, foram adotados os seguintes procedimentos:

- Definição do método de cronometragem e dos instrumentos de coleta;
- Determinação do número mínimo de ciclos por meio da equação 1, considerando nível de confiança de 95% e erro relativo de 5%;
- Avaliação do ritmo do operador mediante o sistema *westinghouse*;
- Definição das tolerâncias referentes às necessidades pessoais, fadiga e atrasos inevitáveis;
- Cálculo do tempo normal e do tempo padrão das operações;
- Determinação da capacidade produtiva da linha de produção.

Os tempos foram registrados utilizando cronômetro digital e ficha de observação, sendo posteriormente tratados estatisticamente para obtenção dos tempos médios representativos de cada operação. Após a determinação do número mínimo de ciclos, verificou-se que a atividade de embalagem apresentou a maior variabilidade, exigindo 63 observações. Dessa forma, esse quantitativo foi adotado como referência para as demais etapas da coleta. A avaliação do ritmo operacional foi realizada por meio do Sistema *Westinghouse*, permitindo calcular o tempo normal das operações. Em seguida, foram incorporadas as tolerâncias operacionais para obtenção do tempo padrão, utilizado como base para o cálculo da capacidade produtiva.

3.3 Aplicação das fases Analyse e Improve

Concluída a etapa de mensuração, iniciou-se a fase *Analyse*, na qual foram empregados o Diagrama de Ishikawa, o Diagrama de Pareto, a Carta de Controle e a Matriz de Esforço e Impacto para identificar as causas responsáveis pelas perdas de desempenho observadas no processo. Com base nos resultados obtidos, desenvolveu-se a fase *Improve*, destinada à elaboração das propostas de melhoria.

As ações foram estruturadas por meio da ferramenta 5W1H e contemplaram, entre outras iniciativas, a elaboração de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), visando reduzir as causas identificadas e melhorar a utilização da capacidade produtiva.

Para apoiar as análises, utilizaram-se os softwares Excel®, Minitab®, Bizagi® e SketchUp®, empregados, respectivamente, na organização dos dados, análises estatísticas, modelagem dos processos e elaboração das representações gráficas. Ao final da aplicação da metodologia, procedeu-se à interpretação dos resultados e à elaboração das conclusões do estudo, destacando as causas identificadas, as oportunidades de melhoria e as contribuições da pesquisa para a gestão da capacidade produtiva do *packing house*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aplicação da metodologia DMAIC

A primeira etapa (Define) do método DMAIC tem a finalidade de identificar as prioridades e requisitos dos clientes, elaborar o *Project Charter*, realizar o mapeamento dos processos e determinar as Características Críticas para a Qualidade (CTQs).

- Escolha do Setor

A escolha do setor pós-tratamento térmico como foco do projeto, conforme apontado pelos gestores da empresa durante reuniões, o setor constitui uma área crítica quanto à utilização da capacidade produtiva, especialmente em função da variação entre os períodos de safra e entressafra. Esse setor concentra as etapas de beneficiamento das frutas submetidas ao tratamento térmico, procedimento exigido pelos países importadores para o controle de pragas. Dessa forma, considerando sua

importância operacional e seu impacto direto no atendimento às exigências do mercado externo, o setor foi definido como prioridade para análise e melhoria.

- *Project Charter*

Com o setor definido, estabeleceu-se como problema-chave a ocorrência de ociosidade dos colaboradores e as paradas no processo, fatores que reduzem significativamente a capacidade produtiva. Essa decisão foi reforçada por dados históricos da produção, que evidenciaram a quantidade de horas de inatividade registrada no setor. Esses dados foram analisados diretamente na empresa, confirmando a relevância do problema. Com base nessas informações, procedeu-se à elaboração do *Project Charter*, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 1 - *Project Charter*

Sumário Executivo		
Título: Melhoria no processo produtivo do <i>Packing House</i>		Líder: Tainara Fonseca
Cliente: Diretoria	Área: Setor de Beneficiamento	Patrocinador: Diretoria
Objetivo do projeto		
Aplicar as fases da metodologia DMAIC para diagnosticar os problemas e estruturar um plano de ação capaz de melhorar a utilização da capacidade produtiva, alinhando o desempenho operacional à demanda, caso as melhorias propostas sejam implementadas.		
Histórico do problema		
A análise dos dados do segundo trimestre do ano revelou que as duas máquinas registraram 287,39 horas de inatividade, causadas principalmente pela falta de frutos e pela dificuldade dos colaboradores em manter um ritmo contínuo de operação. Esses fatores provocam interrupções no fluxo produtivo e contribuem para a formação de gargalos no processo.		
Definição da Meta		KPIs do Projeto

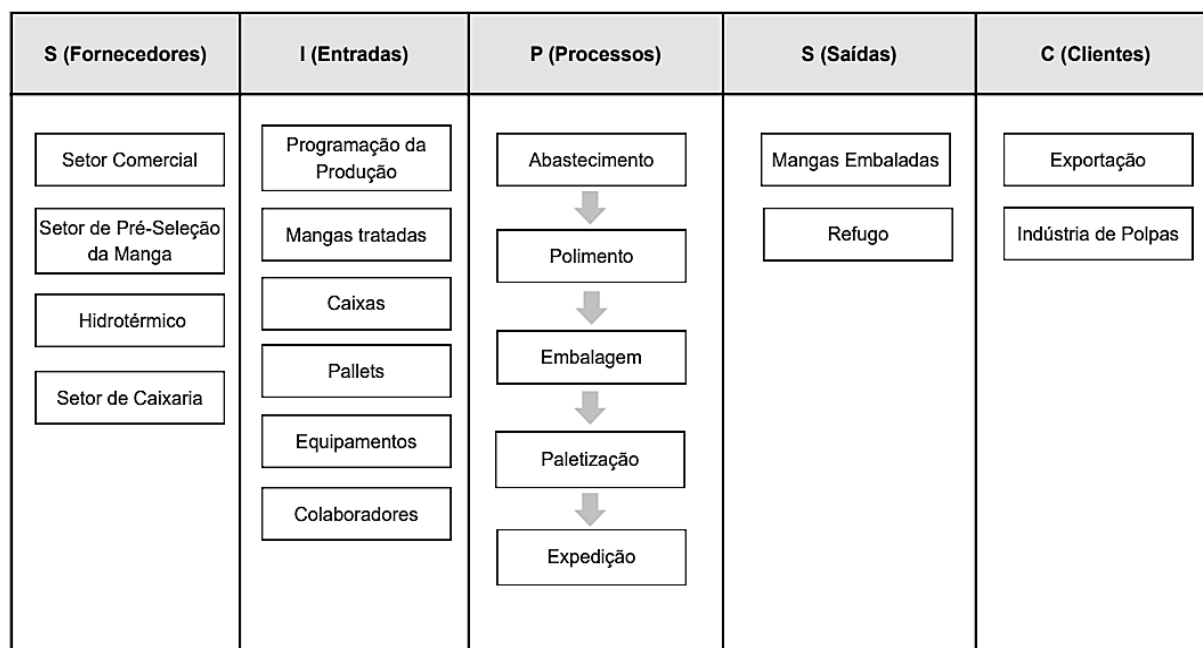
Reduzir a inatividade do setor em 20%.	• Tempo médio de ciclo por caixa; • Produtividade diária (caixas/hora); • Horas de inatividade das Máquinas.
Limites do Projeto (Inclui/Exclui)	
Inclui: Análise das etapas de abastecimento, polimento, embalagem e paletização)	Exclui: Etapas de colheita, transporte e processos administrativos.
Restrições do Projeto	
• Tempo limitado para a realização do trabalho; • Quantidade reduzida de visitas ao ambiente produtivo.	
Requisitos do Cliente	
• Melhorar o aproveitamento da mão de obra; • Reduzir perdas decorrentes de paradas não programadas e ineficiências operacionais.	
Contribuições para o negócio	
• Aumento da produtividade no setor; • Padronização dos processos operacionais.	

