

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

Luís Henrique Ferreira

Aplicação do ciclo PDCA para redução da produção de latas não
conformes em uma fábrica de leite em pó

ITUIUTABA
2024

Luís Henrique Ferreira

Aplicação do ciclo PDCA para redução da produção de latas não conformes em
uma fábrica de leite em pó

Trabalho de Conclusão de Curso, para
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
de Produção na Universidade Federal de
Uberlândia.
Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando
Magnanini de Almeida

ITUIUTABA
2024

Aplicação do ciclo PDCA para redução da produção de latas não conformes em uma fábrica de leite em pó

Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Uberlândia.

Banca examinadora formada por:

Ituiutaba, 15 de abril de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida (orientador),
Universidade Federal de Uberlândia.

Profa. Dra. Mara Rúbia da Silva Miranda,
Universidade Federal de Uberlândia.

Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado,
Universidade Federal de Uberlândia.

Dedico este trabalho a minha família e aos meus amigos por me apoiarem e ajudarem de alguma forma durante a minha jornada.

E a todos os docentes que contribuíram com o meu conhecimento ao longo desses anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me abençoar, proporcionando saúde e garra para alcançar os meus objetivos durante a minha caminhada.

Agradeço também aos meus pais, Luís Antônio e Roseli, e ao meu irmão, Lucas Felipe, que sempre me apoiaram e investiram para concluir meu curso de graduação com todo o suporte necessário.

Aos meus amigos de graduação que me proporcionaram diversos momentos alegres, sempre nos apoiando nos estudos durante todos esses anos.

A todos os professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia pela excelência na transferência dos conhecimentos. Em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida, que esteve presente para me suportar e conduzir o presente trabalho.

“Faça o teu melhor na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores
para fazer melhor ainda! “

Mário Sérgio Cortella

RESUMO

A redução de desperdícios na produção se tornou um tema cada vez mais visado pelos profissionais da indústria e pode se constituir como a base da tomada de decisões para grandes e pequenas empresas. Portanto, o presente trabalho foi aplicado em uma fábrica de leite em pó, situada na cidade de Ituiutaba, no estado de Minas Gerais. O objetivo do estudo é aplicar o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) para reduzir a produção de latas não conformes, as quais geram desperdícios, tais como inutilização das respectivas latas, enrosamentos e paradas não planejadas nas linhas em uma fábrica de leite em pó. Foram utilizadas as ferramentas de qualidade Diagrama de Causa e Efeito e *Brainstorming*. Entre os principais resultados estão a identificação das causas do problema, a proposta e execução das ações de padronização e melhoria do processo, nas quais causaram uma redução média de 71% do defeito em relação ao total durante os três meses de análise de eficácia do projeto.

Palavras-chave: PDCA. Leite em pó. Latas não conformes.

ABSTRACT

Reducing waste in production has become a crucial issue for industry professionals, and it is the foundation for decision-making for both big and small companies. Therefore, this study was conducted in a milk powder factory located in the city of Ituiutaba, in the state of Minas Gerais, Brazil. The objective of this study was to implementing the PDCA (Plan, Do, Check, and Act) cycle to reduce the production of non-conforming cans, which generate waste, such as rendering the cans unusable, tangles and unplanned line stops in a powdered milk factory. The quality tools Cause and Effect Diagram and Brainstorming were utilized. The primary outcomes of the study include the identification of the root causes of the problem, the implementation of standardization and process improvement actions, which resulted in an average defect reduction of 71%. Additionally, the study showed that the problem of dented cans was entirely eliminated during the three months of project effectiveness analysis.

Keywords: PDCA. Powdered milk. Non-compliant cans.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	PDCA	2
Figura 2	Importações brasileiras de lácteos (2013 a 2022 em t)	4
Figura 3	Exportações brasileiras de lácteos (2013 a 2022 em t)	5
Figura 4	Ciclo PDCA	6
Figura 5	Diferenças entre pesquisa-ação e pesquisa participante	10
Figura 6	Etapas do acondicionamento	14
Figura 7	Lata murcha	15
Figura 8	Cronograma do projeto	16
Figura 9	Índice de lata murcha	17
Figura 10	Diagrama de causa e efeito	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Recorrência de latas não conformes	15
Tabela 2	Definição da meta	17
Tabela 3	Apontamentos de latas não conformes	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA.....	2
1.3	JUSTIFICATIVA.....	2
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1	MERCADO DO LEITE EM PÓ	3
2.2	PDCA.....	5
2.2.1	PLANEJAMENTO (<i>PLAN</i>).....	6
2.2.2	EXECUÇÃO (<i>DO</i>).....	7
2.2.3	VERIFICAÇÃO (<i>CHECK</i>).....	7
2.2.4	AGIR (<i>ACT</i>).....	7
3	METODOLOGIA.....	8
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	8
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	10
4	RESULTADOS	11
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	11
4.2	PLANEJAMETNO (<i>PLAN</i>).....	14
4.3	EXECUÇÃO (<i>DO</i>).....	20
4.4	VERIFICAÇÃO (<i>CHECK</i>)	21
4.5	AGIR (<i>ACT</i>).....	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
5.1	CONCLUSÃO	22
5.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	23
5.3	TRABALHOS FUTUROS.....	23
	REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Nos últimos anos, a indústria leiteira teve avanços nos volumes de produção. De acordo com a pesquisa trimestral do leite realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), foram adquiridos e industrializados 5,88 bilhões de litros de leite cru no 1º trimestre de 2023 (IBGE, 2023).

