



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA



WALLAN ISAQUE MABA

Método de Melhoria Contínua na Engenharia de Manutenção:
Estudo de caso em uma indústria alimentícia.

UBERLÂNDIA – MG
2025

WALLAN ISAQUE MABA

**Método de Melhoria Contínua na Engenharia de Manutenção:
Estudo de caso em uma indústria alimentícia.**

Projeto de Fim de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de Uberlândia
(UFU) como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof^ª. Dr. Luciano José Arantes.

UBERLÂNDIA – MG
2025

WALLAN ISAQUE MABA

Método de Melhoria Contínua na Engenharia de Manutenção:
Estudo de caso em uma indústria alimentícia.

Projeto de Fim de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de Uberlândia
(UFU) como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Mecânica, pela banca
examinadora formada por:

Uberlândia, 21 de Novembro de 2025
Banca Examinadora:

Profº Dr. Luciano José Arantes
Universidade Federal de Uberlândia

Profº Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva
Universidade Federal de Uberlândia

Dedico,

Aos meus pais, que se fazem presentes
em todas as fases da minha vida,
mesmo a quilômetros de distância, me
apoiando como firme alicerce para
superar qualquer desafio.

A fé inabalável e o amor incondicional
que me deram foram fundamentais para
a realização desta conquista.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha eterna gratidão, em primeiro lugar a Deus, pelo fôlego da vida e por até aqui ter me sustentado.

Agradeço à meu professor Luciano José Arantes, pelos ensinamentos e orientação neste trabalho, além de sempre transmitir em suas palavras como a engenharia é fascinante.

Aos meus pais, pelo exemplo de vida que representam. A educação, a conduta e seus valores me instruíram a seguir um caminho justo.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU) por me permitir estudar em uma instituição de excelência.

Aos amigos e colegas que passaram por mim durante a graduação, participando de forma positiva. Em especial, ao Pedro H. Silva, minha primeira amizade na graduação, que esteve presente durante todo o curso, dentro e fora da faculdade, sendo um grande amigo.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma no desenvolvimento deste trabalho e para minha formação.

RESUMO

As indústrias enfrentam diariamente o desafio de manter a qualidade, reduzir custos e garantir a confiabilidade de seus processos. Para alcançar esses objetivos, muitas delas adotam ferramentas de gestão com foco em melhoria contínua, entre as quais o ciclo PDCA se destaca por sua simplicidade e eficiência. Esse método possibilita compreender os problemas de forma estruturada, identificar suas causas, planejar ações adequadas e acompanhar os resultados obtidos, criando um ciclo constante de aprendizado e evolução. Este trabalho apresenta um estudo de caso desenvolvido pela equipe de manutenção em uma indústria alimentícia, onde o desafio encontrado foi o custo recorrente com a troca nas correntes de Nória, equipamento responsável por transportar o produto por toda a linha produtiva. A partir da aplicação do ciclo PDCA, foi possível analisar o histórico das ocorrências, levantar dados, identificar a causa raiz do problema e implementar ações corretivas. O acompanhamento do processo mostrou resultados positivos, com a redução de 50% no custo, o aumento da vida útil das correntes em mais de 75%, e o atendimento às metas definidas pela empresa. Além disso, o trabalho demonstrou a possibilidade de replicação da metodologia em outros processos da companhia, fortalecendo a cultura de melhoria contínua dentro da organização.

Palavras-chave: Qualidade; Melhoria Contínua; PDCA; Indústria Alimentícia; Manutenção; Confiabilidade.

ABSTRACT

Industries face the daily challenge of maintaining quality, reducing costs and ensuring the reliability of their processes. To achieve these goals, many of them adopt management tools focused on continuous improvement, among which the PDCA cycle stands out for its simplicity and efficiency. This method makes it possible to understand problems in a structured way, identify their causes, plan appropriate actions, and monitor the results obtained, creating a constant cycle of learning and evolution. This work presents a case study developed by the maintenance team in a food industry, where the challenge encountered was the recurrent cost with the change in the Noria chains, equipment responsible for transporting the product throughout the production line. From the application of the PDCA cycle, it was possible to analyze the history of occurrences, collect data, identify the root cause of the problem and implement corrective actions. The monitoring of the process showed positive results, with a 50% reduction in cost, an increase in the useful life of the chains by more than 75%, and the fulfillment of the goals defined by the company. In addition, the work demonstrated the possibility of replicating the methodology in other company processes, strengthening the culture of continuous improvement within the organization.

Keywords: Quality; Continuous Improvement; PDCA; Food Industry; Maintenance; Reliability.

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1	5 porquês.	32
Tabela 2	Definição de soluções	33
Tabela 3	Planos de ações	34
Equação 1	Cálculo da redução de custo.	44
Gráfico 1	Medidas da corrente de Nória Linha 03	28
Gráfico 2	Desgaste x Tempo Linha 03 (sem lubrificação)	43
Gráfico 3	Desgaste x Tempo Linha 01 (Com lubrificação)	43
Gráfico 4	Comparativo direto entre Linhas com e sem lubrificação	44

LISTA DE FIGURAS E IMAGENS

Imagem 1	Transportador aéreo	13
Imagem 2	Nória da Pendura	20
Imagem 3	Corrente solta sem sincronismo com roda dentada	21
Imagem 4	Manutenção atuando em reparo na Nória.	22
Imagem 5	Rodas dentadas em sincronismo com a corrente	23
Imagem 6	Marcador para gancho	37
Imagem 7	Válvula reguladora de fluxo unidirecional.	40
Imagem 8	Dispositivo pneumático montado para lubrificação	40
Imagem 9	Lubrificação com aplicador pneumático	41
Imagem 10	Instrução para uso do aplicador pneumático.	46
Figura 1	Ciclo PDCA	16
Figura 2	Registros de medições	24
Figura 3	Custo da corrente por metro.	25
Figura 4	Mapa do processo	26
Figura 5	Painel de ritmo	26
Figura 6	Diagrama de Ishikawa	30
Figura 7	Lubrificante Food Lube	36
Figura 8	Imagem ilustrativa aplicação do lubrificante	36
Figura 9	Imagem ilustrativa de Pulverizador manual	38
Figura 10	Gerador de Vácuo.	39
Figura 11	Registros de medições da corrente lubrificada	42
Figura 12	Plano de lubrificação	46
Figura 13	Inclusão na lista técnica do equipamento	47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PDCA	Plan – Do – Check – Act
5W2H	What, Why, Who, Where, When, How, How Much
Brainstorming	“Tempestade de ideias”
CCQ	Círculo de Controle de Qualidade
CIQ	Círculos de Qualidade
SAP	Software de gestão empresarial
CQT	Gerenciamento da Qualidade Total
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
DMAIC	Define – Measure – Analyse – Improve – Control

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	12
3	FERRAMENTA DE MELHORIA CONTÍNUA	14
3.1	CICLO PDCA	15
3.1.1	Planejamento (Plan)	16
3.1.2	Fazer (Do)	18
3.1.3	Verificação (Check)	18
3.1.4	Agir (Act)	19
4	DESENVOLVIMENTO	20
4.1	PROPOSTA	20
4.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	23
5.	APLICAÇÃO DO CICLO PDCA	25
5.1	PLANEJAMENTO (PLAN)	25
5.1.1	PAINEL DE RITMO	25
5.1.2	IDENTIFICAR O PROBLEMA E DEFINIR UMA META	27
5.1.3	OBSERVAR E PRIORIZAR O PROBLEMA	28
5.1.4	IDENTIFICAR AS CAUSAS	29
5.1.5	PRIORIZAR AS CAUSAS	31
5.1.6	IDENTIFICAR E DEFINIR SOLUÇÕES	32
5.1.7	ELABORAR PLANO DE AÇÃO	33
5.2	FAZER (DO)	35
5.2.1	IMPLANTAR SOLUÇÕES	35
5.3	CHECAR (CHECK)	42
5.3.1	COMPARAR COM O PLANEJADO	42
5.4	AGIR (ACT)	45
5.4.1	PADRONIZAR	45
5.4.2	CONCLUIR	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

No mercado competitivo atual, as empresas buscam constantemente métodos de gestão da qualidade e melhoria contínua que aprimorem seu desempenho e garantam a confiabilidade nos processos industriais. Entre as ferramentas de gestão disponíveis, o ciclo PDCA tem se destacado como uma das mais eficazes para alcançar resultados consistentes. Devido à sua simplicidade e versatilidade, o método pode ser facilmente aplicado em organizações de diferentes portes e segmentos, tanto industriais quanto de serviços.

O presente estudo foi motivado pela necessidade de solucionar um problema específico identificado em uma indústria alimentícia, devido à ocorrência de falhas no equipamento denominado Nória, um transportador aéreo utilizado na linha de produção. Essas falhas resultam em custos recorrentes com a substituição de componentes, paradas de produção, indisponibilidade de manutenção e material. Estudar a aplicação do PDCA, no processo de manutenção industrial, representa uma oportunidade de alinhar teoria e prática, promovendo resultados concretos em termos de qualidade, confiabilidade e economia. Inicialmente, a implantação do método foi conduzida por um grupo de CIQ na engenharia de manutenção, responsável por testar e padronizar os resultados no ambiente operacional.

Portanto, a escolha do tema está ligada à possibilidade de aplicar o ciclo PDCA de forma adequada buscando benefícios expressivos a uma organização, tais como redução de custos, aumento da confiabilidade dos equipamentos, atendimento a metas estabelecidas, além de estimular o engajamento e a motivação dos colaboradores, comprovando assim a eficácia da metodologia utilizada.

2 OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de caso, demonstrando a aplicação de um método de gestão da qualidade e de melhoria contínua em uma indústria alimentícia. O estudo passa pela identificação do problema, a condução de todas as etapas do ciclo proposto e a apresentação dos resultados obtidos.

Especificamente, a metodologia PDCA foi aplicada a um problema recorrente em Nórias, ao longo do ano de 2024 e 2025, com o intuito de propor e implementar melhorias que aumentem a confiabilidade do equipamento e reduzam o custo relacionado a compra das correntes.

A Nória, é um equipamento transportador aéreo utilizado para movimentar produtos ao longo de todo o processo produtivo. Dispõe de um sistema contínuo composto por corrente e trolleys, que se deslocam sobre um trilho metálico, conforme Imagem 1. Os trolleys são pequenos carrinhos com rodas, responsáveis por sustentar ganchos onde os produtos são pendurados.

Imagem 1 – Transportador aéreo



Fonte: Autor (2025)

Os trolleys são fixados em uma corrente, espaçados em uma distância padrão para todos, que realiza a movimentação acionada por motores. Essa corrente transmite o movimento ao longo de um trilho metálico, garantindo o deslocamento contínuo e sincronizado. Esse sistema é essencial para assegurar a fluidez da linha de produção, permitindo eficiência, padronização e redução de esforço manual.

Além disso, a nória desempenha um papel fundamental na continuidade das etapas do processo industrial, pois conecta setores distintos e possibilita que o fluxo produtivo ocorra de forma ordenada e segura. Esse equipamento é robusto e confiável, se tornando indispensável

em indústrias que trabalham com produtos suspensos, como frigoríficos e abatedouros.

No contexto desta empresa, os produtos transportados são aves, que são movimentadas desde a recepção até a etapa final de embalagem, passando por todas as fases do processo produtivo e por diferentes máquinas.

Com isso, foram utilizadas ferramentas e técnicas presentes no ciclo, garantindo não apenas a eficácia da solução proposta, mas também a efetividade da metodologia aplicada. Será abordado brevemente cada etapa do ciclo PDCA para compreender suas principais funções e, mais a frente, como foi aplicado.