Fonte: Autoria própria (2025)

- Mapeamento do Processo

Com o objetivo de descrever o processo produtivo envolvido no projeto e facilitar a compreensão de suas etapas, foi elaborado um Diagrama SIPOC, com as operações que agregam valor ao processo. A Figura 2 apresenta os principais elementos do processo, permitindo uma visão abrangente e estruturada.

Figura 2 - SIPOC do processo



Fonte: Autoria própria (2025)

A partir do Diagrama SIPOC, nota-se que o funcionamento do setor depende de entradas (*inputs*) que são decisivas para o desenvolvimento das operações. Além disso, observa-se que todas as etapas até a obtenção do produto final são interdependentes, o que reforça a necessidade de acompanhar o processo produtivo.

O processo tem início na etapa de abastecimento, na qual as mangas são colocadas na máquina. Em seguida, ocorre o polimento, etapa em que os frutos recebem a aplicação de Cera e Graduate, substâncias responsáveis por realçar o brilho e prolongar a vida útil da fruta. Posteriormente, as mangas seguem para o processo de embalagem, no qual são colocadas nas caixas de acordo com calibre. Na sequência, ocorre a paletização, etapa em que as caixas são empilhadas sobre *pallets* de acordo com o lote e o destino da carga. Por fim, os *pallets* são expedidos para a câmara fria, onde permanecem armazenados até o momento do transporte.

Em relação às saídas (*outputs*), o processo gera as mangas embaladas e paletizadas, que representam o produto final destinado à exportação, além do refugo, constituído por frutos descartados durante a embalagem.

- Necessidades dos Clientes

Com o objetivo de compreender as necessidades e expectativas dos diferentes clientes do processo produtivo de exportação de mangas, foram utilizadas medidas provenientes da Voz do Cliente (*Voice of the Customer – VOC*). Os clientes foram classificados em três grupos principais, Diretoria da empresa, Setor Comercial e Mercado Externo.

Diretoria da Empresa: cliente-chave responsável pelo direcionamento estratégico da organização. Suas principais necessidades envolvem o conhecimento da capacidade real das unidades produtivas e o uso eficiente dos recursos disponíveis, garantindo rentabilidade, controle gerencial e alinhamento entre produção e resultados corporativos.

Setor Comercial: necessita conhecer a capacidade que o setor operacional consegue atender, permitindo planejar as vendas de forma compatível com a produção disponível. Esse alinhamento garante o atendimento da demanda, evitando impactos em outros setores, como faturamento e logística da empresa.

Mercado de Exportação: este cliente valoriza a qualidade e a conformidade do produto com os padrões exigidos pelo mercado internacional, priorizando aparência, calibração e integridade das frutas. Também espera cumprimento dos prazos de entrega e capacidade de atendimento dos pedidos.

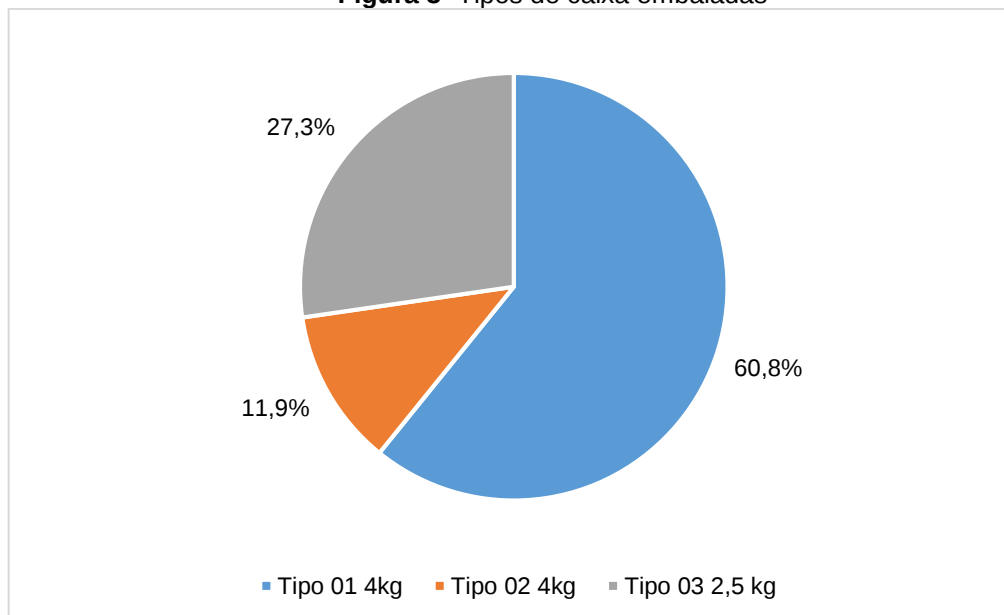
Measure

Nesta etapa, foi realizada a coleta de dados referente ao processo produtivo, com o propósito de subsidiar a quantificação da capacidade produtiva. Optou-se por

realizar a coleta durante o período de safra, considerando que, nesse intervalo, o setor opera sob condições de plena capacidade produtiva, o que possibilita a obtenção de tempos representativos e a definição precisa da capacidade real do processo.

Na coleta dos tempos, foram considerados a caixa, o calibre e a variedade de manga mais embaladas, tomando como referência os meses de agosto, setembro e outubro, que correspondem ao período de safra produtiva do ano anterior e ao intervalo que abrange a coleta de tempos deste estudo. A análise das informações referentes a esses parâmetros indicou que 60,8% das caixas embaladas no setor correspondiam ao Tipo 01, com peso de 4 kg, caracterizado por embalagem direta, sem necessidade de utilização de rede espuma ou papel, conforme a Figura 3.