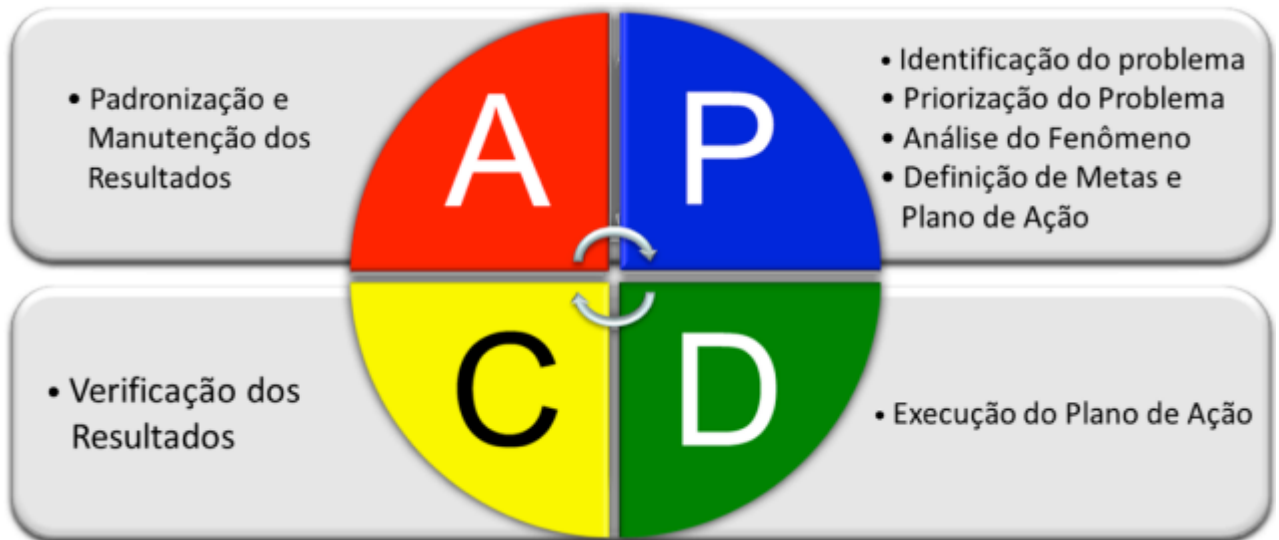
Em busca de um diferencial competitivo no setor, as empresas buscam atender a satisfação do cliente e, para isso, um dos focos é a qualidade dos produtos e serviços oferecidos (DE ALMEIDA et al, 2022). A missão das organizações é satisfazer as necessidades das pessoas através de serviços e produtos aguardados pelo mercado e clientes (SELEME E STANDLER, 2010).

Para acompanhar esses avanços a melhoria contínua é cada vez mais requerida e se destaca para atender clientes exigentes, tendo como um dos seus principais focos a redução de desperdícios, buscando maior sustentabilidade e menor custo (FURUKITA, 2017).

Nesse sentido, a melhoria contínua pode levar a um aumento do desempenho organizacional. Para isso, é essencial que seja aplicada em todas as áreas da organização, levando em consideração as pessoas, em especial, suas habilidades e motivações. É definida como diversas pequenas ações rotineiras que tragam resultados satisfatórios para os colaboradores e clientes, sem a necessidade de grandes investimentos (FURUKITA, 2017).

O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) é uma das metodologias de gestão que demonstra o melhor caminho para alcançarem as metas visando a melhoria contínua. Tal método é composto pelas etapas dispostas na Figura 1, sendo elas: Planejamento (P), na qual as metas são estabelecidas e os métodos para alcançarem as mesmas; Execução (D), em que os dados são coletados e são realizados os treinamentos para execução das atividades propostas na etapa anterior; Verificação (C), com a comparação e análise dos resultados obtidos com as metas propostas anteriormente; Agir (A), o último passo consistindo em atuar no processo por meio dos resultados, tomar ações sobre as causas raízes do não atingimento da meta ou, caso o resultado tenha sido satisfatório, adotar aquele plano como o padrão a ser seguido (WERKEMA, 1995).

Figura 1- Atributos do Ciclo de Planejamento, Execução, Verificação e Ação



Fonte: SILVA ET AL (2017)

1.2 Objetivos de pesquisa

O presente trabalho tem como objetivo aplicar o ciclo PDCA para reduzir a produção de latas não conformes, as quais geram desperdícios, tais como inutilização das respectivas latas, enrosamentos e paradas não planejadas nas linhas em uma fábrica de leite em pó.

1.3 Justificativa

O trabalho foi concebido em resposta à incidência de latas não conformes na linha de produção da fábrica, uma problemática que acarreta diversas consequências adversas. Entre julho de 2022 e junho de 2023, ocorreram 3.746 latas não conformes durante o processo. As latas não conformes representam não apenas um produto defeituoso, mas também provocam paradas não planejadas na linha de produção, interrompendo o fluxo de trabalho e comprometendo a eficiência operacional. Além disso, sua presença resulta em desperdício de tempo, uma vez que é necessário dedicar recursos para identificar, corrigir e descartar os produtos afetados. Essas paradas e desperdícios têm um impacto direto nas finanças da empresa, gerando perdas financeiras significativas. Assim, o desenvolvimento deste projeto visa não apenas resolver a questão das latas não conformes, mas também otimizar a produção, reduzindo custos e melhorando a qualidade do produto.

A escolha do método PDCA para alcançar os objetivos e implementar melhorias na empresa foi fundamentada em sua abordagem sistemática e cíclica, que se alinha perfeitamente às necessidades de melhoria contínua e resolução de problemas enfrentados pela organização. Uma das vantagens do ciclo PDCA é sua aplicabilidade em diversos tipos de gerenciamento, como por exemplo gestão de qualidade, projetos e processos. Além disso, é uma ferramenta objetiva que se for aplicada da forma correta, pode gerar melhorias importantes para as empresas (OLIVEIRA et al, 2022).

1.4 Estrutura do trabalho

O estudo apresenta no início a contextualização do mercado e área em que a empresa se situa, fornecendo informações sobre a indústria de alimentos e explicação sobre as ferramentas e conceitos utilizados. Em seguida, são apresentados os objetivos, justificativas e delimitação do trabalho.

Logo após, apresenta-se a fundamentação teórica baseada em artigos e livros, trazendo antecedentes históricos e aplicações das ferramentas e técnicas aplicadas na empresa. Na etapa da metodologia, a pesquisa é definida com base nas análises de dados e métodos evidenciados.

Os resultados são descritos através da apresentação da aplicação do ciclo PDCA, com informações mais detalhadas sobre a empresa e o processo produtivo. Além disso, apresenta-se as análises das causas raízes do problema mencionado e, também, as melhorias propostas a partir delas.