3 FERRAMENTA DE MELHORIA CONTÍNUA

Os métodos de melhoria contínua têm como finalidade identificar oportunidades de aprimoramento, solucionar problemas, otimizar processos e assegurar a excelência operacional de maneira constante. Sua aplicação ocorre em diferentes fases do ciclo de vida de produtos ou serviços, abrangendo desde a produção industrial até atividades administrativas.

Na implantação de um sistema de gestão, as ferramentas de melhoria contínua assumem papel fundamental para garantir maior eficiência, qualidade e segurança, uma vez que permitem identificar e corrigir os principais desvios (Bamford & Greatbanks, 2005).

Segundo Agostinetto (2006), a Melhoria Contínua é compreendida como um processo que se apoia e se conecta a todos os demais processos da empresa. Embora inicialmente proporcione benefícios pequenos e isolados, o acúmulo desses ganhos resulta em melhorias significativas. À medida que os processos são aperfeiçoados e aprimorados conforme as propostas de melhoria, eles passam a se integrar e se entrelaçar com os demais, gerando vantagens para toda a organização em diferentes áreas.

A Melhoria Contínua está entre as atividades mais simples, em menores detalhes, ocorrendo com maior frequência, porém com menor intensidade e usa uma abordagem incremental, ou seja, de desenvolvimento. Procurando envolver os funcionários na busca de um único ideal que é atender de forma cada vez mais eficaz às necessidades dos clientes (Gonzáles, 2006).

3.1 CICLO PDCA

O ciclo PDCA foi desenvolvido e apresentado por Walter Shewart em 1924, inicialmente como um método para controle estatístico de processos industriais. Contudo, ganhou maior notoriedade em 1950, quando o estatístico William Edwards Deming que levou a metodologia para o Japão após a Segunda Guerra Mundial, no contexto da reconstrução industrial e aplicou o método em seus trabalhos para promover a melhoria contínua e garantir padrões elevados de qualidade. Mais tarde, foi difundido em escala mundial por meio do Gerenciamento da Qualidade Total (GQT) e permanece até hoje como um dos métodos mais utilizados.

Segundo Campos (1996), o PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas e também é o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais.

Segundo Deming (1990), este método de controle é formado por quatro fases que produzem os resultados esperados de um processo. As quatro etapas do PDCA são:

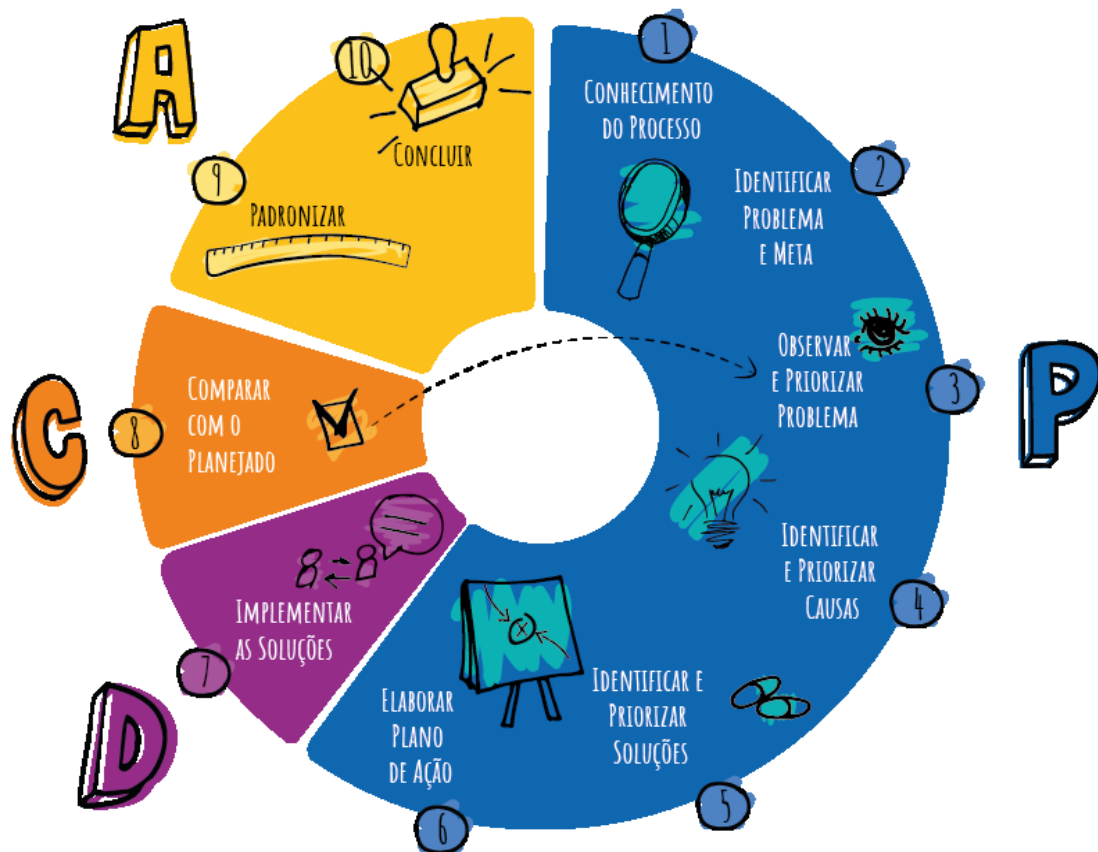
- Plan (Planejamento)
- Do (Execução)
- Check (Verificação)
- Act (Ação).

Este Ciclo pode ser definido também como um método de melhoria contínua, pois pode ser repetido continuamente em qualquer processo ou problema, até que se chegue à solução desejada (Campos, 2004). Apartir do que foi aprendido na aplicação do ciclo, é possível começar outro, em uma tentativa mais complexa, e assim, sucessivamente.

A simplicidade e a lógica intuitiva do PDCA explicam sua ampla aceitação em diferentes setores industriais. Ele se consolidou como uma ferramenta fundamental para empresas que buscam eficiência operacional, otimizar processos, reduzir desperdícios e melhorar a qualidade, sem a necessidade de recursos complexos ou análises estatísticas avançadas.

O ciclo que forma o nome do método PDCA pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de material fornecido pela empresa (2025)

Um dos maiores benefícios que o método pode trazer é a diminuição das anomalias nos processos e produtos dessas organizações através da busca pela melhor padronização das tarefas, (Campos, 1996).

A seguir será abordado todo o ciclo PDCA, a fim de compreender o que e como proceder em cada etapa.

3.1.1 Planejamento (Plan)

Em um Ciclo PDCA, a etapa Plan (do inglês planejar) é a primeira etapa do ciclo. Considerado o mais importante, o planejamento dá o *start* inicial ao ciclo e desencadeia o desenvolvimento do método PDCA.

Segundo Pereira (2003), o planejamento bem elaborado e feito de forma detalhada, impactará na eficácia desse ciclo, porque é nessa etapa que dados e informações serão coletados. Essa etapa é considerada por muitos autores como a etapa mais importante do método, pois o planejamento é a base para as demais etapas.

Planejar significa estabelecer um conjunto de medidas prioritárias e suficientes para se atingir uma meta (Campos, 1996). É definir como tudo será feito, em que tempo, com quais recursos, com quais pessoas. Uma série de fatores que devem ser considerados para que o planejamento seja bem sucedido.

É nesta etapa que são decididos os métodos para alcançar os objetivos até então estabelecidos, desde procedimentos padrões, planos de controle, uma ação ou uma sequência de ações. Algumas ferramentas como diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, Brainstorming e 5W2H são muito usadas e bastante úteis para a tomada de decisão (Pereira, 2003).

Para Campos (1996), essa parte do ciclo deve ser dividida em 5 etapas:

- Identificar o problema;
- Estabelecer a meta;
- Analisar o problema;
- Analisar as causas;
- Elaborar plano de ação.

Um problema pode ser entendido como o resultado de uma condição indesejada em um processo. Dessa forma, sua identificação deve evidenciar, de maneira clara, tanto a relevância do tema quanto a necessidade de sua solução.

Nessa etapa de reconhecimento, recomenda-se dedicar o maior tempo possível, uma vez que, quanto mais detalhado e estratificado estiver o problema, mais simples será a condução de sua resolução.

Para alcançar bons resultados nessa etapa, é fundamental que a identificação das causas ocorra de maneira democrática e participativa. Assim, torna-se essencial que todos os colaboradores da organização, independentemente da área ou cargo que ocupam, tenham a oportunidade de contribuir, participando das reuniões de análise de causas, enriquecidas por diferentes pontos de vista, novas percepções e ideias (Pereira, 2013).

3.1.2 Fazer (Do)

A etapa Do (executar) se inicia logo após a definição do plano de ação na primeira fase. Campos (2014) divide esta fase em duas etapas: Treinamento e Execução da Ação.

A etapa de treinamento tem como objetivo divulgar o Plano de Ação para todos os envolvidos. Essa divulgação ocorre por meio de reuniões participativas, nas quais são apresentadas as ações, a importância de cada uma delas e os responsáveis por sua realização. Ao final dessas reuniões, deve-se garantir que todos compreenderam as medidas que serão adotadas e estejam de acordo com elas.

A segunda etapa da fase DO corresponde à execução do Plano de Ação. Após o treinamento, o plano pode ser colocado em prática. Durante a execução, é necessário realizar verificações periódicas para assegurar que as ações estão sendo cumpridas corretamente e para esclarecer eventuais dúvidas que surjam nesse processo.

Segundo Silva (2013), é fundamental que o plano de ação seja mostrado para todos os colaboradores envolvidos, para que saibam das suas respectivas tarefas, responsabilidades e impactos nos resultados de cada ação denominadas a eles.

Para controlar as ações estabelecidas no Plano de Ação, devem-se utilizar os itens de Controle e de Verificação. Segundo Campos (2004) Itens de controle são valores numéricos sobre os quais é necessário exercer o controle (gerenciamento) e que são estabelecidos sobre os resultados, ou seja, sobre suas responsabilidades.

É importante ressaltar a importância de treinamento e qualificação para os executores dessa etapa e que haja controle das ações cumpridas. Todas as ações e resultados, sendo eles positivos ou negativos devem ser registrados com a data que foram realizados para alimentar a próxima etapa do Ciclo PDCA (Campos, 2014).

3.1.3 Verificação (Check)

A etapa de CHECK é definida como a fase de verificação das ações executadas na etapa anterior.

Segundo Campos (1996), mesmo com um planejamento adequado, nem sempre é possível prever todas as ações necessárias, prioritárias e suficientes para alcançar a meta. Por

isso, torna-se essencial acompanhar e verificar as ações, garantindo que o objetivo esteja sendo atingido.

Essa verificação ocorre por meio dos itens de controle, que indicam se a meta foi ou não alcançada. Caso o resultado esperado não seja atingido, demonstra que existem outros fatores relevantes no processo que influenciam o desempenho e que não foram considerados ou identificados.

Quando a etapa CHECK verifica que os resultados das ações são satisfatórios, ou seja, atendeu o esperado, a empresa deve verificar se as ações tomadas foram as que estavam definidas no plano de ação. Se, no entanto, a meta não for atingida e as ações executadas foram as planejadas, significa que a solução encontrada foi falha. Se este último caso ocorrer, o ciclo PDCA deve ser reiniciado para que sejam definidas novas ações para eliminar as causas do problema (Melo 2001).

3.1.4 Agir (Act)

A etapa agir, ou atuar, é considerada a fase de mais fácil compreensão, mas também a mais complexa de ser colocada em prática. Segundo Aguiar (2002), é nesse momento que os resultados são consolidados e padronizados, exigindo o engajamento de toda a equipe envolvida.

Essa fase corresponde ao desenvolvimento de um novo padrão no processo ou à realização de ajustes em padrões já existentes. É fundamental que qualquer alteração seja acompanhada de treinamentos com a equipe e da verificação do cumprimento dos novos padrões (Carpinetti, 2010).