Figura 3 -Tipos de caixa embaladas

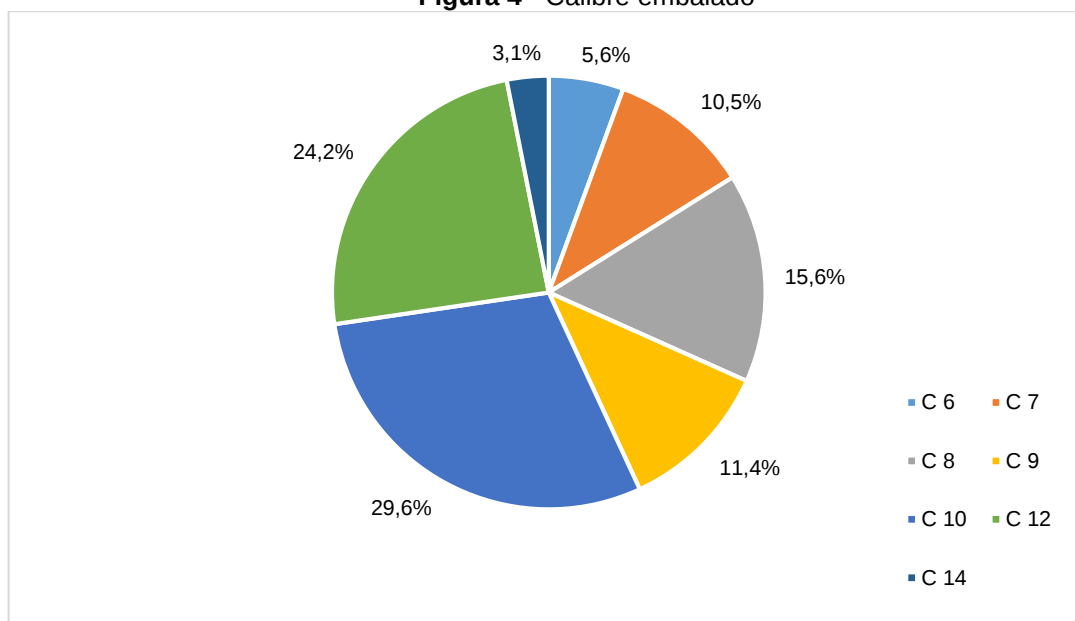


Fonte: Autoria própria (2025)

Em relação aos calibres, o calibre 10 representou 29,6% e o calibre 12, 24,2% do total de caixas embaladas, conforme ilustrado na Figura 4. Sendo assim, a coleta

de dados considerou esses calibres devido à sua representatividade no volume produzido, visto que são embalados simultaneamente no processo.

Figura 4 - Calibre embalado



Fonte: Autoria própria (2025)

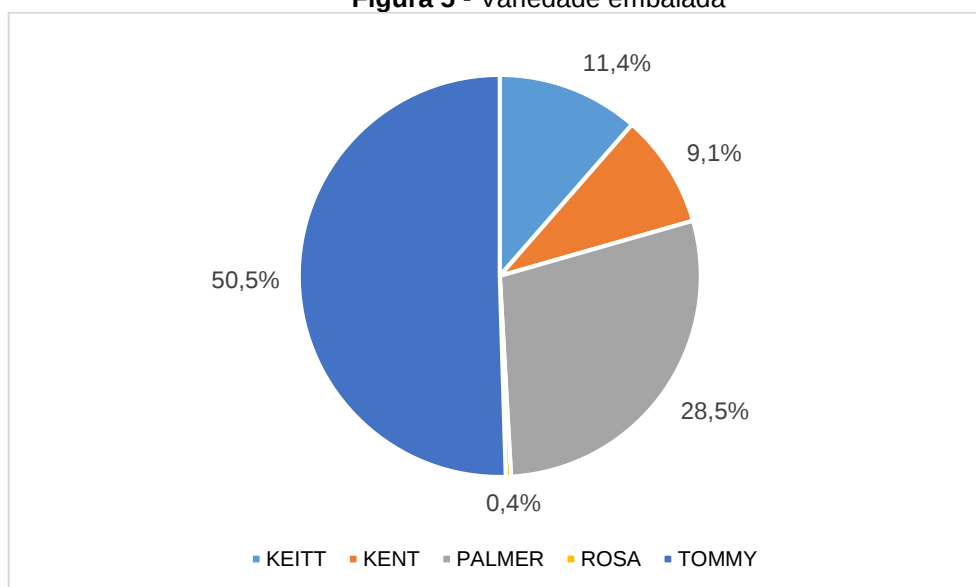
A Tabela 4 apresenta a relação entre os calibres mais usuais e os respectivos pesos. Essas informações evidenciam os parâmetros adotados para garantir a correta classificação dos frutos.

Tabela 1 - Relação calibre e massa	
CALIBRE	MASSA (g)
5	730 a 900
6	590 a 729
7	515 a 589
8	460 a 514
9	415 a 459
10	350 a 414
11	260 a 349
12	150 a 259

Fonte: Autoria própria (2025)

Quanto à variedade, observa-se que a *Tommy* foi responsável por 50,05% das caixas destinadas à exportação, conforme apresentado na Figura 5. Dessa forma, essa variedade também foi adotada como base para a coleta de dados, dada sua relevância no processo produtivo

Figura 5 - Variedade embalada



Fonte: Autoria própria (2025)

A coleta de dados foi realizada no dia 22 de outubro de 2025, considerando o processamento de manga da variedade *Tommy*, embalada em caixa Tipo 01 (4 kg) e nos calibres 10 e 12, por serem os mais representativos no período analisado. O setor conta com duas máquinas operantes, contudo, no momento da coleta apenas uma das linhas produtivas (máquina A) estava em operação, enquanto a outra (máquina B) encontrava-se temporariamente inativa devido à realização de manutenção corretiva. Ressalta-se que ambas possuem configuração técnica idêntica, realizam o mesmo ciclo operacional e contam com igual número de colaboradores, o que assegura equivalência funcional entre elas para fins de análise.

As medições abrangeram as principais etapas do processo de beneficiamento da manga destinada ao setor estudado, com o objetivo de determinar o tempo médio de execução de cada operação. Ressalta-se que, para as atividades de Polimento, o tempo de ciclo considerado corresponde ao tempo nominal da máquina. A Tabela 5 apresenta a relação das atividades observadas e os respectivos tempos coletados durante o estudo.

Tabela 2 - Tempos coletados em segundos

ETAPAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Abastecimento	0,80	1,10	0,80	0,88	0,95	1,25	1,25	1,06	1,07	0,85
Polimento	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Embalagem	20,00	22,00	14,50	14,00	16,00	19,00	11,50	18,00	19,00	15,50
Paletização	2,35	1,88	1,95	2,15	1,92	2,25	2,08	2,56	2,80	2,50

Fonte: Autoria própria (2025)

Ressalta-se que os tempos foram coletados a partir de operações mais agregadas, evitando o levantamento de microtarefas, de modo a representar adequadamente os ciclos operacionais de maior duração. Após a coleta dos dados iniciais, procedeu-se ao cálculo necessário para a identificação do número de ciclos a serem considerados na análise.

- Determinação do número de ciclos a serem cronometrados

Com aplicação da Equação 1, foi possível determinar o tamanho mínimo da amostra para garantir a representatividade dos dados, conforme a Tabela 6.