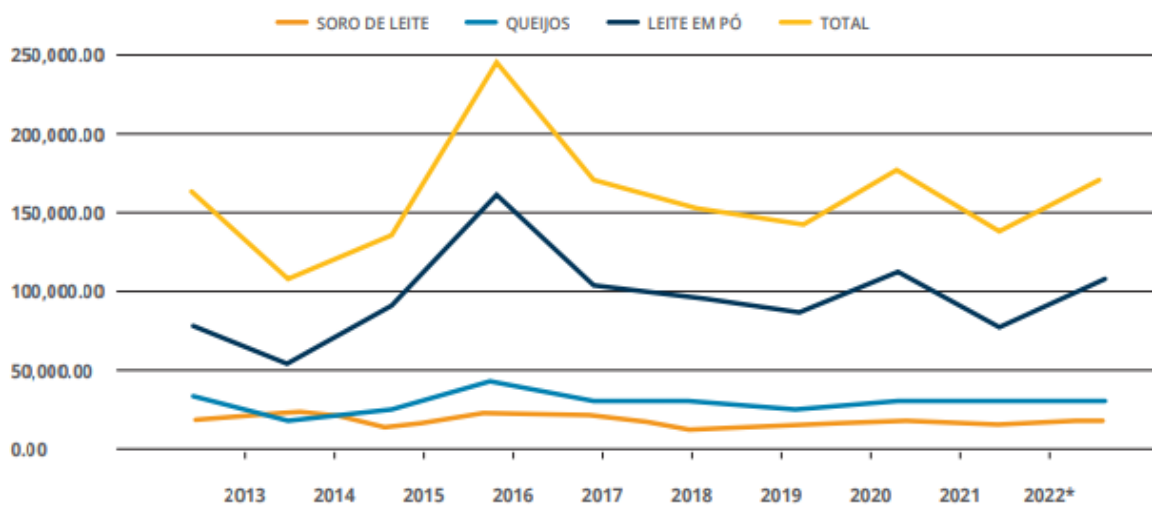
Por fim, nas considerações finais são descritas as conclusões do estudo, e as oportunidades de melhoria para os trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mercado de leite em pó

O Brasil tem se caracterizado como um agente oportunista e eventual no mercado internacional de lácteos. Entre os anos 2013 e 2022, o país importou, em média, aproximadamente 160 mil toneladas por ano de leites e derivados (Figura 2), no qual os três principais produtos de maior volume foram leite em pó, soro de leite e queijos (EMBRAPA, 2023).

Figura 2 – Importações brasileiras de lácteos (2013 a 2022 em t)



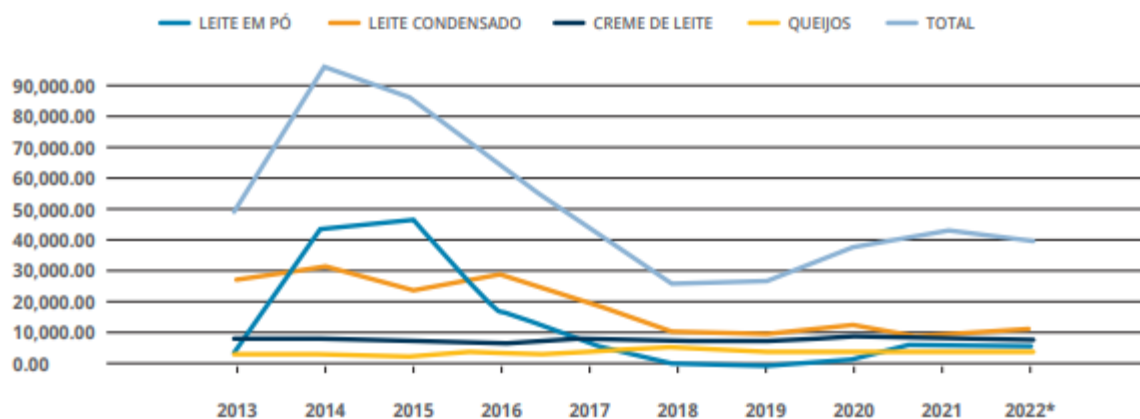
Fonte: Anuário do Leite Embrapa (2023)

Apesar dos picos de importação observados em 2016, é possível afirmar que as importações brasileiras têm mantido uma certa estabilidade nos últimos anos. Isso evidencia o papel do Brasil como um país importador, com uma parcela significativa de sua demanda interna sendo suprida pelo comércio internacional, especialmente através de fornecedores como Argentina e Uruguai. Durante o período mencionado, o custo médio das importações foi de US\$ 576,9 milhões anuais, com 58% desse montante destinado à compra de leite em pó.

Já as exportações brasileiras de lácteos registraram um crescimento em 2013 (Figura 3), alcançando seu ápice em 2014/2015, porém, a partir desse ponto, houve uma redução nas vendas no mercado internacional. Os principais destinos são: Argentina, Filipinas, Angola, entre outros (EMBRAPA, 2021), onde os produtos mais significativos em termos de volume na pauta de exportação brasileira durante esse período foram o leite em pó, o leite condensado e os queijos.

O país exportou em média mais de 45 mil toneladas de lácteos. Dentre esses volumes, foram exportadas 11,9 mil toneladas de leite em pó, 16,7 mil toneladas de leite condensado, 6,6 mil toneladas de creme de leite e 3,4 mil toneladas de queijos. O leite em pó, reconhecido como uma das principais *commodities* lácteas no comércio mundial, destacou-se nas exportações brasileiras, figurando como a segunda maior categoria de exportação do país (EMBRAPA, 2023).

Figura 3: Exportações brasileiras de lácteos (2013 a 2022 em t)



Fonte: Anuário do Leite Embrapa (2023)