Para Campos (2013), o monitoramento do sistema de verificação do cumprimento do padrão deve ser realizado de forma regular, a fim de evitar o reaparecimento de problemas decorrentes da degradação dos padrões estabelecidos. Para isso, é necessário instituir um sistema de verificação periódica que assegure o controle.

Com base nesses aspectos da fundamentação teórica, foi possível reunir informações e adquirir conhecimentos necessários para a execução do estudo de caso.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 PROPOSTA

Este estudo de caso foi desenvolvido a partir de uma situação real em uma indústria multinacional alimentícia brasileira localizada na cidade de Uberlândia – Minas Gerais, utilizando dados de medições de correntes de Nória, registros de inspeção de rota, valores obtidos no chão de fábrica e a rotina efetiva da engenharia de manutenção. Contudo, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei nº 13.709/2018, apenas as informações quantitativas foram empregadas como base para a análise, assegurando a confidencialidade dos resultados internos da companhia.

O problema analisado surgiu em função dos gastos recorrentes com a substituição das correntes de Nória, equipamento transportador aéreo responsável pelo transporte de produtos através de trolleys, que possuem ganchos fixados para suspender os produtos e deslocá-los ao longo do processo produtivo, conforme Imagem 2.

Imagem 2 – Nória da Pendura

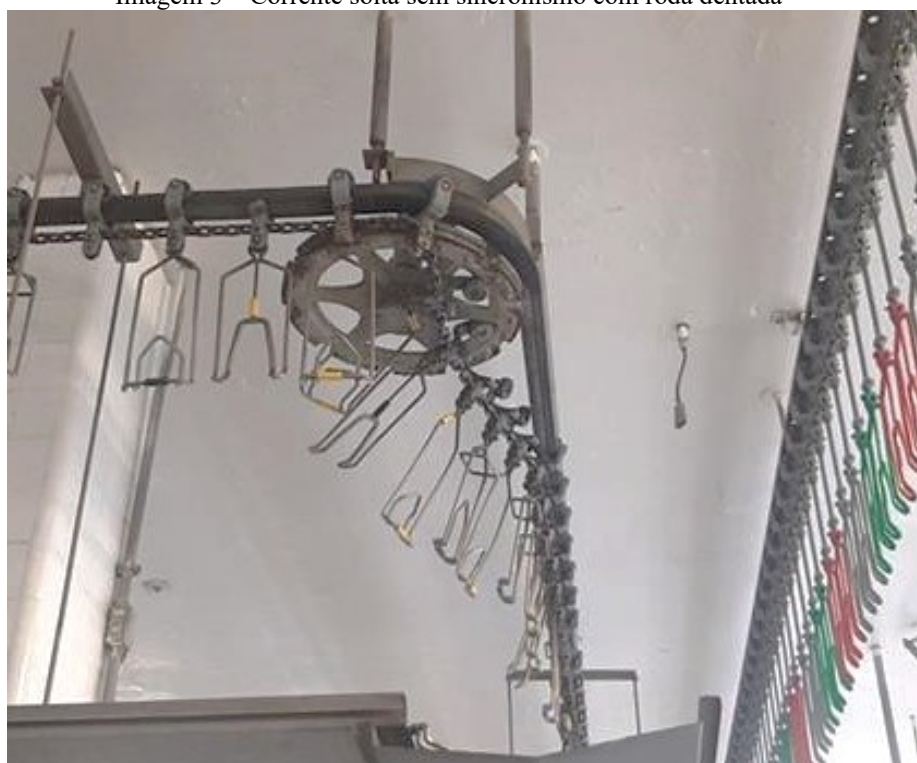


Fonte: Autor (2025)

As nórias percorrem todos os equipamentos do processo produtivo, realizando curvas, subidas e descidas. Para que esse deslocamento ocorra de forma eficiente, é necessário um sincronismo preciso entre os elos da corrente, os módulos das máquinas e as rodas dentadas. Esse sincronismo garante que os trolleys mantenham a posição correta em relação às etapas do processo.

Com o uso contínuo, essas correntes sofrem desgaste natural e um fenômeno denominado alongamento, que consiste no aumento gradual do seu comprimento. Ao atingir um limite máximo, a corrente perde o sincronismo gerando quebra de trolleys, ganchos e desencaixe do mecanismo com o trilho conforme Imagem 3.

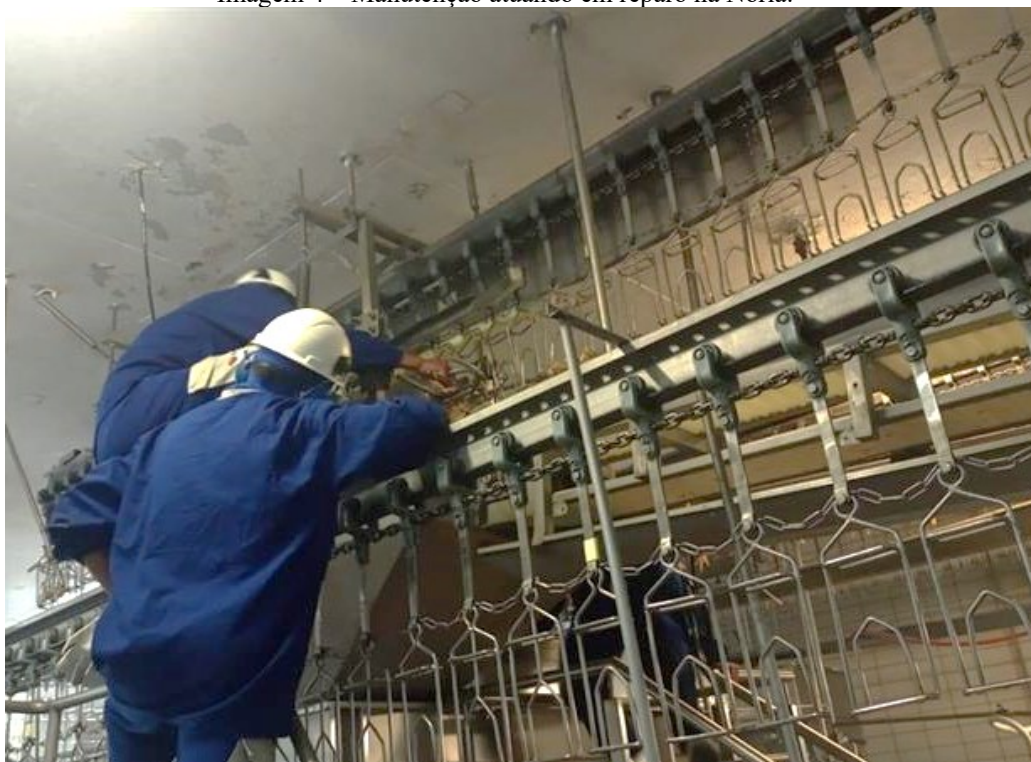
Imagem 3 – Corrente solta sem sincronismo com roda dentada



Fonte: Autor (2025)

Esse cenário torna inevitável a troca das correntes, atividade que compromete o pacote de manutenção para compra dos itens no sistema corrente-trolley, exige tempo para execução fora do horário produtivo, mobilização da equipe de manutenção conforme Imagem 4, e programação específica para sua realização, além de que a quebra em horário produtivo ocasiona parada na produção.

Imagem 4 – Manutenção atuando em reparo na Nória.



Fonte: Autor (2025)

A proposta foi iniciada e desenvolvida entre um grupo de CIQ (Círculos de Qualidade), baseados na metodologia dos CCQs (Círculo de Controle de Qualidade) criado no Japão, em 1962, por Kaoru Ishikawa, com objetivo de formar grupos de funcionários que se reúnem voluntariamente para identificar, analisar e solucionar problemas de qualidade em seus processos de trabalho.

O método utiliza a participação dos trabalhadores, que conhecem o dia a dia da operação, para propor e implementar melhorias, visando aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar o ambiente organizacional.

Para tratar do problema estudado, optou-se pela utilização do ciclo PDCA como ferramenta de melhoria contínua, ao invés de outros métodos, como o DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). A principal razão para essa escolha está na simplicidade, praticidade e intuitividade do PDCA, além de ser um método amplamente utilizado para resolução de problemas e melhoria de processos, pois permite uma abordagem sistemática sem exigir ferramentas estatísticas avançadas ou análises complexas. Essa característica é especialmente relevante quando o problema identificado pode ser solucionado com ajustes operacionais e controles básicos, sem a necessidade de uma investigação profunda.

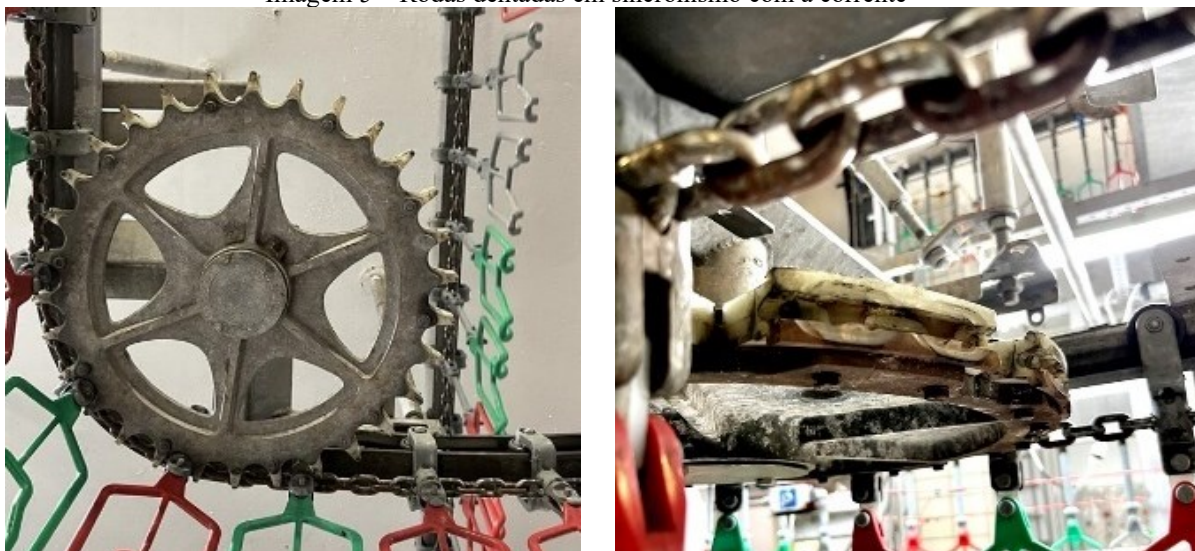
No entanto, o ciclo DMAIC, associado à metodologia Seis Sigma, é mais robusto e detalhado, envolvendo etapas que demandam maior tempo, recursos e conhecimento técnico. Ele utiliza ferramentas sofisticadas para estratificação de causas e análise estatística, sendo indicado para problemas de alta complexidade ou que exigem redução significativa de variabilidade.

Dessa forma, a escolha pelo PDCA se justifica também por sua eficiência na aplicação prática, garantindo resultados satisfatórios com menor custo e complexidade. Contudo, é importante destacar que, caso a aplicação do PDCA não seja suficiente para eliminar o problema ou atingir os objetivos propostos, poderá ser adotado o ciclo DMAIC como alternativa, oferecendo uma abordagem mais aprofundada e analítica.

4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

O trabalho foi realizado em um transportador aéreo pertencente a um dos setores produtivos da fábrica, denominada Pendura. Este equipamento percorre todo processo de produção, transportando o produto desde à recepção até a embalagem inicial, passando pela evisceração e sala de cortes. Dentre esse processo, há inúmeros equipamentos, com rodas dentadas, curvas, subidas e descidas conforme mostra a Imagem 5.

Imagem 5 – Rodas dentadas em sincronismo com a corrente



Fonte: Autor (2025)

Assim, tendo resultados positivos, o estudo pode ser replicado para todos os transportadores aéreos da indústria que utilizam o sistema corrente-trolley.