ETAPA	$\bar{x}$	R	z (95%)	$E_r(5\%)$	$d_2(10)$	$n (\cong)$
Abastecimento	1,00	0,45	1,96	0,05	3,08	33
Polimento	1,12	0	1,96	0,05	3,08	0
Embalagem	16,95	10,50	1,96	0,05	3,08	63
Paletização	2,24	0,925	1,96	0,05	3,08	28

Tabela 3 - Número de Ciclo Calculado

Fonte: Autoria própria (2025)

Após a determinação do número de ciclos necessários para cada atividade, verificou-se que o maior valor de n correspondeu à etapa de Embalagem, com maior variabilidade, resultando em 63 ciclos. Dessa forma, foram realizadas coletas de tempos de cada processo para atender ao requisito estatístico dessa atividade. Os dados completos encontram-se apresentados no Apêndice B.

- Determinação da avaliação do ritmo do operado

A partir das cronometragens realizadas, calcularam-se os Tempos Normais (TN) para cada atividade, apresentados na Tabela 7, cujo cálculo foi realizado por meio da Equação 2. Nos estudos de tempos, a definição do ritmo do operador constitui uma etapa fundamental, porém suscetível à subjetividade da analista. Para conferir maior uniformidade e confiabilidade à avaliação, adotou-se o sistema de julgamento de ritmo Westinghouse, apresentado no Quadro 1.

Tabela 4 - Tempos Normais das Atividades

ETAPA	TM	H	E	C_1	C_2	TN
Abastecimento	1,13	0,03	0,05	0,02	0,01	1,25
Polimento	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12
Embalagem	17,05	0,06	0,05	-0,03	0,01	18,58
Paletização	2,44	0,06	0,05	-0,03	0,01	2,66

Fonte: Autoria própria (2025)

- Determinação de tolerâncias

Após determinação dos tempos normais para cada atividade, segue-se para a definição dos fatores de tolerância apurados por meio da Equação 3. Para o cálculo do fator de tolerância, considera-se o tempo total de trabalho diário e as pausas permitidas pela empresa. No caso analisado, o turno diário possui duração de 8 horas, das quais 10 minutos são destinados às necessidades pessoais e 20 minutos, no

período da tarde, às atividades de ginástica laboral e demais necessidades. Assim, aplicando a Equação 3, parâmetro ρ representa a proporção do tempo de trabalho destinada a pausas, obtém-se o fator de tolerância correspondente.

$$\rho = \frac{30}{480} = 0,063$$

$$FT = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{1 - 0,063} = 1,07$$

- Determinação do tempo-padrão

Definida a tolerância, procedeu-se ao cálculo dos Tempos Padrão (TP) com base na Equação 4, para cada atividade analisada, de modo a permitir a avaliação da capacidade produtiva da unidade de embalagem. A Tabela 8 apresenta os Tempos Padrão (TP) determinados para cada etapa do processo.

Tabela 5 - Tempos Padrão de cada atividade

ETAPA	TN	FT	TP
Abastecimento	1,25	1,07	1,34
Polimento	1,12	-	1,12
Embalagem	18,58	1,07	19,88
Paletização	2,66	1,07	2,85

Fonte: Autoria própria (2025)

Dessa forma, é possível analisar qual etapa apresenta o maior Tempo Padrão (TP). No presente estudo, a atividade de Embalagem apresenta TP de 19,88 s por caixa, representando o tempo necessário para que uma embaladora conclua a operação. Esse valor evidencia o impacto dessa etapa no fluxo produtivo.

- Medida da capacidade

Com base nos tempos de ciclo e na Equação 5, foi calculada a capacidade produtiva por hora e por dia. Para o setor de embalagem, considerou-se a operação de 12 embaladoras, e para a paletização, 2 operadores, enquanto nos processos automatizados adotaram-se as capacidades nominais. A jornada de referência foi de 8 horas diárias, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 6 - Determinação da capacidade produtiva

ETAPA	TC(s)	CP/hora	CP/dia
Abastecimento	1,34	2687	21493
Polimento	1,12	3215	25715
Embalagem	19,88	2173	17385
Paletização	2,85	2527	20211

Fonte: Autoria própria (2025)

A etapa de Embalagem apresenta o maior tempo de processamento e, portanto, configura o gargalo da linha, determinando sua capacidade produtiva global. Conforme apresentado na Tabela 10, essa etapa alcança capacidade de 2.173 caixas por hora quando operada pelas 12 embaladoras. A capacidade mínima do processo, calculada por meio da Equação (7), considerando o somatório dos tempos de ciclo, corresponde a 143 caixas por hora.

Para fins de análise, essa capacidade pode ser estendida para a segunda linha produtiva, uma vez que ambas as máquinas operam sob as mesmas condições de processo. Assim, os resultados obtidos na linha observada podem ser considerados representativos para o conjunto das duas unidades.

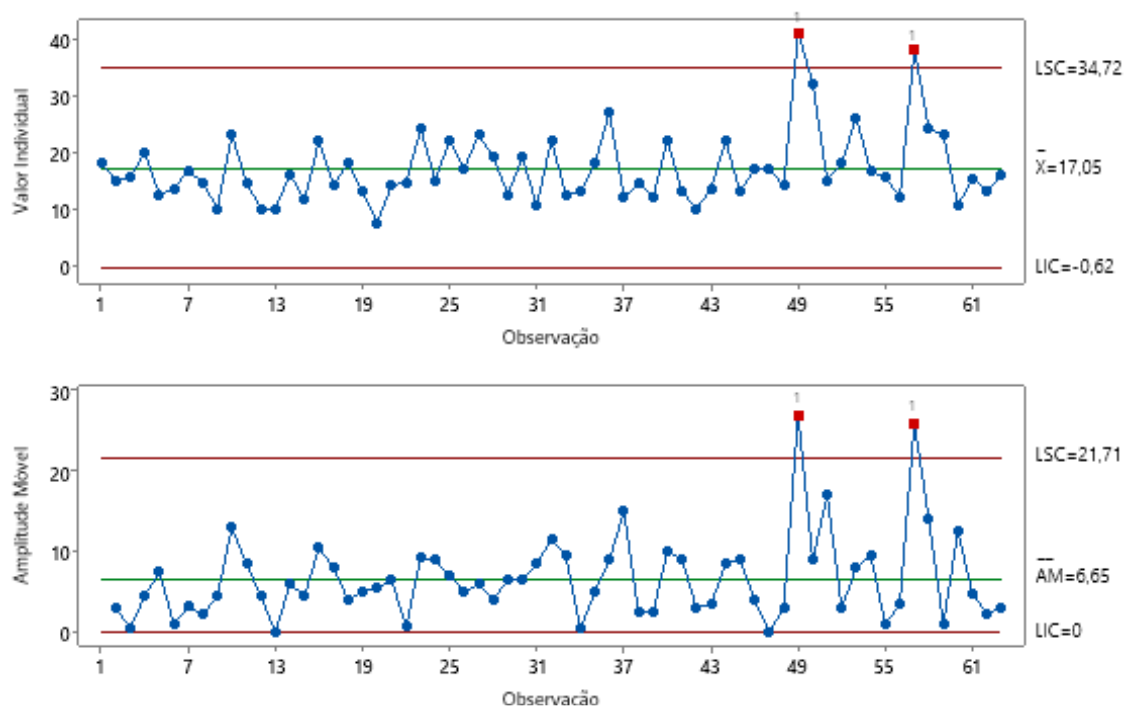
Analyse

Nesta etapa do estudo, buscou-se analisar de forma detalhada os problemas que comprometem o desempenho da área produtiva. A fase *Measure* evidenciou que

o processo de Embalagem constitui o gargalo do sistema, sendo, determinante para a capacidade produtiva do setor. Para investigar a variabilidade observada, foi realizada a análise do comportamento dos dados por meio da carta de controle do tipo I-AM, conforme a Figura 6. Os resultados mostraram a presença de dois pontos acima do limite superior de controle, condição que, de acordo com as Regras da Western Electric, caracteriza um sinal de processo fora de controle estatístico.