2.2 PDCA

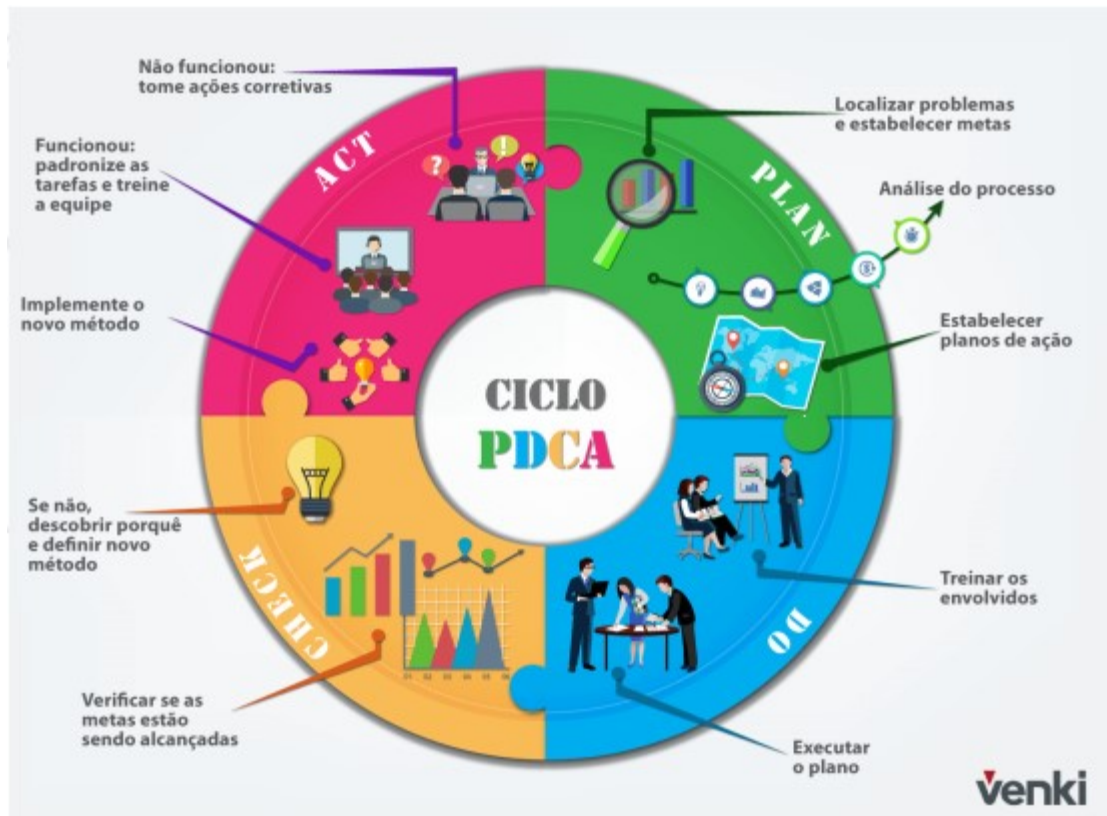
No ano de 1920, Walter Shewhart criou a ferramenta conhecida como ciclo PDCA, que posteriormente foi divulgada pelo americano William Deming (CAMARGO, 2011). É um método de gestão que tem como objetivo análise e investigação de problemas organizacionais, sendo muito aplicado em solução de problemas nas indústrias (QUINQUIOLO, 2002). A ferramenta é muito útil para processos de qualidade, tendo como característica a flexibilidade a ajustes que se façam necessário durante as etapas (CAMARGO, 2011).

No giro do PDCA, deve-se coletar informações, mensurar resultados, confrontá-los com a meta estabelecida e agir assertivamente. Assim, o uso de ferramentas adequadas direcionará para tomadas de decisões corretas (WERKEMA, 1995).

O objetivo da ferramenta é identificar as causas dos desvios e identificar as medidas que podem ser aplicadas para solucionar esses problemas. O ciclo padroniza os dados, com o objetivo de reduzir os erros e facilitar os processos produtivos (DE ALMEIDA et al, 2022).

A melhoria contínua por meio do ciclo possui quatro passos ilustrado na Figura 4, demonstrando suas etapas e os requisitos aplicáveis à cada uma (OLIVEIRA, 2022).

Figura 4 – Método de Melhoria Contínua: ciclo PDCA



Fonte: OLIVEIRA ET AL (2022)

2.2.1 Planejamento (*Plan*)

A primeira etapa do ciclo consiste em identificar o problema por meio da meta de melhoria, e para isso, é necessário ter assertividade na escolha do problema e meta são os mais urgentes para a empresa naquele momento (WERKEMA, 1995). Nessa fase do planejamento (*Plan*), são definidos os objetivos e metas para que se alcancem os resultados desejados. Nessa etapa, também são definidas as ferramentas que serão utilizadas, como por exemplo Diagrama de Causa e Efeito, Gráfico de Pareto, 5W2H e 5 porquês (PEREIRA, 2012).

O planejamento é subdividido em quatro fases: a primeira consiste na localização do problema, onde será identificado o problema que foi gerado um resultado inesperado que não atingiu a meta e necessita de melhoria. Nessa fase, são aplicados métodos como: pesquisa de mercado, gráfico de Pareto, histograma, entre outros (WERKEMA, 1995). O próximo passo é realizar a análise do fenômeno da etapa de planejamento, na qual são detectadas todas as características do problema por meio da obtenção de dados. Isso é possível através da utilização

da estratificação das informações, folha de verificação, testes de hipótese, entre outros (WERKEMA, 1995). Em seguida, as principais causas são descobertas e priorizadas para solucionar o problema. As ferramentas utilizadas são: Diagrama de Ishikawa, amostragem, diagrama de dispersão, etc. (WERKEMA, 1995). Por fim, é elaborado um plano de ação, no qual são geradas ações estrategicamente para bloquear as principais causas que foram identificadas nas fases anteriores (WERKEMA, 1995).

2.2.2 Execução (*Do*)

Após o planejamento, tem-se a fase de execução (*Do*) que envolve agir de acordo com o plano de ação. Os dados serão coletados para que na próxima etapa serem utilizados (WERKEMA, 1995). Algumas ferramentas que podem ser utilizadas são: Análise de regressão na coleta das informações do processo; Carta de controle para o tratamento e distribuição dos dados do equilíbrio do processo. (WERKEMA, 1995).

Dessa forma, os responsáveis irão executar as ações propostas do plano de atendendo o prazo estabelecido anteriormente. Em resumo, é a prática sucessiva do plano de ação de forma estruturada e organizada para atingir os resultados esperados (CAMARGO, 2011).

2.2.3 Verificação (*Check*)

Em seguida, é a verificação (*Check*), na qual é realizada uma análise comparativa entre os resultados obtidos e as metas que foram estabelecidas. Os resultados devem ser consistentes e conexos com o planejamento do início (CAMARGO, 2011). Nessa fase, os métodos estatísticos mais empregados são: gráfico de Pareto, medidas de variabilidade, índices de capacidade de processos, entre outros (WERKEMA, 1995).

2.2.4 Agir (*Act*)

Por fim, tem-se a fase de agir (*Act*), na qual as causas detectadas são solucionadas para que o problema não aconteça novamente na organização (WERKEMA, 1995). Com as ações bem executadas e eficazes, é definido o padrão ideal para o processo da empresa (CAMARGO, 2011).

A nova forma de trabalhar será implementada através de treinamentos e acompanhamentos do padrão estabelecido com o foco de manter o processo no nível de

desempenho atingido. A folha de verificação é uma ferramenta que pode ser usada para acompanhamento da utilização do padrão (WERKEMA, 1995).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

A metodologia é compreendida como uma disciplina que se associa com a filosofia da ciência. Seu objetivo é analisar os aspectos dos diversos métodos existentes, avaliar suas capacidades, limitações, e criticar as suposições de sua utilização. Em um nível mais prático, a metodologia envolve a avaliação de ferramentas de pesquisa e a experimentação de novos métodos que abordam efetivamente a captação e a computação de informações, bem como a resolução de vários tipos de problemas teóricos e práticos da pesquisa. Para além de sua função como campo de estudo dos métodos, a metodologia também é vista como um guia para a condução da pesquisa (THIOLLENT, 2022).