A unidade estudada conta com duas linhas produtivas, identificadas como Linha 01 e Linha 03, cada uma equipada com uma Nória idêntica, que executa o mesmo trajeto, possui as mesmas dimensões, transporta o mesmo produto e utiliza das mesmas correntes. Dessa forma, a aplicação dos testes em uma linha permite a comparação direta da evolução dos resultados com a outra.

Para o levantamento de dados, foram utilizadas as medições realizadas pelo inspetor mecânico e registradas no sistema SAP PM (*Plant Maintenance*), software voltado para a gestão de processos de manutenção de ativos. Por meio desse sistema, é possível acompanhar a evolução do desgaste nas correntes com o tempo e a extensão máxima atingida pelas correntes até o momento de sua substituição, bem como os ciclos de medição.

Para realizar a medição, o inspetor utiliza de trena e paquímetro para obter um valor mais preciso e mantém sempre os mesmo pontos de amostragem, assim não ocorre a divergência de informações devido à variação de local ou trajeto da nória.

A medição é feita através da distância entre 10 trolleys, em três pontos diferentes. Em seguida é feito a média das três medições e lançado no sistema. Quando a corrente está nova, esse valor é de 1524 mm e o valor máximo de extensão entre componentes é de 1560 mm, sendo necessário a troca da corrente caso exceda o limite.

Junto aos valores, o inspetor realiza observações quanto ao estado da corrente ou informações pertinentes que possam acarretar no uso do equipamento, conforme descrito na Figura 2.

Figura 2 – Registros de medições

Data	Valor me...	Texto
08.01.2024	1524	NOREA FOI TROCADA COMPLTA DIA 06/01
20.02.2024	1526	
05.03.2024	1527	
02.04.2024	1532	
25.05.2024	1543	
18.06.2024	1545	
20.07.2024	1555	CORRENTE ALCANÇANDO LIMITE MAXIMO
30.07.2024	1558	NOREA ATINGIU LIMITE MAXAIMO DE DILATACA
20.08.2024	1559	NOREA C DIFERENTES MEDIDAS, ATINGIU LIMI
12.09.2024	1560	NOREA ATINGIU LIMITE MAXAIMO DE DILATACA
07.10.2024	1560	NOREA ATINGIU LIMITE MAXAIMO DE DILATACA
11.11.2024	1560	NOREA ATINGIU LIMITE MAXAIMO DE DILATACA
13.12.2024	1560	
28.01.2025	1524	NOREA FOI SUBS DIA 04/01 ORDEM:70369708

Fonte: Autor (2025)

Através do SAP PM, também foi possível monitorar os custos relacionados à aquisição das correntes utilizadas na nória em questão, bem como conferir a frequência e o tempo gasto para realizar o serviço de troca, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Custo da corrente por metro.

Material	Texto breve	Quantidade	Preço líq.	Valor líquido	Moeda
407745	CORRENTE 151 BERTOLDI	300	229,53	68.859,00	BRL

Fonte: Autor (2025)

Além do custo da corrente, também é necessário disponibilizar mão de obra de 8 manutentores dispostos em 3 turnos durante o final de semana (dia em que não há produção) para realizar a troca da corrente do equipamento, considerando que será realizado a troca somente em uma linha do setor de pendura.

A corrente utilizada na Nória em questão, é considerada paralela em relação à fornecida pela fabricante original do equipamento, mas com medidas iguais com Passo de 1” e 6” entre trolleys. Essa troca foi realizada antes do trabalho de CIQ com o intuito inicial de reduzir o custo, visto que a corrente paralela, além de ter as mesmas características, tem a mesma durabilidade da corrente original.

Com essas informações é possível quantificar que o gasto médio realizado por equipamento transportador aéreo no setor de pendura com corrente paralela na data em questão é de R\$ 68.859,00 reais e R\$ 129.960,00 reais, com original, para um total de 300 metros de corrente.

5. APLICAÇÃO DO CICLO PDCA

5.1 PLANEJAMENTO (PLAN)

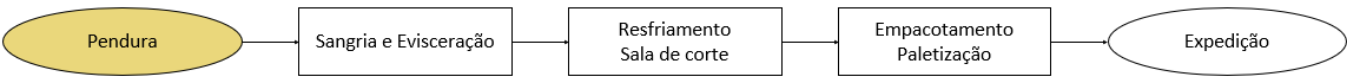
5.1.1 PAINEL DE RITMO

Inicialmente é realizado o mapeamento do processo, onde é descrito toda a série de etapas que produzem determinado resultado. O sistema de nórias é utilizado em diferentes setores da fábrica, desempenhando o transporte de produtos, conforme Figura 4.

Entretanto, o desenvolvimento desse estudo de caso foi realizado em um equipamento

do setor da Pendura, por ser o ponto do processo onde a nória opera sob maior carga, já que é responsável pelo transporte do animal inteiro na etapa de recepção.

Figura 4 – Mapa do processo



Fonte: Autor (2025)

Para garantir o acompanhamento das ações, foi elaborado um painel de ritmo que contempla todas as etapas do ciclo PDCA, bem como os prazos estipulados para o cumprimento das mesmas. Esse painel serve como ferramenta de gestão visual, permitindo ter uma visão mais ampla de como será o andamento das atividades e facilitar o alinhamento entre as áreas envolvidas. Com ele, foi possível acompanhar a evolução do plano de ação de forma organizada e assegurar que cada fase do processo fosse concluída dentro do cronograma mensal definido, conforme Figura 5.

Figura 5 – Painel de ritmo

Ciclo	Etapa	Cronograma das Etapas do Ciclo de Melhoria												
		Data de Início	S1-S2	S3-S8	S9-S14	S15-S20	S21-S26	S27-S32	S33-S38	S39-S41	S42-S44	S45-S47	S48-S50	S51-S52
P	Conhecimento do Processo	mar/24												
	Identificar problema e Meta	mar/24												
	Observar e Priorizar Problema	mar/24												
	Identificar e Priorizar Causas	mar/24												
	Identificar e Priorizar Soluções	mar/24												
	Elaborar Plano de Ação	mar/24												
D	Implantar Soluções	abr/24												
C	Comparar com o Planejado	abr/25												
A	Padronizar	abr/25												
	Concluir	abr/25												

Fonte: Autor (2025)

À esquerda do painel, encontram-se as iniciais das etapas do ciclo, seguidas das atividades correspondentes a cada fase. Na parte superior do painel estão representadas as semanas de execução (S1 a S52), que permitem visualizar de forma sequencial o progresso de cada etapa.

A legenda identifica as cores utilizadas com azul representando o planejado, verde indica o realizado e vermelho sinaliza atividades atrasadas.

Esse controle visual mostrou que todas as etapas foram concluídas dentro do prazo programado inicialmente, demonstrando bom controle do ritmo de execução e efetividade no acompanhamento das ações pela equipe.

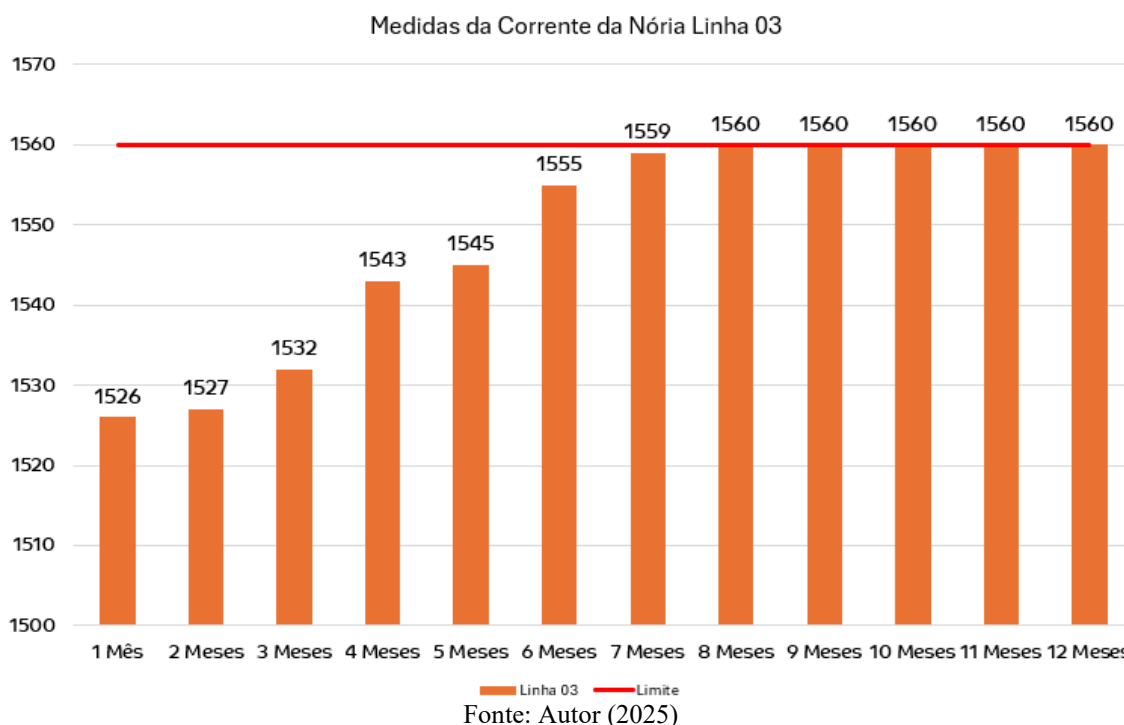
5.1.2 IDENTIFICAR O PROBLEMA E DEFINIR UMA META

Nessa etapa, é fundamental identificar o problema inicial que é o motivo pelo qual será feita uma ação e estabelecer uma meta plausível que deverá ser alcançada até o final do processo.

A partir do levantamento dos dados, verificou-se que o custo com a substituição da corrente da nória é de aproximadamente R\$ 69.000,00 a cada oito meses, considerando que, no setor da Pendura da Linha 3, é utilizada uma corrente de 300 metros, com valor de R\$ 230,00 por metro.

Através do Gráfico 1, podemos acompanhar a evolução do desgaste com base medidas registradas no SAP. Onde cada coluna laranja representa um mês avaliado, os valores acima das colunas são as medidas em milímetros entre os trolleys e a linha vermelha é o limite máximo de alongamento onde a Nória começa a perder o sincronismo com os equipamentos.

Gráfico 1 – Medidas da corrente de Nória Linha 03



Diante disso, foi definido como problema principal o custo associado à substituição recorrente das correntes das nórias. E tendo em vista a frequência de troca, foi estipulado uma meta de reduzir os custos com troca de corrente de Nórias em 50%, até Abril de 2025.

5.1.3 OBSERVAR E PRIORIZAR O PROBLEMA

Após a identificação do problema e definição de uma meta, foi realizado um brainstorming com as pessoas envolvidas no processo, como mecânicos manutentores, engenheiros de manutenção, inspetor de rota para observar e priorizar o problema, levantando indagações como qual a frequência, como ocorre, quando ocorre, o que está se perdendo ou deixando de ganhar com este problema.

Segundo Godoy (2001), o brainstorming é uma dinâmica de grupo, utilizado em reuniões como método participativo, em que as pessoas, de forma organizada e com oportunidades iguais, fazem um grande esforço mental para opinar sobre um determinado assunto.

Através dessa metodologia, as causas prioritárias identificadas pelo grupo foram as seguintes:

- Corrente já é nacionalizada e o custo é 50% menor que a original;
- A vida útil da corrente é de 8 meses;
- Necessidade de sincronismo dos elos com as máquinas;
- Quebra dos elementos fixados na Nória ocorrem devido a folga da corrente;
- Há desgaste natural e acelerado das correntes;
- Total de 16 Nórias no processo com características semelhantes.