Entretanto, Hoyles et al. (2010) afirmam que a análise de sinais estatísticos exige a compreensão do contexto do processo, das práticas operacionais e dos artefatos de medição envolvidos, de modo que a ocorrência isolada de desvios não implica, necessariamente, instabilidade sistêmica do processo. Considerando a natureza manual da etapa analisada, caracterizada por dependência de intervenção humana, tais desvios pontuais podem estar associados a causas relacionadas ao próprio processo, como variações decorrentes de fadiga operacional ou incertezas de medição, visto que o gráfico de controle não apresenta tendências, padrões cíclicos ou sequências prolongadas.

Figura 6 - Carta I-AM



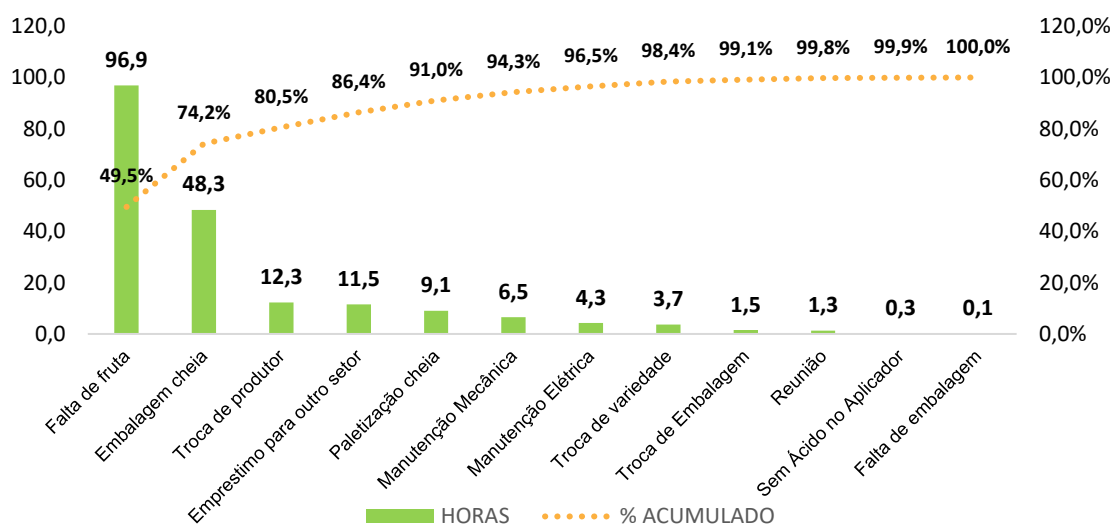
Fonte: Autoria própria (2025)

Para complementar a avaliação do setor, foram elaborados Diagramas de Pareto referentes às causas de parada registradas nas duas máquinas. As Figuras 7 e 8 mostram que há recorrentes períodos de inatividade, o que dificulta o alcance da capacidade produtiva calculada.

APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY FOR IMPROVING PRODUCTION CAPACITY: A CASE STUDY IN A MANGO PACKING HOUSE

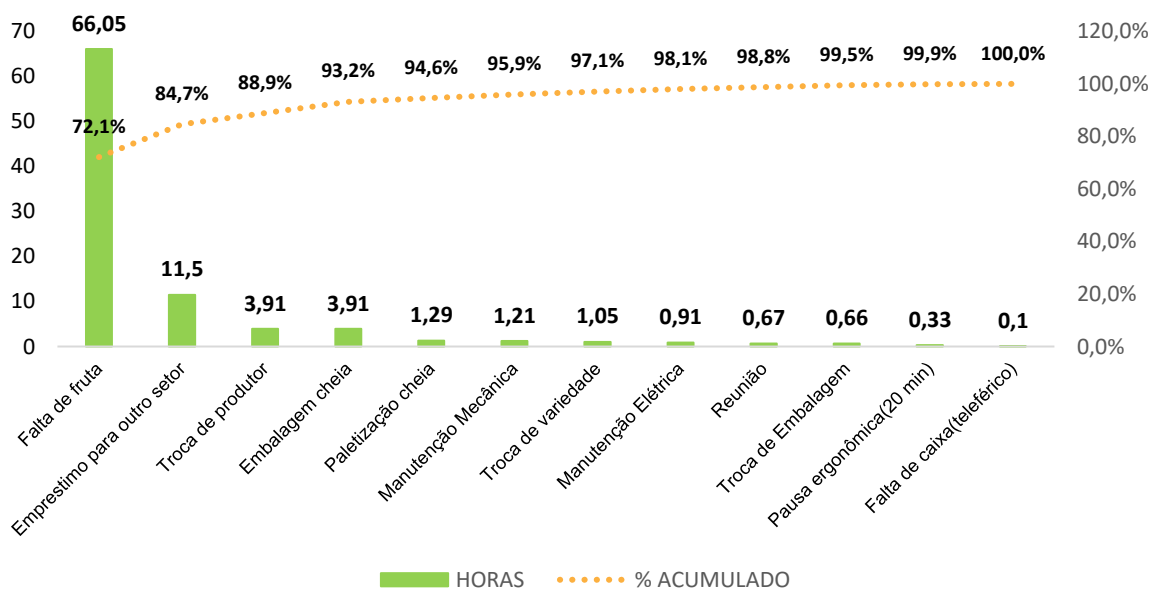
TAINARA BRITO FONSECA
ANA CRISTINA GONÇALVES CASTRO SILVA
THIAGO MAGALHÃES AMARAL
PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

Figura 7 - Parada Máquina (A)



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 8 - Paradas Máquina (B)



Fonte: Autoria própria (2025)

Em ambas as máquinas, a principal causa de paradas no setor está relacionada à falta de frutas para a alimentação do sistema. Observa-se, ainda, a recorrência de paradas provocadas pelo acúmulo de frutas na esteira na etapa de Embalagem. Essa evidência complementa a análise da carta de controle I-AM, uma vez que os Diagramas de Pareto indicam que a etapa de Embalagem é responsável por interrupções recorrentes no fluxo produtivo. Tais interrupções ocorrem quando o ritmo dessa etapa eventualmente não acompanha o restante do sistema, evidenciando a existência de sensibilidade no ritmo operacional.