Existem diversos tipos de investigação-ação, que é qualquer técnica que oscila entre conduzir na prática e pesquisar sobre ela (TRIPP, 2005). Dentre eles a pesquisa-ação é um tipo de investigação social fundamentada em evidências empíricas, projetada e executada em estreita colaboração com a resolução de um problema coletivo ou uma ação específica. Essa pesquisa busca combinar a pesquisa com a prática, ou seja, desenvolver o conhecimento na prática (ENGEL, 2000). Além disso, nesse método os pesquisadores e os participantes que representam a situação ou o problema trabalham de forma cooperativa e participativa (THIOLLENT, 2022).

Na pesquisa-ação, os pesquisadores desempenham uma função ativa na identificação e solução dos problemas detectados, bem como no acompanhamento e avaliação das ações tomadas em resposta a esses problemas. A aceitação dos pesquisados no ambiente de pesquisa é um desafio que deve ser abordado durante o processo de pesquisa. No entanto, a participação do pesquisador não é o único aspecto distintivo da pesquisa-ação; ela também envolve a organização da investigação em torno do conceito. Em geral, a abordagem encontra um terreno fértil quando os pesquisadores desejam ir além das perspectivas burocráticas típicas das pesquisas habituais. Não se trata apenas de coletar dados ou produzir relatórios para serem arquivados, os pesquisadores buscam desempenhar um papel ativo na realidade dos fenômenos observados (THIOLLENT, 2022).

O método se distingue da pesquisa científica tradicional, uma vez que a pesquisa-ação modifica simultaneamente o que está sendo pesquisado e é restrito pela circunstância da prática. Assim, a metodologia necessita de ação tanto na pesquisa quanto na prática, sendo caracterizada pela pesquisa científica e prática rotineira (TRIPP, 2005).

Frequentemente, existem discussões sobre as definições e diferenças entre a pesquisa ação e a participante (Figura 5). A primeira é caracterizada como participativa, na qual as pessoas relacionadas ao problema necessariamente participarão ativamente. Além disso, o pesquisador não é investigado e possui algumas diretrizes, como por exemplo: ação geralmente de caráter social ou educacional, ação para resolução de um problema por meio do levantamento e análise rigorosa dos dados. Já na pesquisa participantes os pesquisadores estabelecem uma comunicação com diálogos entre eles com o intuito de se identificarem com os valores e conceitos do grupo para serem mais bem aceitos. Além disso, não existe uma ação para solucionar um problema em questão.

Figura 5 – Características metodológicas da pesquisa-ação e pesquisa participante

Pesquisa-ação	Pesquisa participante
Toda pesquisa-ação é do tipo participativa;	Tudo que é chamado de pesquisa participante não é pesquisa-ação;
O pesquisador não é pesquisado;	Cada um dos envolvidos é pesquisador e pesquisado ao mesmo tempo; Aspira-se a uma comunicação o mais possível horizontal entre todos os participantes;
Supõe uma forma de ação planejada de caráter social, educacional, técnico ou outro;	Ações planejadas nem sempre se encontra em propostas de pesquisa participante;
O pesquisador TEM uma ação destinada a resolver o problema em questão;	O pesquisador NÃO tem uma ação destinada a resolver um problema;
O pesquisador é que se apropria mais intensamente dos dados;	Utiliza o diálogo como meio de comunicação mais importante no processo conjunto de estudo e coleta de informação;
Pesquisador deve ter um alto grau de análise, de moderação, de interpretação e de animação, dominar técnicas de dinâmicas de grupo.	As metas e o desenvolvimento do projeto não são previamente determinados, mas que se elaborem com a intervenção de todos os participantes.

Fonte: FELCHER ET AL (2017)

Percebe-se que o método pesquisa-ação aproxima a pesquisa, conceito e prática. Nas organizações, os pesquisadores investem no problema estudado, enquanto na pesquisa exploratória os atores não desempenham um papel essencial. As primeiras informações foram apuradas nos registros da empresa estudada, enquanto os demais dados foram coletados por meio das pesquisas bibliográficas.

Portanto, o presente trabalho pode ser caracterizado como aplicado e descritivo, no qual foi utilizado o método pesquisa-ação. O estudo pode ser caracterizado dessa forma, uma vez que envolve a aplicação prática dos conceitos teóricos do ciclo PDCA em um contexto específico de resolução de um problema gerado dentro de fábrica de lácteos, com o objetivo de descrever e analisar fenômenos e processos existentes. Além disso, o foco está na observação detalhada e na descrição precisa dos eventos ou situações em estudo, utilizando métodos que permitam uma compreensão profundo do problema em questão.

3.2 Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica para entender o contexto e as melhores práticas associadas ao ciclo PDCA, ferramentas de qualidade e mercado de leite em pó. Em seguida, foram obtidos dados a partir de relatórios internos e registros de desempenho da empresa, proporcionando uma base quantitativa sólida para que um problema fosse selecionado, em conjunto com a empresa estudada, e estruturado um projeto de melhoria contínua, tendo como base o método PDCA. Além disso, observações diretas foram realizadas durante as fases do projeto para identificar variações e pontos críticos. Todos os dados coletados foram sistematicamente organizados e analisados, utilizando ferramentas de análise qualitativa, permitindo uma avaliação abrangente e detalhada do impacto e da eficácia do projeto de PDCA. Com isso, tornou-se possível aplicar o método e encontrar soluções para o problema apresentado.

Por último, após uma análise dos dados, também foi realizado uma pesquisa de campo com os operadores de linha, sendo possível identificar as causas raízes e gerar um plano de ação que foi aplicado na organização.

Durante o planejamento da pesquisa-ação, foi realizado um *brainstorm* com os operadores de linha para entender o problema e quais seriam as possíveis causas para que pudessem ser geradas as ações matadoras. Já na fase de coleta de dados, foram levantadas as informações de apontamentos de defeitos do problema em questão para verificar a ocorrência do mesmo e confrontar com as causas e ações da etapa anterior.

Na etapa de análises, identificou-se as possíveis causas do desvio e se elaborou planos de ações que na próxima fase de implementação foram executadas.