Com o levantamento das informações, foi definido que a priorização do problema é a Baixa durabilidade das correntes. Fator que impactava os pontos elencados pelo grupo.

Assim, seguimos para a próxima etapa do ciclo PDCA, com o problema redefinido, possibilitando a identificação das causas raízes e as soluções para eliminar as falhas recorrentes.

5.1.4 IDENTIFICAR AS CAUSAS

Nessa etapa é essencial identificar as causas raízes do problema para propor ações corretivas e eficazes. Entre as diversas ferramentas disponíveis para análise de causa, optou-se pelo Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou Diagrama de Causa e Efeito, que apresenta de forma visual a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado (Wekema 1995).

Esse método foi criado pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa em 1968, no contexto da indústria japonesa que buscava aprimorar seus processos produtivos e garantir padrões elevados de qualidade. Ishikawa desenvolveu essa ferramenta como parte das práticas de Controle da Qualidade Total (TQC), com o objetivo de facilitar a identificação das causas de um problema de forma estruturada e visual.

O diagrama rapidamente se difundiu entre as empresas japonesas e, posteriormente, em organizações de todo o mundo, tornando-se uma das sete ferramentas da qualidade. Sua popularidade se deve à simplicidade e à capacidade de organizar causas potenciais em categorias lógicas, permitindo uma análise clara e colaborativa.

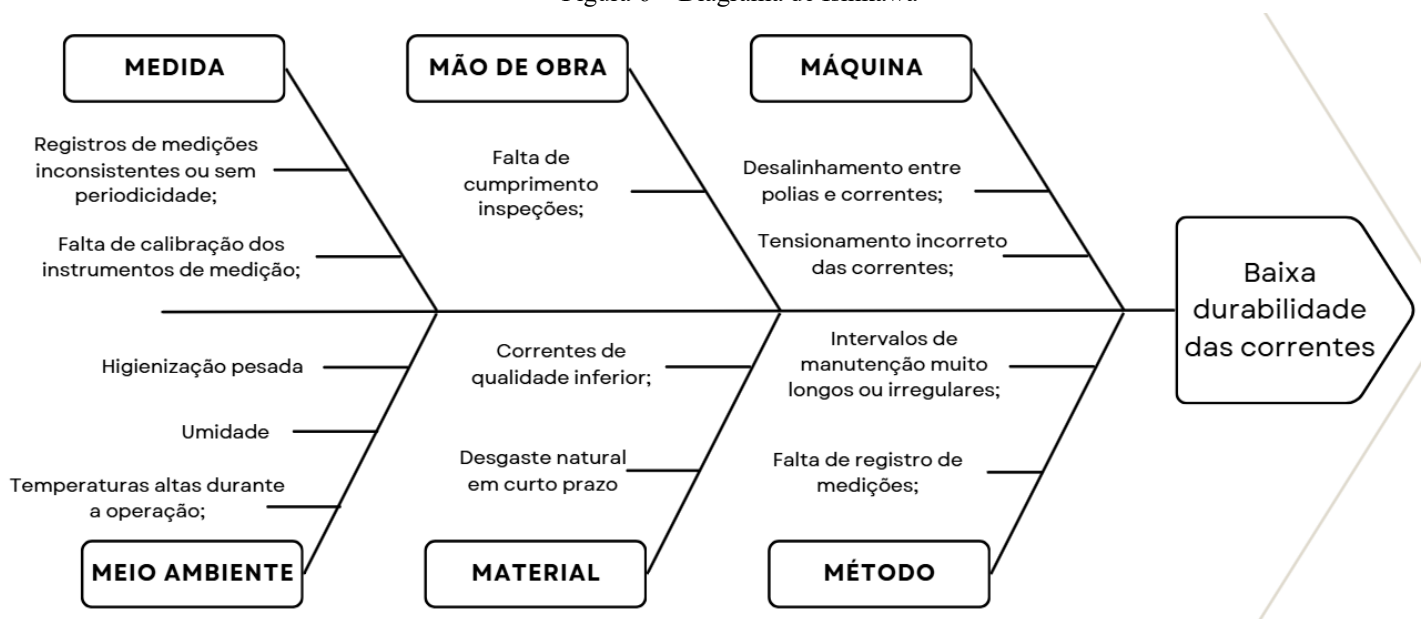
O Efeito é representado na extremidade direita e as principais categorias de Causas são representadas como espinhas definidas por 6M (Método, Máquina, Materiais, Mão de Obra,

Medição e Meio Ambiente) que se ramificam a partir da espinha central, podendo ainda ser adaptadas conforme a realidade de serviços ou outros processos.

Segundo Campos (1999), o resultado que está em análise é o problema que se quer eliminar, então a ferramenta é utilizada para levantar as possíveis causas e seu relacionamento com o problema. O diagrama, por sua vez, trata-se de um instrumento para aumentar e expandir as informações sobre o problema, e aumentar a possibilidade de conhecer suas principais causas, e assim atuar sobre elas de modo a eliminar ou mitigar seus impactos negativos.

Novamente é realizado um brainstorm com a equipe multidisciplinar (manutenção, operação, segurança, qualidade entre outros) que atuam no setor e no equipamento analisado, levantando possíveis causas envolvidas nos 6M que podem estar gerando o efeito, conforme Figura 6.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autor (2025)

Após levantadas as possíveis causas, foi realizado uma votação em conjunto para elencar qual a principal hipótese que está gerando o efeito, e foi identificado que entre as possíveis causas discutidas a mais provável estava relacionada ao desgaste natural da corrente em curto prazo.

Essa ferramenta permite que equipes compreendam rapidamente as relações entre causas e efeitos, favorecendo discussões colaborativas e tomadas de decisão ágeis. Diferentemente de métodos mais complexos, que exigem análises estatísticas ou softwares especializados, o Diagrama de Ishikawa pode ser construído de forma simples, utilizando

categorias como Máquinas, Mão de Obra, Materiais, Métodos, Meio Ambiente e Medição (os 6Ms). Essa estrutura facilita a organização das ideias e garante que nenhuma área relevante seja negligenciada

Com essas informações passamos para próxima etapa que é priorizar as causas e fazer os testes dos porquês, para verificar se realmente as causas levantadas culminam na causa raiz.

5.1.5 PRIORIZAR AS CAUSAS

Na etapa de análise do ciclo PDCA, é essencial identificar a causa raiz para propor ações corretivas eficazes. Entre as ferramentas comumente usadas, optou-se pelo uso do método dos "5 Porquês". Processo que consiste em realizar uma sequência de perguntas sucessivas onde são analisadas as respostas até chegar à origem real do problema. Isso geralmente requer cerca de cinco iterações, mas pode variar dependendo da complexidade do problema. Uma vez identificada a causa raiz, é possível começar a desenvolver soluções ou planos de ação para resolver o problema e evitar sua recorrência no futuro. Além disso, sua aplicação é direta e pode ser feita em conjunto com outras ferramentas, como o Diagrama de Ishikawa, para estruturar visualmente as causas levantadas.

O método dos 5 Porquês foi criado por Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota, na década de 1930, como parte do desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção. Esse sistema tinha como objetivo aumentar a eficiência e reduzir desperdícios nas linhas de montagem, e o método dos 5 Porquês surgiu como uma técnica simples e eficaz para identificar a causa raiz de problemas.

O método ganhou notoriedade dentro da filosofia Lean Manufacturing e do Kaizen, sendo incorporado às práticas de melhoria contínua em empresas de diversos setores. Sua difusão global ocorreu porque é uma ferramenta extremamente intuitiva, prática e de baixo custo, não exigindo cálculos complexos ou softwares especializados. Ele pode ser aplicado tanto em processos industriais quanto em serviços, sempre com foco na resolução definitiva do problema.

Segundo Liker (2004), o objetivo desse método é reconhecer a verdadeira origem do problema e possibilitar a implementação de planos de ação eficazes. Ao questionar repetidamente “Por quê?”, é possível compreender melhor o problema, aprimorar a investigação e favorecer a aplicação de melhorias contínuas.

A partir dessa hipótese, a Tabela 1 mostra a aplicação do método dos 5 Porquês, buscando compreender a origem do problema.

Tabela 1 – 5 porquês.

Causa	Porquê 1	Porquê 2	Porquê 3	Porquê 4	Porquê 5
Baixa durabilidade da corrente	Desgaste natural elevado ocorrendo em curto prazo	Atrito seco entre os elos da corrente	Não há lubrificação da corrente	Falta de definição de lubrificante adequado para o ambiente operacional	Não há procedimento na companhia para lubrificação de corrente de Nória

Fonte: Autor (2025)

A análise da aplicação dos 5 Porquês demonstrou que o desgaste ocorria devido ao atrito excessivo a seco entre os elos da corrente e exposição à umidade, que acontecia por falta de lubrificação adequada. Ao investigar mais a fundo, constatou-se que essa falha estava diretamente relacionada à ausência de um procedimento padrão de lubrificação na companhia.

Assim, definiu-se como causa raiz a falta de lubrificante adequado para aplicação nas correntes e para as condições de operação da Nória, decorrente da inexistência de um procedimento padrão de lubrificação.

Caso o problema persista mesmo após a aplicação do PDCA com os 5 Porquês, podem ser utilizadas ferramentas mais robustas, como o ciclo DMAIC ou análises estatísticas avançadas, garantindo maior profundidade na investigação.

5.1.6 IDENTIFICAR E DEFINIR SOLUÇÕES

Após a priorização das causas, identificadas através do Diagrama de Ishikawa e aplicação dos 5 porquês, foi realizado o processo de definição das soluções para eliminar as causas prioritárias do problema.

Com base nas análises realizadas, foram levantadas medidas que visam corrigir a origem do desgaste acelerado das correntes e garantir a padronização do processo de lubrificação, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Definição de soluções

Causa Priorizada	Soluções
Falta de lubrificação da corrente da Nória devido à ausência de lubrificante específico e procedimento padrão na companhia	Pesquisar e definir lubrificante específico para esta aplicação Testar e acompanhar resultados da lubrificação

Fonte: Autor (2025)

Assim, as soluções definidas foram buscar um lubrificante específico para esta aplicação e em seguida testar no processo e acompanhar os resultados da lubrificação, para enfim padronizar o plano.

Essa conclusão serviu de base para a formulação do plano de ação na etapa seguinte do ciclo PDCA, que segue com intuito de eliminar definitivamente a causa do problema identificado.

5.1.7 ELABORAR PLANO DE AÇÃO

Segundo Campos (1996), o plano de ação deve ser elaborado a partir da definição das medidas que serão tomadas para se atingir as metas, bem como os responsáveis pela sua execução.

A metodologia escolhida nesse estudo de caso, para construir os planos de ação, é o 5W2H. Método que surgiu como uma ferramenta de gestão desenvolvida no contexto da administração industrial e controle da qualidade, sendo amplamente associado às práticas de melhoria contínua e planejamento estratégico.

Embora não exista um único criador formalmente reconhecido, sua origem remonta às décadas de 1950 e 1960, quando empresas japonesas e americanas começaram a adotar abordagens sistemáticas para organizar planos de ação de forma clara e objetiva. A aplicação sistemática do 5W2H ganhou força durante a implantação do Sistema Toyota de Produção, incorporado às metodologias de Qualidade Total (TQM) e Lean Manufacturing. O objetivo era tornar o planejamento mais claro, ágil e eficiente, garantindo que todas as informações essenciais para execução de uma tarefa fossem respondidas, tornando-se um padrão para detalhamento de tarefas e definição de responsabilidades.

É uma ferramenta gerencial utilizada na elaboração e implementação de planos de ação

que busca garantir o fácil entendimento, definindo métodos, prazos, responsabilidades, objetivos e recursos associados a cada atividade.