Além dessas causas, os Diagramas de Pareto também evidenciam outros fatores que contribuem para a redução do tempo produtivo. Entre eles, destaca-se o empréstimo de colaboradores para outros setores, as trocas de produtor, paletização cheia e outras interrupções menores, que, somadas, impactam o tempo efetivo de operação e reduzem a estabilidade do processo.

Para investigar de forma estruturada as principais causas destacadas nos Diagramas de Pareto, elaborou-se um Diagrama de Ishikawa, o qual possibilitou organizar e analisar as causas-raiz que contribuem para as perdas observadas. Após o desenvolvimento do Diagrama de Ishikawa, foi possível aprofundar a identificação das possíveis causas-raiz associadas às variações observadas na carta de controle. Com base nessas causas levantadas, aplicou-se a Matriz Causa e Efeito, Tabela 10, utilizada para priorizar as entradas do processo conforme o grau de influência que exercem sobre as saídas críticas para o cliente. As saídas consideradas no estudo foram o tempo de ciclo, a quantidade de caixas produzidas e as paradas de processo.

Tabela 7 - Matriz Causa e Efeito

	Causas	Tempo de Ciclo	Quantidade de Caixas	Tempo de parada	Total
X01	Falta padronização nos processos	5	5	5	15
X02	Programação de produção ineficiente	3	5	5	13
X03	Falta de balanceamento entre etapas	5	5	5	15
X04	Variedade de embalagens	3	3	1	7

X05	Falta controle com indicadores	1	1	1	3
X06	Variação na demanda do mercado	0	3	3	10
X07	Temperatura elevada no setor	1	1	1	3
X08	Rotatividade de colaboradores	5	3	3	11
X09	Falta de treinamento operacional	5	3	3	11
X10	Sem pré-separação por calibre	3	3	3	9
5 - Correlação Forte 3 - Correlação Moderada 1 - Correlação Fraca 0 - Sem Correlação					

Fonte: Autoria própria (2025)

Conforme apresentado na Tabela 10, as causas que impactam o processo: Falta de padronização nos processos, Programação de produção ineficiente e Falta de balanceamento entre etapas foram identificadas como as principais agravantes para as saídas. A causa falta de padronização nos processos refere-se à insuficiência de procedimentos operacionais padronizados, especialmente nas etapas manuais do processo produtivo. Essa condição contribui para o aumento da variabilidade operacional, refletindo diretamente no desempenho do processo, com destaque para as atividades de embalagem e paletização. A programação de produção ineficiente está associada às falhas no planejamento e controle da produção, considerando, principalmente, os atrasos no fluxo de chegada das atividades ao setor operacional, bem como as constantes alterações decorrentes das mudanças de mercado e das demandas de entrega.

Por sua vez, a causa falta de balanceamento entre etapas relaciona-se à inadequada distribuição da carga de trabalho entre as fases do processo produtivo, agravada pela não consideração da sazonalidade da demanda. Dessa forma essas três causas representam os principais fatores que afetam as saídas do processo analisado. A partir da Matriz Causa e Efeito, foi possível identificar de maneira estruturada as principais causas que contribuem para a ocorrência de defeitos no processo.

Improve

Esta etapa tem como objetivo propor e avaliar soluções para os problemas prioritários identificados na fase *Analyse*. Com base nas Matrizes foi possível priorizar os fatores que apresentam maior impacto sobre o desempenho do setor considerando os indicadores do projeto. Nessa priorização, destacaram-se três causas críticas: Falta de padronização nos processos, Programação de produção ineficiente e Falta de balanceamento entre etapas. Dessa forma, o plano de ação foi estruturado com foco nas causas, por apresentarem maior impacto sobre o desempenho do processo e influenciarem diretamente a estabilidade, a eficiência e a qualidade da operação produtiva, conforme apresentado nos Quadros 5, 6 e 7, respectivamente. Espera-se que, com a implantação das sugestões propostas, a empresa possa alcançar o objetivo estabelecido pelo estudo.

Quadro 2 – 1º Plano de Ação - 5W1H

Problema: Falta de padronização nos processos					
O quê (<i>What</i>)	Por quê (<i>Why</i>)	Onde (<i>Where</i>)	Quando (<i>When</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Como (<i>How</i>)
1. Criar Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) e Instruções de Trabalho (ITs).	Padronizar a forma de trabalho para reduzir a variação entre operadores.	Para cada posto de trabalho.	8–16 semanas.	Engenheiro(a) responsável pelos processos e Líderes do setor.	• Mapear o processo atual; • Utilizar <i>softwares</i> ou fotos para modelar o fluxo; • Validar os procedimentos com os operadores.
2. Implantar sinais visuais e padronização operacional.	Aumentar autonomia sem necessidade de consulta sobre o método de trabalho.	Setor de Manga Tratada.	4–6 semanas.	Engenheiro(a) responsável pelos processos.	• Expor POPs visuais em quadros/banners próximos à operação; • Usar marcações visuais nos postos de trabalho.
4. Treinamento dos métodos de trabalho.	Garantir que todos executem conforme POPs .	Sala de treinamento e <i>packing house</i> .	2–4 semanas.	Engenheiro(a) responsável pelos processos.	• Sessões práticas.
5. Realizar treinamentos periódicos com líderes e encarregados.	Assegurar que os padrões sejam aplicados corretamente	Sala de treinamento.	Mensalmente	Engenheiro(a) responsável pelos processos e o RH.	• Planejar cronograma de capacitações; • Treinar líderes sobre POPs e ITs atualizados; • Orientar líderes sobre como reforçar

APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY FOR IMPROVING
PRODUCTION CAPACITY: A CASE STUDY IN A MANGO PACKING HOUSE

TAINARA BRITO FONSECA
ANA CRISTINA GONÇALVES CASTRO SILVA
THIAGO MAGALHÃES AMARAL
PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

	e fortalecer a liderança operacional.				padrões no dia a dia; • Monitorar cumprimento nas rotinas.
--	--	--	--	--	---

Fonte: Autoria própria (2025)

Quadro 3 – 2º Plano de Ação - 5W1H

Problema: Programação de produção ineficiente					
O quê (<i>What</i>)	Por quê (<i>Why</i>)	Onde (<i>Where</i>)	Quando (<i>When</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Como (<i>How</i>)
1. Estruturar programação de produção com antecedência.	Reduzir tempo ocioso da equipe.	Administrativo e Setor Produtivo.	Diariamente.	PCP e Líderes do setor.	• Criar rotina de elaboração de programação com 1 dia de antecedência e enviar aos líderes.
2. Adotar métodos de previsão de demanda.	Antecipar os volumes embalados e aumentar a assertividade na definição do número de colaboradores, evitando o	Administrativo.	Implantação em 6-14 semanas; rotina Mensal.	PCP	• Utilizar séries históricas de produção; • Definir volumes esperados por produto; • Sistematizar os métodos.

**APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY FOR IMPROVING
PRODUCTION CAPACITY: A CASE STUDY IN A MANGO PACKING HOUSE**

TAINARA BRITO FONSECA
ANA CRISTINA GONÇALVES CASTRO SILVA
THIAGO MAGALHÃES AMARAL
PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

	superdimensionamento das equipes.				
3. Implementar acompanhamento de Previsto x Realizado.	Evitar programações incompatíveis com a capacidade e reduzir reprogramações constantes.	Administrativo.	Implantação em 8-16 semanas; rotina semanal.	Comercial, PCP e Líderes da Operação.	• Sistematizar dados de capacidade x demanda; • Dashboard Previsto x Realizado; • Reunião S&OP.

Fonte: Autoria própria (2025)

Quadro 4 - 3º Plano de Ação - 5W1H

Problema: Falta de balanceamento entre etapas

APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY FOR IMPROVING PRODUCTION CAPACITY: A CASE STUDY IN A MANGO PACKING HOUSE

TAINARA BRITO FONSECA
ANA CRISTINA GONÇALVES CASTRO SILVA
THIAGO MAGALHÃES AMARAL
PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

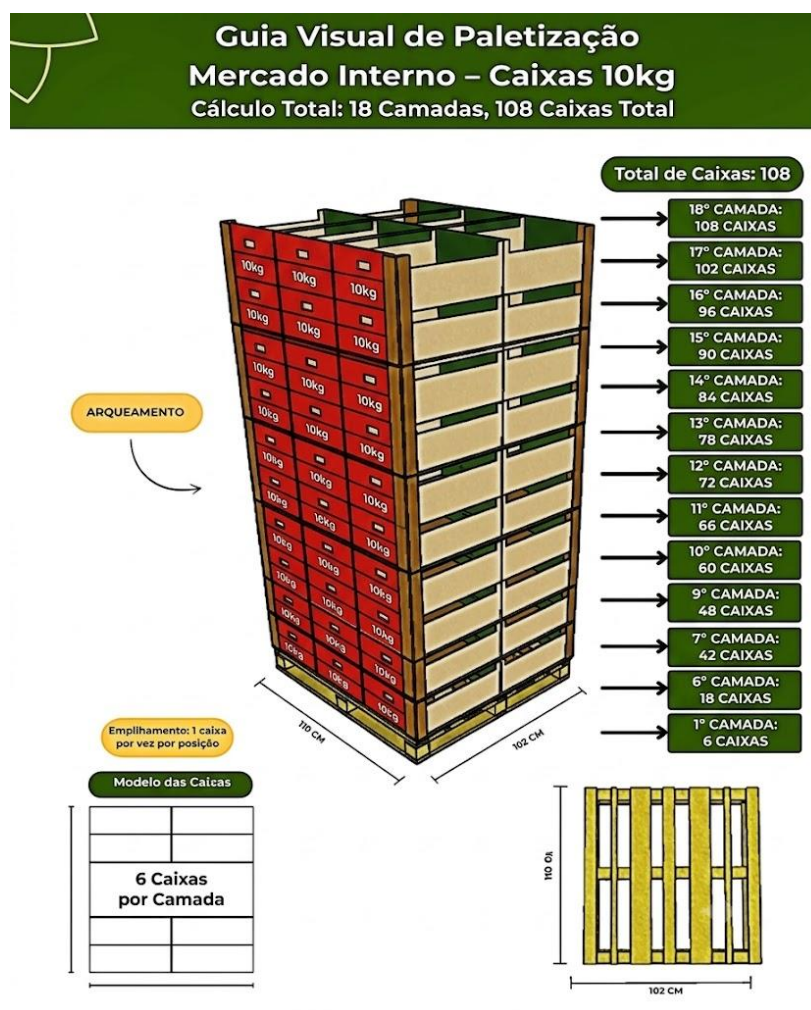
O quê (<i>What</i>)	Por quê (<i>Why</i>)	Onde (<i>Where</i>)	Quando (<i>When</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Como (<i>How</i>)
1. Redimensionar a mão de obra com base na capacidade.	Equilibrar esforço operacional entre etapas, eliminando sobrecarga ou ociosidade.	Setor Produtivo	6-8 semanas (acompanhar sazonalidade)	Engenheiro(a) responsável pelos processos e Líderes do setor.	• Simular a operação com os números da capacidade e da demanda.
2. Manter estudo de tempos e método atualizados	Porque cada tipo de embalagem altera o tempo de ciclo	Setor Produtivo	Sempre que houver mudança tipo de embalagem.	Engenheiro(a) responsável pelos processos	• Medir novamente os tempos; • Ajustar tempos padrão.
4. Reorganizar o layout para melhorar o fluxo contínuo.	Reduzir interferências de fluxos e tempo perdido em movimentações.	Setor Produtivo	6-8 semanas	Engenheiros(as) responsável pelos processos e Segurança do Trabalho	• Analisar fluxo atual • Eliminar cruzamentos entre operadores; • Reposicionar paletes, caixas e insumos.
5. Implantar rotina de acompanhamento e revisão periódica do balanceamento.	Garantir que o fluxo produtivo atenda à demanda planejada;	Setor Produtivo.	Mensal	Engenheiro(a) responsável pelos processos.	Monitorar indicador Previsto × Realizado (caixas/dia).

Fonte: Autoria própria (2025)

- Proposta de Padronização Operacional e Visual

Os procedimentos Figura 9 e 10 ilustram uma estrutura padronizada que pode ser adotada. Os modelos desenvolvidos para a paletização foram desenvolvidos para a empresa para padronização visual que poderão ser implantados em todo o sistema, como banners informativos capazes de promover maior organização visual e reforço operacional no setor de *packing*.

Figura 9 - Procedimento de Paletização



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 10 - Procedimento de Paletização



Fonte: Autoria própria (2025).

Essa padronização visual poderá contribuir para reduzir variações no método de trabalho, facilitar o entendimento das etapas pelos colaboradores e consolidar as melhorias previstas no plano de ação. Recomenda-se, ainda, a continuidade do desenvolvimento desses modelos para abranger outras etapas e outros tipos de

embalagem que demandem padronização, fortalecendo a uniformidade operacional em todo o processo de beneficiamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo aplicar a metodologia DMAIC para identificar oportunidades de melhoria da capacidade produtiva do setor de beneficiamento de mangas tratadas termicamente de um *packing house* localizado no município de Casa Nova–BA. Os resultados obtidos demonstram que o objetivo foi alcançado, uma vez que a aplicação das fases *Define*, *Measure*, *Analyse* e *Improve* permitiu compreender o processo produtivo, mensurar sua capacidade, identificar o principal gargalo operacional e analisar as causas responsáveis pela subutilização dos recursos produtivos.