Por fim, os resultados foram avaliados comparando com o histórico anterior a execução do projeto, nos quais obteve-se resultado satisfatório.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da empresa e mapeamento da realidade empresarial

O estudo desse projeto foi aplicado em uma indústria do setor lácteo no processo de acondicionamento, no qual envasa o leite em pó na lata. Esse processo é separado em algumas etapas, conforme apresentadas na Figura 6 e descritas a seguir: a etapa inicial consiste no recebimento do material, na qual os empilhadeiristas abastecem as folhas de flandres, que serão transformadas em latas posteriormente. Após a tesoura cortar as folhas no tamanho padrão, a *soundronic* é a máquina responsável por realizar a solda para a formação do corpo da lata. Em seguida, no conjunto combinado (Cantec) é formada a borda, o friso e a recravação do fundo do corpo da lata para o envase do leite em pó Ninho. Depois desse processo, a lata está formada, faltando apenas o fechamento da tampa que é realizado após o envase.

Após a formação da lata, existe o processo de ionização que garante a limpeza e evita qualquer material estranho presente na hora do envase. Em seguida, chegamos na envasadora (Albro), na qual é realizada a dosagem do leite em pó. Após o *checkweigher* (realiza a checagem do peso), a lata é direcionada para a recravadeira de 1ª operação, sendo transportada por uma esteira, na qual tem a função de enrolar a tampa com a borda da lata, formando assim o gancho do corpo e o gancho da tampa.

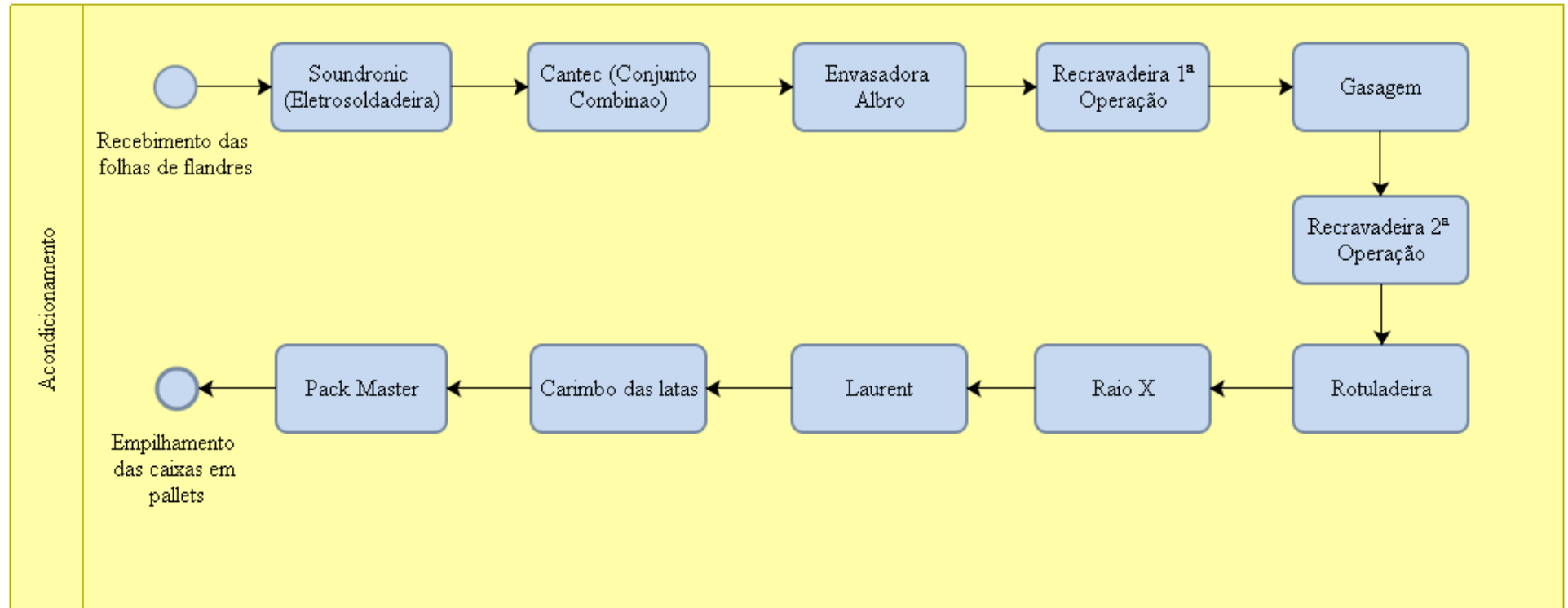
A composição do ar atmosférico pode influenciar fortemente o *shelf-life* (vida útil do produto). Para evitar esse problema, as câmaras de gasagem são responsáveis por retirar todo o oxigênio residual presente na lata através do vácuo, no qual é quebrado posteriormente através da injeção de gás inerte (mistura de gás nitrogênio e gás carbônico) dentro da lata para ajustar a pressão interna da lata e garantir a vida útil do produto. Logo após a gasagem, a lata é direcionada para a recravadeira de 2ª operação, na qual terminará de fechar a lata e garantirá que ela esteja hermética a fim de assegurar o *shelf-life* do leite em pó.

A rotuladeira é a encarregada pela colocação de rótulos na lata, e é uma das etapas finais do processo. Após sair da rotuladeira, existe o raio-x que é um equipamento utilizado para detectar e rejeitar produtos com materiais estranhos a partir da linha de produção, a fim de proteger os consumidores, reduzir o risco de reclamações e proteger a marca.

Já a Laurent é máquina responsável pela aplicação das sobretampas plásticas nas latas. O processo é bem simples, onde a lata entra na máquina através de uma estrela e passa por uma guia inclinada onde se encontra a tampa. Quando a lata passa, ela se encaixa na tampa e assim a tampa é colocada.

Após a lata estar formada, envasada com leite em pó, rotulada e fechada com a tampa, ela irá passar pela máquina do carimbo, no qual é responsável pela datação da lata. A gravação é realizada no fundo da lata e contém as seguintes informações: lote, tipo de produto, horário do envase e data de validade. O último processo de produção é o armazenamento das latas em caixas, para assim serem enviadas para os compradores. Esse processo ocorre na máquina chamada Pack Master, na qual é composta pela moldagem das caixas, inserção das latas dentro das caixas (são colocadas 24 latas em cada caixa) e datação das caixas. Por fim, o empilhamento das caixas em pallets é realizado através de um robô, no qual são formados 8 andares de caixas, com 8 caixas por andar (ao todo são 64 caixas por pallet, totalizando 1.536 latas), para serem destinadas para o armazém, e logo após para os caminhões para serem enviadas ao centro de distribuição.

Figura 6 – Mapeamento dos processos que envolvem a etapa de acondicionamento da fábrica



Fonte: Autoria própria (2024)

4.2 Planejamento (*Plan*)

A partir do segundo semestre de 2022 se observou uma grande quantidade de produção de latas não conformes (Figura 7), gerando enroscamentos e paradas não planejadas na linha de produção.