Segundo Melo (2001), essa ferramenta é fundamentada em sete perguntas-chave, que são:

- What (O quê)? Qual a ação, tarefa ou projeto;
- Why (Por quê)? Qual a justificativa, objetivo ou propósito da ação;
- Where (Onde)? Onde deverá ser feito, qual local, departamento, área;
- When (Quando)? Qual prazo, cronograma, datas de início/fim para cada ação;
- Who (Quem)? Quem será o responsável pela execução da ação;
- How (Como)? Quais métodos, e como será executado;
- How much (Quanto)? Quanto custará em relação ao custo, orçamento ou recursos financeiros necessários.

Para que os resultados sejam obtidos com simplicidade e confiabilidade na obtenção dos dados, as perguntas precisam estar alinhadas à realidade do processo analisado. Dessa forma, garante-se que a ação definida atuará diretamente na causa do problema, e não apenas em seus efeitos.

A Tabela 3 mostra o resultado da aplicação do método dos 5 Porquês, a partir das premissas levantadas, buscando compreender a origem do problema estudado.

Tabela 3 – Planos de ações

What? O que fazer?	Why? Por que fazer?	Where? Onde será feito?	When? Quando será feito?	Who? Quem fará?	How? Como fazer?	How much? Quanto custará?
Buscar lubrificante que atenda o processo e realizar os testes	Para reduzir o atrito entre os elos da corrente	Fornecedores homologados	mar/24	Engenheiro de Manutenção e Estagiário	Entrar em contato com fabricantes de lubrificantes buscando um produto adequado para o uso	R\$ 1.000,00
Acompanhar lançamento das medições	Para evidenciar a efetividade da lubrificação	SAP	abril/24 - abril/25	Engenheiro de Manutenção e Estagiário	Comparando medição com Nória que não foi lubrificada	R\$ 0,00
Criar plano padrão de lubrificação para correntes da Nória	Para manter a frequência de lubrificação	SAP	abr/25	Engenheiro de Manutenção e Estagiário	Cadastrando plano padrão no SAP para o equipamento Nória e programando para execução mensal	R\$ 0,00

Fonte: Autor (2025).

Após a definição do plano de ação consistente e as soluções bem definidas, encerra-se a fase PLAN do ciclo PDCA. Nessa etapa, foi identificado o problema, priorizado, definido as causas, priorizado a causa, definido as soluções e por fim estabelecidas as ações necessárias para eliminá-la de forma estruturada.

Assim, com o planejamento concluído e as ações claramente definidas, a equipe avançou para a próxima fase do ciclo, que consiste em executar as ações planejadas, a etapa DO.

5.2 FAZER (DO)

5.2.1 IMPLANTAR SOLUÇÕES

Nesta etapa foram executadas as medidas definidas no plano de ação formulado na etapa PLAN. Assim foi iniciado o processo de pesquisa e seleção de um lubrificante apropriado às condições operacionais do equipamento, considerando fatores elencados no brainstorm da etapa PLAN, como o ambiente úmido, o risco de intoxicação caso entre em contato com os produtos alimentícios, a passagem pelo tanque de escalda que atinge alta temperatura, regime de trabalho contínuo e o processo de higienização realizado diariamente onde é aplicado forte jato de água para eliminar resíduos do produto produzido para evitar contaminação no processo. Também foram avaliadas as especificações do material das correntes para garantir a compatibilidade química com o lubrificante a ser utilizado.

Foi realizada a consulta de fornecedores especializados homologados pela companhia, visto que devido às normas corporativas se faz necessário testar os lubrificantes que temos à disposição e caso não sejam compatíveis é iniciado o processo de inclusão de novos fornecedores. Então foi realizada a análise de fichas técnicas de diferentes tipos de lubrificantes e comparação de propriedades físicas e químicas relevantes, como viscosidade, aderência, resistência à oxidação e capacidade de penetração. Além disso, foram consideradas as recomendações dos fabricantes do equipamento e as normas técnicas aplicáveis ao tipo de transmissão utilizada.

Após a pesquisa comparativa, foi selecionado o lubrificante atóxico e polarizado Fin Food Lube da marca Interflon, conforme Figura 7.

Trata-se de um lubrificante atóxico de grau alimentício listado pela NSF® (Classe H1), contendo aditivos sólidos (MicPol®) que formam um filme de lubrificação a seco altamente durável, reduzindo significativamente o atrito e o desgaste.

Figura 7 – Lubrificante Food Lube



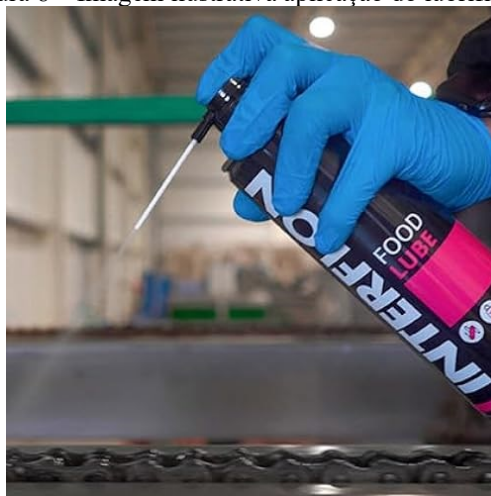
Fonte: PRODUTOS INTERFLON
<https://interflon.com/br/produtos/interflon-food-lube>

Muito utilizado em correntes, cabos, guias deslizantes, ferramentas pneumáticas, juntas, pivôs, cames, correias, rolos e válvulas. Tem resistência à lavagem com água e jatos de água, e devido à sua característica de filme seco não atrai sujeira, poeira ou outros contaminantes.

Em seguida, foram realizados testes práticos na fábrica, a fim de verificar a eficiência do produto e desempenho ao longo do tempo. Foi estipulado uma aplicação mensal seguindo os padrões de lubrificação já existentes na manutenção. A aplicação ocorreu de forma úmida, inicialmente com latas de spray comercial com 500ml cada.

Foi realizado aplicação direta do produto nas correntes da Nória em movimento, conforme Figura 8, sendo possível definir um ponto de aplicação que atingisse toda a extensão das correntes.

Figura 8 – Imagem ilustrativa aplicação do lubrificante



Fonte: PRODUTOS INTERFLON
<https://interflon.com/br/industrias/aves-carne-2>

A nória era ligada em velocidade reduzida, comparado com a velocidade de operação normal (aproximadamente 0,5 m/s). Foi inserido um marcador plástico no gancho da Nória em que foi iniciada a aplicação para marcar o ponto inicial da lubrificação e consequentemente quantificar o consumo de latas, conforme Imagem 6. Tendo um ponto fixo de aplicação, ao atingir uma volta completa no processo, o marcador retorna ao início, encerrando um ciclo de lubrificação.

Imagem 6 – Marcador para gancho



Fonte: Autor (2025)

A primeira aplicação resultou em uma média de 3,5 latas de spray por ciclo de lubrificação e um tempo médio de 40 minutos, informação importante para definir a apropriação de horas para o futuras aplicações. O custo unitário por lata é de R\$ 264,93 reais, somando assim um custo por lubrificação de aproximadamente R\$ 1.000 reais.

Foi um bom resultado mas que mostrou-se pouco prático pensando na padronização do processo futuramente, pois iria demandar de tempo e esforço do lubrificador para efetuar a aplicação manual.

Na segunda aplicação, com o objetivo de otimizar o processo, foi implementado o uso de um pulverizador manual com capacidade de armazenamento de 2 litros, que funciona com bombeamento de compressão prévia, onde a haste em cima ao ser pressionada cria uma

pressão no interior do frasco que faz com que a solução seja expelida continuamente ao apertar o gatilho conforme Figura 9.

Essa modificação possibilitou uma melhor distribuição do lubrificante e maior autonomia.

Figura 9 – Imagem ilustrativa de Pulverizador manual



Fonte: PRODUTOS VONDER
<https://www.vonder.com.br/produto>

Novamente foram bons resultados na aplicação, melhorando o processo de lubrificação. No entanto, ainda surgiram oportunidades de melhoria visando a padronização futura do processo. O método apresentava limitações ergonômicas e de segurança, pois o operador precisava permanecer em pé próximo à Nória para direcionar o jato manualmente.

O uso de pressão para bombeamento do lubrificante motivou uma adaptação que diminuísse o risco de falhas na aplicação do lubrificante e exposição do colaborador com as partes móveis do equipamento.

Com isso, para a terceira aplicação, foi desenvolvido um sistema de lubrificação automatizado visando melhorar a eficiência e a segurança do processo. Foi montada uma estrutura metálica simples que comportasse a fixação de um Gerador de Vácuo VAD-1/4, que opera com base no efeito Venturi, conforme Figura 10.

Figura 10 – Gerador de Vácuo.



Fonte: PRODUTOS FESTO
<https://www.festo.com/br/pt/>

O gerador de vácuo VAD-M5, fabricado pela Festo, é um dispositivo pneumático que utiliza o princípio de Venturi para gerar vácuo a partir de ar comprimido. Seu funcionamento baseia-se na passagem do ar comprimido por um estrangulamento, onde ocorre um aumento da velocidade do fluxo e uma consequente redução da pressão. Essa diferença de pressão cria uma zona de baixa pressão (vácuo) que pode ser utilizada para aplicações como manuseio de peças por ventosas, fixação temporária ou transporte de materiais leves, que é o ocorrido nesse estudo de caso.

Por não possuir partes móveis, o gerador apresenta alta confiabilidade e baixa necessidade de manutenção, além de ser compacto e de fácil integração em linhas pneumáticas. Sua operação é rápida e eficiente, permitindo a geração instantânea de vácuo sempre que houver fornecimento de ar comprimido.

Esse dispositivo é associado à duas Válvulas reguladoras de fluxo unidirecional GR-1/8-B, uma para a entrada de ar comprimido e outra para entrada de lubrificante no tubo de Venturi, ambas com ajuste através de parafuso recartilhado, conforme Imagem 7.

Imagem 7 – Válvula reguladora de fluxo unidirecional.



Fonte: Autor (2025)

A válvula reguladora de fluxo unidirecional Festo GR-1/8-B é projetada para controlar a velocidade de atuadores pneumáticos em apenas uma direção do movimento. Ela permite que o ar comprimido flua livremente em um sentido, enquanto no sentido oposto o fluxo é estrangulado por meio de um ajuste manual realizado no parafuso recartilhado.

Esse mecanismo possibilita regulação precisa da vazão, garantindo movimentos suaves e evitando impactos bruscos no final do curso dos cilindros. Essa válvula é amplamente utilizada em sistemas pneumáticos onde se busca sincronismo, segurança e controle de velocidade, sendo essencial para preservar componentes e melhorar a eficiência do processo.