Na fase *Measure*, a cronoanálise possibilitou determinar a capacidade produtiva da linha estudada e quantificar os períodos de inatividade registrados no processo. Na fase *Analyse*, verificou-se que a indisponibilidade de frutos, a ausência de padronização operacional e as fragilidades na programação da produção constituem as principais causas das interrupções e da ociosidade observadas no setor. Com base nesse diagnóstico, na fase *Improve* foram estruturadas propostas de melhoria voltadas à implantação de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), ao balanceamento das atividades entre os postos de trabalho, à reorganização da programação da produção e ao treinamento dos colaboradores. Essas ações foram organizadas por meio da ferramenta 5W1H, constituindo um plano de ação que poderá subsidiar futuras intervenções da empresa para reduzir a variabilidade do processo e melhorar a utilização da capacidade produtiva.

Do ponto de vista gerencial, o estudo fornece informações que podem apoiar o planejamento da produção, a tomada de decisão e a alocação mais eficiente dos recursos disponíveis. Além disso, demonstra a aplicabilidade da metodologia DMAIC em processos agroindustriais, evidenciando seu potencial como ferramenta de diagnóstico e estruturação de melhorias em ambientes produtivos caracterizados por elevada variabilidade operacional.

Como limitação da pesquisa, destaca-se que o estudo contemplou a aplicação das fases *Define*, *Measure*, *Analyse* e *Improve*, não sendo possível desenvolver a fase *Control*, responsável pelo acompanhamento dos resultados decorrentes da implementação das melhorias propostas. Dessa forma, não foi possível avaliar os efeitos das ações sobre os indicadores de desempenho do processo.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a implementação e o monitoramento das ações propostas, incluindo a fase *Control* da metodologia DMAIC, de modo a avaliar seus impactos sobre a capacidade produtiva, a redução das paradas operacionais e a estabilidade do processo. Também se sugere a aplicação da metodologia em outros setores do *packing house* e em diferentes unidades agroindustriais, ampliando a comparação dos resultados e a validação das soluções propostas.

REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS. **Abrafrutas pede retirada imediata dos alimentos da lista do tarifaço norte-americano**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2025/07/abrafrutas-pede-retirada-imediata-dos-alimentos-da-lista-do-tarifaco-norte-americano/>. Acesso em: 06 nov. 2025.

ANDRADE, D. F. **Seis Sigma: Coletânea de Artigos**. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2017. 217 p.

ANTONY, J. Six sigma for service processes. **Business Process Management Journal**, v. 12, p. 234-248, 2006.

Revista e-TECH: Tecnologias para a Competitividade Industrial | <https://etech.sc.senai.br/revista-cientifica> v19n. 1 Publicação contínua -JAN-DEZ 2026

BARNES, R. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. Editora Edgard Blücher. 6ª edição. 1977.

BHARGAVA, M.; GAUR, S. Process improvement using Six-Sigma (DMAIC process) in bearing manufacturing industry: a case study. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 1017, art. 012034, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1017/1/012034>

BORROR, C.M. **The Certified Quality Engineer Handbook**. 3. ed. Milwaukee: American Society For Quality, 2008.

CENCI, S. A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. 144 p.

COELHO, R. D.; SILVA, A. C. G. C.; SANTOS, P. V. S. Dmaic methodology applied to the gypsum manufacturing process. **E-Tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial**, v. 17, p. 1-31, 2024. <https://dx.doi.org/10.18624/etech.v17i1.1347>

DANTAS, L. S.; SANTOS, P. V. S.; FERNANDES, C. H. A.; SANTOS, V. M. L. A filosofia Lean Manufacturing como promotora de sustentabilidade em operações de fabricação de gesso The Lean Manufacturing philosophy as a promoter of sustainability in gypsum manufacturing operations. **Revista Produção Online**, v. 25, p. 5322, 2025. <https://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v25i3.5322>

EMBRAPA. **O papel da Embrapa no fortalecimento da fruticultura brasileira**. Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/86315030/artigo----o-papel-da-embrapa-no-fortalecimento-da-fruticultura-brasileira>. Acesso em: 8 jul. 2025.

FERNANDES, C. H. A.; SILVA, A. C. G. C.; FERRAZ, A. V.; SANTOS, P. V. S. Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso do interior de Pernambuco, Brasil. **NAVUS: Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 11, p. 1–19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22279/navus.2021.v11.p01-19.1622>

HOYLES, C. *et al.* **Improving mathematics at work**: the need for techno-mathematical literacies. London: Routledge, 2010.

LIMA, L. S.; SANTOS, P. V. S.; FERNANDES, C. H. A.; LEITE, A. A. M. Aplicação da engenharia de métodos no processo de fabricação de drywall: mapeamento e melhorias no setor de embalagem. **Revista Gestão e Tecnologia**, v. 25, p. 164-198, 2025. <https://dx.doi.org/10.20397/2177-6652/2025.v25i4.3216>

LOPES, R. A. Integração do Lean Six Sigma na Indústria 4.0 visando a excelência operacional. **Revista Engenharia de Produção**, v. 27, n. 129, dez. 2023.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MITTAL, A.; GUPTA, P.; KUMAR, V.; AL OWAD, A.; MAHLAWAT, S.; SINGH, S. The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: a case study on Indian manufacturing company. **Heliyon**, v. 9, n. 3, e14625, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14625>

MONDAY, L. M. Define, measure, analyze, improve, control (DMAIC) methodology as a roadmap in quality improvement. **Global Journal on Quality and Safety in Healthcare**, v. 5, n. 2, p. 44–46, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36401/JQSH-22-X2>

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

PINTO, V. R. C. **Engenharia de métodos**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

SA, J. V. F.; SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A.; SILVA, A. C. G. C. Planejamento de compras com MRP I para insumos sólidos na viticultura: um caso de estudo no Vale Do São Francisco. **Agropampa: Revista De Gestão Do Agronegócio**, v. 11, p. 37-54, 2026. <https://dx.doi.org/10.64085/agropampa.v11i1.119023>

SANTOS, A. S.; SANTOS, P. V. S.; FERNANDES, C. H. A.; LEITE, A. A. M. Dmaic methodology applied in the traffic sector of an urban solid waste collection company. **E-Tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial**, v. 18, p. 1, 2025. <https://dx.doi.org/10.18624/e-tech.v18i1.1438>

SANTOS, A. S.; SANTOS, P. V. S.; FERNANDES, C. H. A.; LEITE, A. A. M. DMAIC methodology applied in the traffic sector of an urban solid waste collection company. **Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial**, [S. l.], v. 18, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.18624/e-tech.v18i1.1438>

SANTOS, P. V. S.; FERRAZ, A. V.; SILVA, A. C. G. C. Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso. **Revista Produção Online**, v. 19, p. 1197-1230, 2019. <https://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3310>

SILVA, S.S.; SILVA, A. C. G. C.; SANTOS, P. V.S. A metodologia DMAIC para redução do índice de perdas de produtos: o caso do processo logístico de bebidas. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 119–145, 2024. DOI: <https://doi.org/10.25112/rgd.v21i1.3355>

VIEIRA, F. G.; SILVA, A. C. G. C.; SILVA, J. C.; LEITE, A. A. M.; SANTOS, P. V. S. Application of the DMAIC methodology in the maintenance sector of a sanitation company. **E-Tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial**, v. 18, p. 1-38, 2025. <https://dx.doi.org/10.18624/e-tech.v18i1.1408>

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.