Figura 7 – Representação de uma Lata: Conformidade (A) vs. Não Conformidade (B)



Fonte: Autoria própria (2024)

Diante dessa constatação, foram coletados dados acerca da recorrência de latas não conformes, conforme Tabela 1, a qual traz, de forma temporal e sequencial, a quantidade de defeitos relacionados a latas não conformes em um período de 1 ano (entre julho de 2022 e junho de 2023), e a porcentagem do quanto ele representa em relação ao total de modos de defeitos da fábrica.

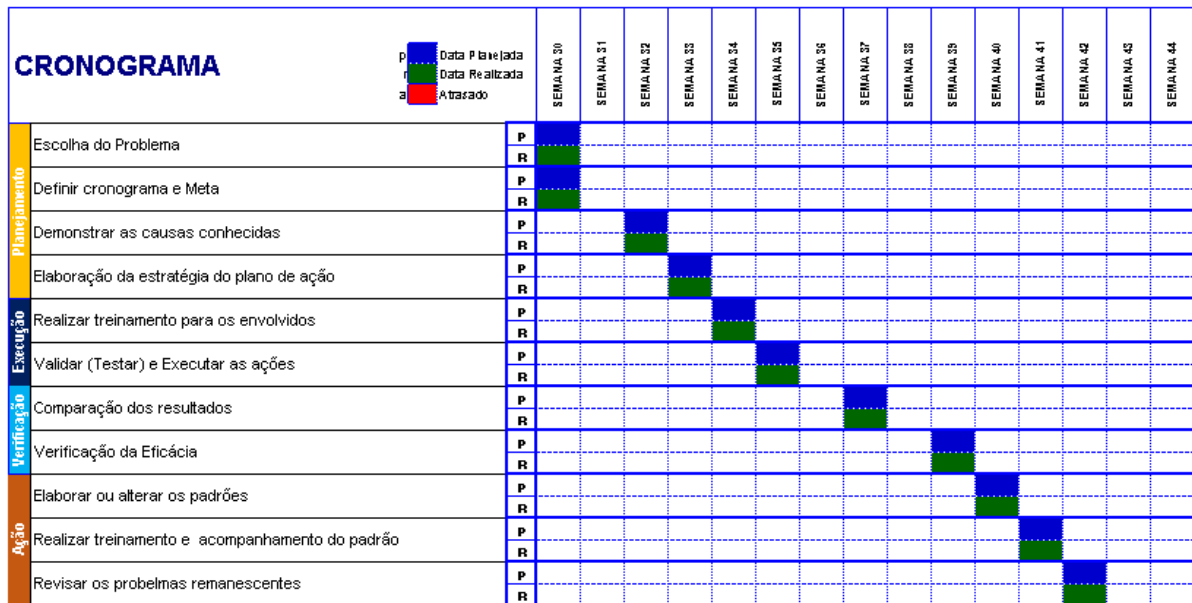
Tabela 1 – Frequência de latas não conformes ao longo de um ano

	Jul 2022	Ago 2022	Set 2022	Out 2022	Nov 2022	Dez 2022	Jan 2023	Fev 2023	Mar 2023	Abr 2023	Mai 2023	Jun 2023	Ano
Total lata não conforme	493	1.475	117	112	168	166	514	1	72	0	538	90	3.746
Total defeitos	6.852	5.190	5.295	7.011	14.520	29.263	9.594	580	1.079	4.498	4.512	2.388	90.782
% Lata não conformes	7,2%	28,4%	2,2%	1,6%	1,2%	0,6%	5,4%	0,2%	6,7%	0,0%	11,9%	3,8%	4,1%

Fonte: Autoria própria (2024)

Assim, a partir do problema escolhido, iniciou-se o projeto no final de julho de 2023 (semana 30), definiu-se o cronograma das etapas de planejamento, execução, verificação e ação conforme ilustrado na Figura 8. O trabalho foi planejado para ter duração de 15 semanas, com previsão de término em outubro de 2023 (semana 44).

Figura 8 – Plano de cronograma do projeto

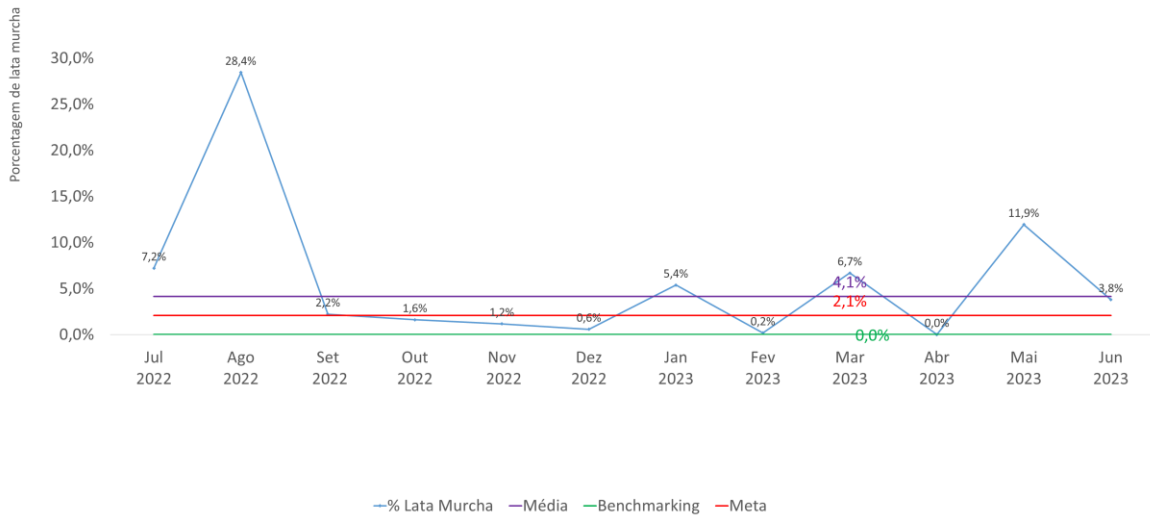


Fonte: Autoria própria (2024)

Conforme ilustrado na figura 9, entre os períodos de julho de 2022 e junho de 2023, em média 4,1% dos modos de defeitos foram relacionados à lata murcha, com uma grande variabilidade entre os meses, com destaque para junho de 2022, agosto de 2022 e maio de 2023, nos quais houve uma grande quantidade desse tipo de defeito. Por outro lado, os meses de

dezembro de 2022, fevereiro e abril de 2023 quase não apresentaram esse tipo de defeito. Essa análise foi aprofundada por meio da Figura 7, a qual traz o índice de latas não conformes.