Imagem 8 – Dispositivo pneumático montado para lubrificação



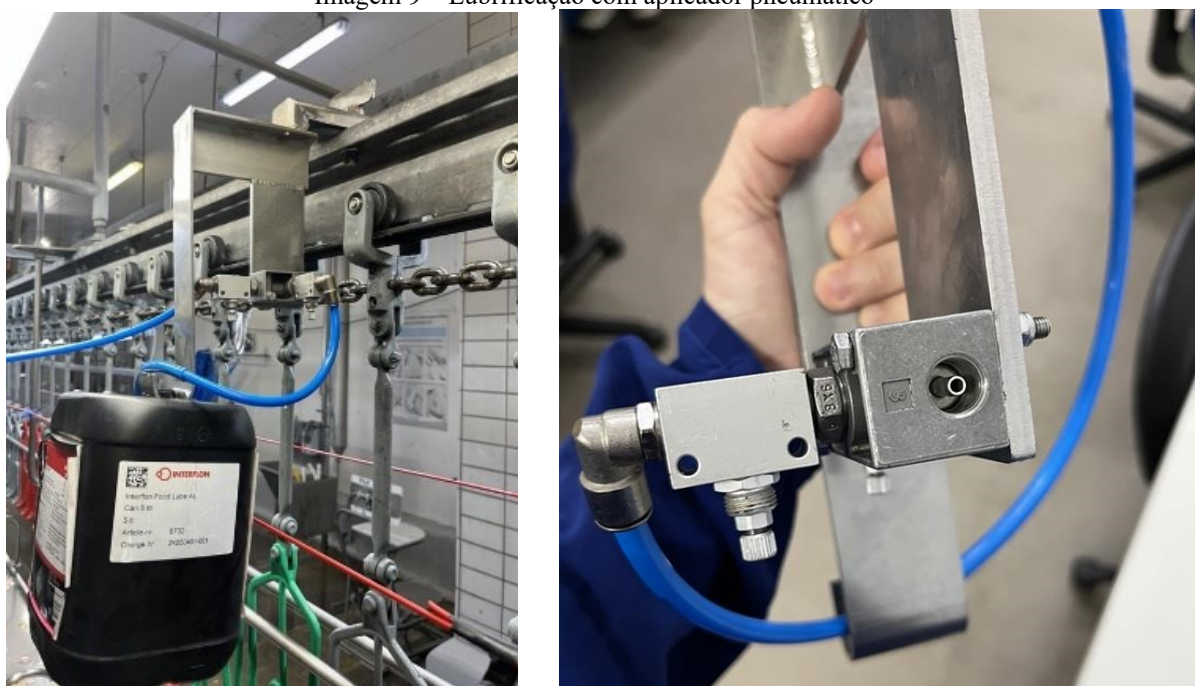
Fonte: Autor (2025)

Todo mecanismo é conectado na linha de ar comprimido da fábrica através de mangueiras e conectados a um galão com 5 litros de lubrificante, conforme Imagem 8.

Foi projetado uma estrutura metálica de aço inoxidável, que possui um gancho para fixação do galão, uma chapa lateral para fixação dos dispositivos pneumáticos, e uma chapa com parafusos para encaixar na nória.

O dispositivo criado possibilita a sua fixação na estrutura da Nória através de parafusos, permitindo a aplicação contínua e uniforme do produto sobre as correntes, sem necessidade de intervenção direta do operador conforme Imagem 9.

Imagem 9 – Lubrificação com aplicador pneumático



Fonte: Autor (2025)

Após ser devidamente fixado na estrutura do equipamento, o operador abre a linha de ar comprimido e liga a Nória, à uma distância segura, para começar a lubrificar a corrente.

Essa solução se tornou definitiva para às próximas aplicações pois tornou o processo de lubrificação mais prático, seguro e eficiente, além de reduzir o consumo de lubrificante e o tempo de mão de obra do operador.

Os resultados obtidos nesta etapa foram monitorados e documentados, servindo como base para a próxima fase do ciclo PDCA.

5.3 CHECAR (CHECK)

Segundo Melo (2001), na etapa CHECK, realiza-se a verificação dos resultados obtidos com a implementação das ações, avaliando se os objetivos estabelecidos foram efetivamente alcançados. Caso os resultados estejam dentro do esperado, é necessário confirmar se as ações executadas correspondem ao que foi definido no plano de ação.

Entretanto, se a meta não for atingida mesmo após a execução correta das medidas planejadas, conclui-se que a solução adotada não foi eficaz. Nessa situação, o ciclo PDCA deve ser reiniciado, permitindo a reformulação de novas estratégias para eliminar as causas do problema.

5.3.1 COMPARAR COM O PLANEJADO

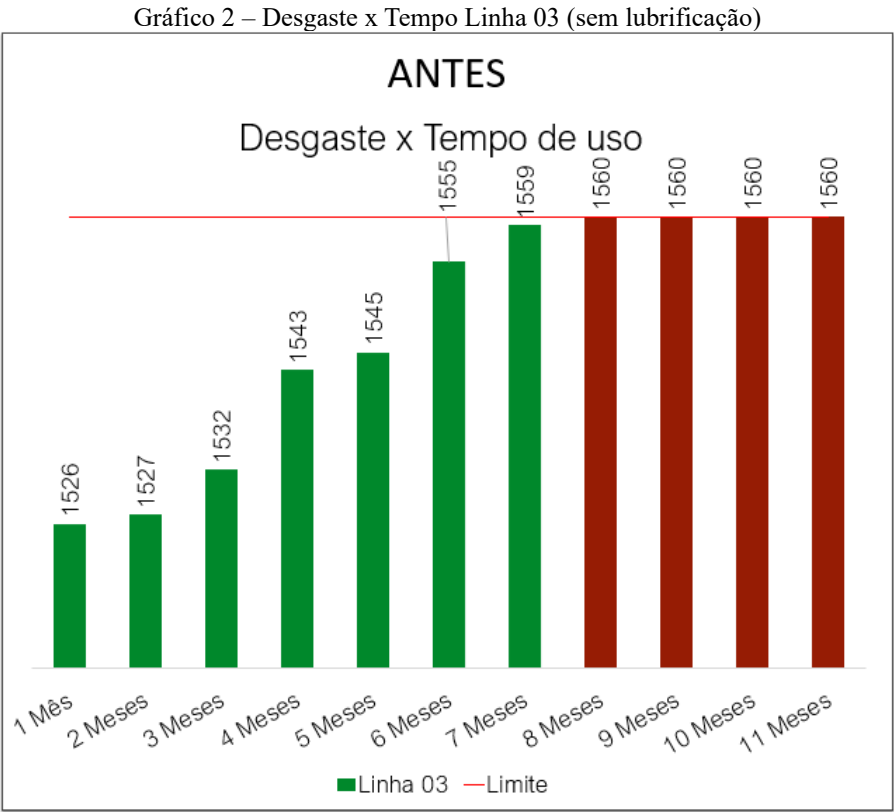
Com a implementação do sistema de lubrificação, foi realizado o acompanhamento do desempenho das Nórias. Para verificação dos dados, foram coletados os valores de medição das correntes através dos registros de inspeção lançados no sistema SAP pelo inspetor mecânico responsável conforme Figura 11, possibilitando a comparação entre a linha de produção operando sem lubrificação e outra com o a rotina de lubrificação aplicada mensalmente.

Figura 11 – Registros de medições da corrente lubrificada

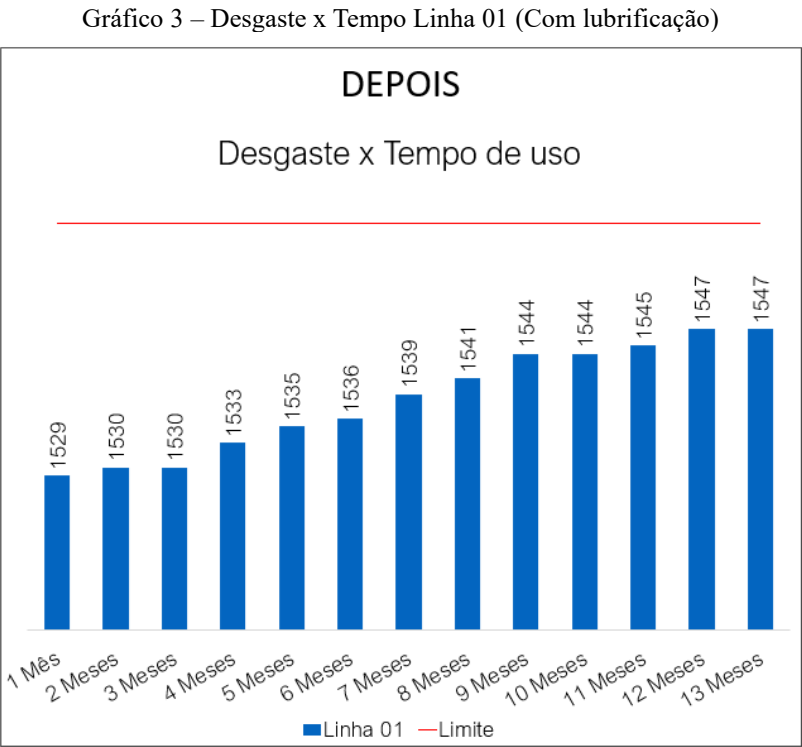
Data	Valor med.	Texto
05.03.2024	1524	NOREA FOI TROCADA COMPLTA DIA 02/03/2024
02.04.2024	1529	
25.05.2024	1530	
18.06.2024	1530	
20.07.2024	1533	
20.08.2024	1535	CORRENTE BOA MAIS OS TROLLES ESTAO GASTO
12.09.2024	1536	
07.10.2024	1539	
11.11.2024	1541	
12.12.2024	1544	NOREA COM OS TROLLERES DANIFICADOS
28.01.2025	1544	NOREA C MEDIDAS DIFERENTES EM VARIOS PON
11.02.2025	1545	
05.03.2025	1547	
31.03.2025	1547	
24.04.2025	1524	norea trocada dia 19/04/2025

Fonte: Autor (2025)

Com base nas medições obtidas, foram elaborados os Gráficos 2 e 3, que mostram o desgaste da corrente com e sem lubrificação conforme aplicação do lubrificante no decorrer dos meses. Mostrando grande diferença entre as Linhas estudadas.



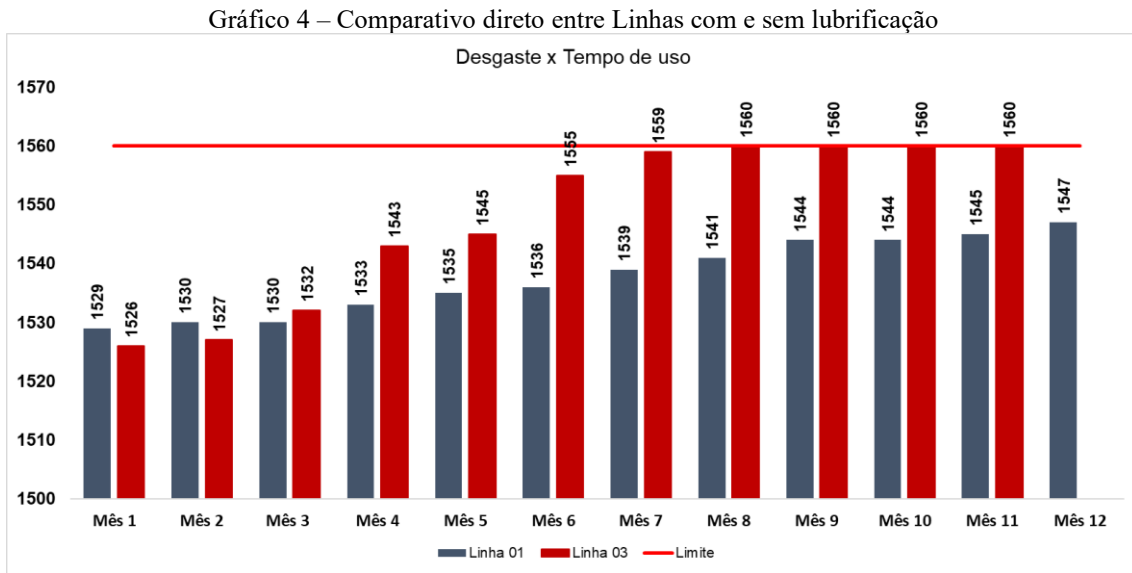
Fonte: Autor (2025)



Fonte: Autor (2025)

O gráfico 4, mostra que na linha sem lubrificação (Linha 3) as correntes atingiram o limite máximo de desgaste em aproximadamente 8 meses de uso surgindo a necessidade de trocar por uma nova.

Já na linha lubrificada (Linha 1), no mesmo prazo de troca, atingiu apenas 1541mm e após 14 meses de operação o comprimento medido foi de 1549 mm, ou seja, 69% acima do limite mínimo de uma corrente nova (1524 mm), ainda com margem de durabilidade.



Devido a uma necessidade do processo, a corrente da Linha 01 foi retirada para ser usada em um equipamento de outro setor e consequentemente substituída por uma nova, assim não foi possível quantificar a continuação da medição até o desgaste máximo.

Com isso, foi constatado que anteriormente as correntes atingiam o limite de substituição em cerca de 8 meses e o custo de uma nova era de R\$ 68.859,00 reais. Agora, mesmo após 14 meses de operação, se mantém dentro dos parâmetros aceitáveis, prolongando a vida útil em no mínimo 6 meses.

Dessa maneira podemos calcular o resultado final do custo baseado no preço da corrente e o valor da aplicação mensal, conforme Equação 1.

Equação 1 – Cálculo da redução de custo.

$$C = \frac{C_{Nória}}{D_{anterior}} * (\Delta D) - C_{lubrificante}$$

(Equação 1)

$$C = \frac{68.859}{8} * (14 - 8) - 12.000 \rightarrow C = R\$ 39.644,25$$

Onde:

C = Custo reduzido

$C_{Nória}$ = Custo da corrente nova

$C_{lubrificante}$ = Custo anual do lubrificante

$D_{anterior}$ = Tempo de desgaste anterior

ΔD = Variação do tempo de desgaste

Com esse resultado foi possível constatar que a meta inicial de reduzir o custo com a troca recorrente das correntes em 50% foi atingida. E cabe destacar o aumento significativo da vida útil da corrente em até 75%, representando uma redução expressiva na taxa de desgaste da Nória.

Esses resultados confirmam a eficácia das ações executadas baseadas na solução priorizada na etapa PLAN, e atendendo ao objetivo estabelecido no plano de ação.

5.4 AGIR (ACT)

Nesta etapa, é necessário realizar a padronização das ações verificadas na fase anterior, com objetivo de consolidar as melhorias obtidas e assegurar que sejam aplicadas e divulgadas em toda a organização.

Esses padrões devem ser monitorados periodicamente, a fim de verificar sua aplicação correta e manter a consistência dos resultados alcançados.

5.4.1 PADRONIZAR

Após a validação das medidas tomadas no plano de ação bem como a eficácia da execução, foi realizado a etapa de padronização, com objetivo de garantir a manutenção do bom resultado.

Para isso, foi criado o plano de lubrificação mensal para corrente das Nórias, programando através do sistema SAP, para assegurar que a atividade seja incluída na rotina de manutenção de forma sistemática e controlada, conforme Figura 12.

Figura 12 – Plano de lubrificação

Equipam. TRA037790005 NORIA DA PENDURA DE FRANGO LINHA 01

GrpLisTar. 397079 TRA037790005-LU-LUBRIFICACAO NumGrpRot 53

Síntese operação pacotes manut.

Op...	Descrição da operação	1D	1S	2S	3S	1M
0086	LU_TM_RODAS GUIAS [+] -> GR-20	☐	☐	☐	☐	☒
0096	LU_LUBRIFICACAO CORRENTES	☐	☐	☐	☐	☒

Fonte: Autor (2025)

Junto à essa ação, foi realizado o treinamento do lubrificador responsável pela execução do plano de manutenção bem como os mecânicos e toda equipe que possa realizar a medição das correntes, conforme Imagem 10, abordando o correto uso do dispositivo desenvolvido para aplicação do lubrificante e a padronização do processo, garantindo assim a eficiência e a segurança durante a operação.

Imagem 10 – Instrução para uso do aplicador pneumático.



Fonte: Autor (2025)

O lubrificante selecionado também foi inserido na lista técnica do equipamento no SAP, conforme Figura 13, possibilitando que o sistema indique a necessidade de aquisição do produto e também a facilidade de acesso para compra, evitando atrasos e falhas na execução das novas ordens de manutenção.

Figura 13 – Inclusão na lista técnica do equipamento

Atribuiçs.componentes						
Material	Quantidade	UM	E	Denominação componente		C..
934440	4,000	FR	☐	LUBRIFIC ATOXICO FIN FOOD LUB INTERFLON		L

Fonte: Autor (2025)

Por fim, o projeto foi compartilhado com o time de Excelência Operacional e divulgado como um caso de Boas Práticas em toda a companhia, dessa maneira é possível incentivar a replicação do trabalho em outras unidades que possuam o mesmo equipamento e até outros que utilizem correntes.

Isso possibilita promover a disseminação de soluções eficazes voltadas à confiabilidade e otimização nos processos de manutenção.

5.4.2 CONCLUIR

Nesta última etapa é realizado a conclusão da aplicação do ciclo PDCA, bem como uma recapitulação de todo o processo voltado à solução do problema de custos elevados com a substituição recorrente das correntes de Nória.

Na primeira fase do ciclo (Etapa PLAN), foi identificada que a causa-raiz do problema estava relacionada à falta de lubrificação que reduzia significativamente a durabilidade das correntes. Com a criação e implementação (Etapa DO) do plano de ação, que envolveu a pesquisa do lubrificante apropriado, o desenvolvimento de um sistema de aplicação eficiente, seguido da verificação de resultados (Etapa CHECK) e a padronização do processo (Etapa ACT), foi possível alcançar resultados significativos.

Os dados obtidos ao longo do processo demonstraram que as correntes alcançaram 14 meses de uso sem atingir o desgaste que anteriormente era atingido em cerca de 8 meses, um aumento de aproximadamente 75% na vida útil do equipamento, confirmando a eficácia da solução adotada.

Considerando o fator custo, houve uma redução direta de R\$ 39.644,00 reais, decorrente da diminuição da frequência de substituições das correntes. Valor que corresponde a mais de 50% do custo inicial, conforme estipulado na meta. Além de proporcionar melhoria nas condições ergonômicas e redução de riscos de acidentes, visto que o operador não precisa mais permanecer próximo a partes móveis durante o processo de lubrificação.

Com isso, é possível confirmar o atingimento na meta e o fim do problema inicial, comprovando que a aplicação estruturada do ciclo PDCA foi eficiente na identificação da causa raiz, planejamento e implementação das ações corretivas, além de consolidar melhorias no processo de manutenção. A execução do ciclo foi finalizada com sucesso e reconhecido internamente como uma boa prática, servindo como referência para replicação em outras unidades da companhia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo aplicar um método de melhoria contínua na área de Engenharia de Manutenção, por meio da utilização do ciclo PDCA como ferramenta de gestão da qualidade, em um estudo de caso realizado em uma indústria alimentícia. O trabalho iniciou-se a partir da identificação de um problema recorrente e de alto custo relacionado à um componente essencial no processo produtivo. Através da aplicação estruturada das etapas do ciclo PDCA, foi possível compreender o problema de forma sistêmica, identificar a causa raiz e desenvolver ações corretivas eficazes.

Os resultados obtidos evidenciam a eficácia do método PDCA como ferramenta de melhoria contínua, demonstrando que sua aplicação permite identificar causas fundamentais, implementar soluções e padronizar processos de forma a consolidar ganhos de eficiência e confiabilidade na manutenção industrial. Além disso, o estudo reforça a importância da integração entre a engenharia de manutenção e a gestão da qualidade, mostrando que pequenas mudanças técnicas, quando conduzidas de maneira estruturada e baseada em dados, podem gerar impactos significativos nos custos operacionais e na segurança do trabalho.

Dessa forma, conclui-se que o uso do PDCA foi determinante para a solução do problema estudado e serviu como um exemplo prático da aplicação dos princípios da melhoria contínua dentro de um ambiente industrial real. O caso analisado demonstra que a adoção de métodos de gestão da qualidade na manutenção não apenas corrige falhas existentes, mas também cria uma cultura voltada para a eficiência e prevenção, contribuindo para a competitividade e sustentabilidade da empresa.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. - **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. Tese de Mestrado, USP. São Carlos, 2006

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ALVES, R. A.; MENDONÇA, R. C.; OLIVEIRA, M. C. **O ciclo PDCA em sistemas de gestão integrados**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia. 2018.

BAMFORD, D. R.; GREATBANKS, R. W. **The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations**. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 22, n. 4, 2005.

BRASIL. **Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, e altera a Lei n.º 12.965, de 23 de abril de 2014. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 8. ed, Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. ed. Belo Horizonte. Fundação Cristiano Ottoni Escola de Engenharia UFMG, 1996.

CAMPOS, V. F. **TQC: Gerenciamento do trabalho da rotina do dia-a-dia**. Editora de Desenvolvimento Gerencial. MG, 1999

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**. 9. ed. Nova Lima: Falconi, 2013

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês**. 9. ed. Nova Lima: Falconi, 2014.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicos**. Tradução . São Paulo: Atlas, 2010.

DEMING, William Edward. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

GODOY, M. H. P. C. **Brainstorming**. Belo horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

GONZALEZ, Rodrigo Valio Dominguez; MARTINS, Manoel Fernando. **Competências habilitadoras da melhoria contínua: estudo de casos em empresas do setor automobilístico**, 2006.

IPROCESS, **Soluções em tecnologia. 5W2H: Ferramenta para elaboração do Plano de ação**, 2014.

ISHIKAWA, K. **Controle da qualidade total: A maneira Japonesa**. Rio de Janeiro-RJ: Editora Campus. 1993.

LIKER, J. K. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. McGraw-Hill. 2004.

LISBOA, M.; GODOY, L. **A aplicação do método 5W2H no Processo Produtivo do Produto: a jóia**. Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, 2012.

MELO, C. P.; CARAMORI, E. J. **PDCA Método de melhorias para empresas de manufatura – versão 2**. Belo horizonte, Fundação de desenvolvimento Gerencial, 2001.

PEREIRA, Melina Jorge. **A aplicação de uma metodologia de administração de processos em uma empresa de representação comercial**. 2009.

SANTOS, R. C., et al. **Aplicação do método dos '5 Porquês' para a melhoria contínua na indústria**. Revista Brasileira de Engenharia de Alimentos, 2020.

SILVA, A. P., Santos, C. A. **Aplicação do ciclo PDCA como ferramenta de gestão em uma empresa de alimentos**. Revista Brasileira de Administração Científica, 2021.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

REFERENCIAS

ORIBE, Claudemir Y. **PDCA: origem, conceitos e variantes dessa ideia de 70 anos**. Qualypro, 2009. Disponível em: <http://www.qualypro.com.br/artigos/pdca-origem-conceitos-e-variantes-dessa-ideia-de-70-anos>.

SABOYA, Lefebvre. **O 5W2H e suas origens**. 2024. Disponível em: <https://www.llsaboya.com/posts/como-usar-5w2h-suas-origens>.

VELOSO, Breno; RAMOS, Rafael; QUEIROZ, Rayssa; et al. **O Ciclo do PDCA e sua aplicação na melhoria contínua de processos**. Revista F&T, v.29, n.141, 2024.

SABINO, Gaby. **A origem do Diagrama de Ishikawa e sua importância na qualidade**. Radar de Projetos, 2024. Disponível em: <https://radardeprojetos.com.br/a-origem-do-diagrama-de-ishikawa-e-sua-importancia-na-qualidade>.

BRÍGIDO, Rafael; RANDO JUNIOR, Edvaldo Luiz. **Diagrama de Ishikawa: aplicações e impactos na gestão da qualidade em diversos setores**. Caderno Progressus, v.4, n.8, 2024. Cadernosuninter

ACCEPT. **Método dos 5 porquês: pergunte porquê e resolva problemas!**. 2021. Disponível em: <https://www.accept.pt/metodo-dos-5-porques-resolva-problemas>.

SILVA, Allane Mirelli de Souza; SANTOS, Maiquelly de Araújo; et al. **Modelo 5W2H**. In:

Técnicas e Ferramentas para Gestão Organizacional. Atena Editora, 2024.

BUTTA, Filipe. **5W2H: Conceito, origem, importância, aplicação e benefícios!.** Sac Logística, 2024. Disponível em: <https://saclogistica.com.br/5w2h>.