Figura 9 – Taxa de incidência de latas não conformes



Fonte: Autoria própria (2024)

Foi então definida uma meta de desempenho, a fim de reduzir os desperdícios devido a latas não conformes. Para definição da meta, calculou-se o valor da média, *benchmarking* interno (valor mínimo dos resultados), lacuna (igual a média menos o benchmarking) e a recuperação da lacuna, conforme a Tabela 2. A partir disso, é possível calcular a meta, conforme a Equação, sendo essa de 2,1%:

$$\text{Meta} = \text{média} - (\% \text{ de Redução da Lacuna} \times \text{Lacuna}) \quad (1)$$

Tabela 2 – Definição da meta

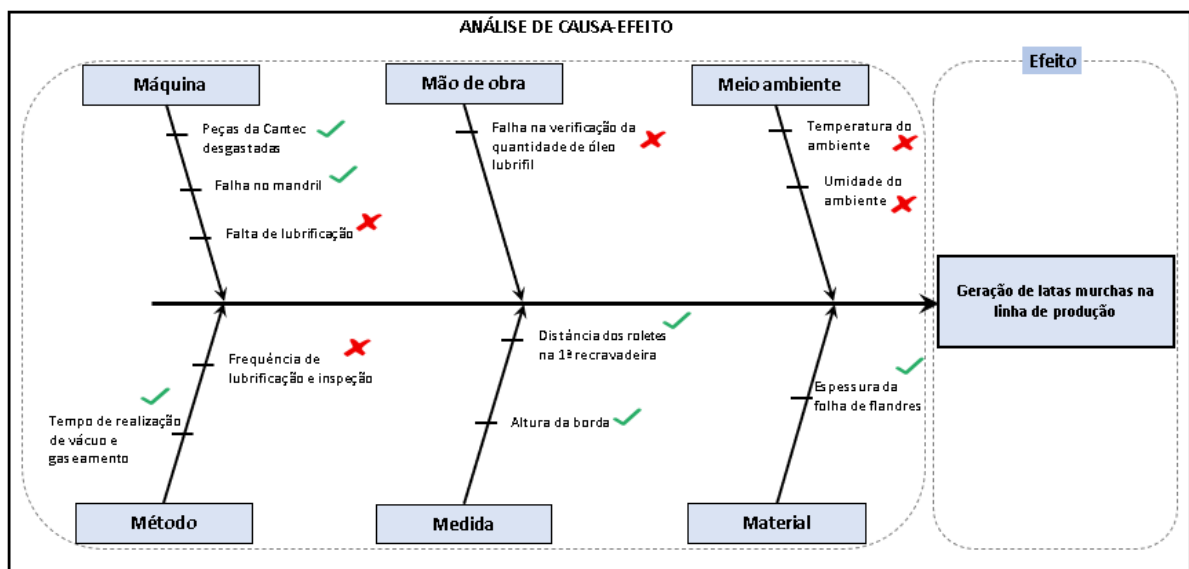
Descrição	Resultado (%)
Média	4,1
Benchmarking	0,0
Lacuna	4,1
Recuperação Lacuna	50,0
Meta	2,1
% Redução	50,0

Fonte: Autoria própria (2024)

Assim, a meta proposta era reduzir o defeito para 2,1% em relação ao total, e assim diminuir as ocorrências dele em 50%. Para entender melhor a problemática, foi realizada uma entrevista com os operadores que atuavam no setor de acondicionamento e que tinham mais conhecimento sobre o processo. Durante as entrevistas foi questionado sobre qual etapa do processo que gerava essas latas não conformes e quais fatores poderiam influenciar para ocorrer esse desvio na linha de produção.

Após o levantamento de dados foi realizado um *brainstorm* com os colaboradores envolvidos no processo, com o objetivo de identificar as possíveis causas e chegar na causa raiz do problema, para isso foi aplicado a ferramenta conhecida como diagrama de causa e efeito ilustrada na Figura 10.

Figura 10 – Diagrama de causa e efeito



Fonte: Autoria própria (2024)

O problema para aplicação do diagrama foi a geração de latas não conformes na linha de produção, e aplicando a metodologia dos 6M's (meio ambiente, máquina, matéria-prima, mão-de-obra, medida e método) identificou-se as possíveis causas.

No âmbito do meio ambiente, foram analisadas a temperatura e umidade da linha de produção. Logo foi constatado pelos colaboradores que esses parâmetros estavam dentro do padrão e não seria a causa do problema.

Com relação a mão de obra, foi atribuída a falha na verificação da quantidade correta de óleo utilizado no conjunto combinado (Cantec). O motivo desse ponto ser levantado foi que

a ausência de óleo poderia gerar problemas no funcionamento na máquina, porém foi averiguado que todos os colaboradores sabiam da quantidade exata a ser colocada, e todos estavam treinados.

Para máquina, foram levantadas três possíveis causas. A primeira causa foi a falta de lubrificação dificultando o funcionamento do equipamento, porém segundo os colaboradores isso não seria a causa raiz que levaria a produção de uma lata murcha. A segunda causa foi peças da Cantec desgastadas, e verificou-se que as peças estavam no final da sua vida útil, e isso prejudica a formação do friso, borda e recravação do fundo do corpo da lata (formação completa da lata). Por fim, a última causa desse tópico foi a falha no mandril de recravação, que basicamente é um molde em forma de “prato” para realizar a recravação do fundo da lata.

Já no método foram identificadas duas causas que poderiam gerar o problema. A primeira seria a frequência de lubrificação e inspeção, porém a equipe verificou que a atividade estava ocorrendo dentro da frequência estabelecida. E o outro ponto, foi o tempo de realização de vácuo e gaseamento da lata que ocorre nas câmeras de gasagem. Verificou-se que o tempo que é retirado o gás oxigênio residual de dentro da lata através do vácuo e a injeção de gás inerte está diretamente relacionado a formação de latas não conformes que serão expulsas logo em seguida desse processo.

Em medida foram levantadas duas causas. A primeira é a distância dos roletes na 1ª recravadeira (processo em que ocorre a formação dos ganchos da lata e tampa) que se não estiver na distância correta pode gerar má recravação da tampa da lata. Outra causa é a altura da borda da lata que é formada no conjunto combinado, no qual verificou-se que não havia um padrão estabelecido para a altura da lata na bordeadeira.

Por fim, em relação ao material foi levantado apenas um ponto, a espessura e dureza da folha de flandres (material utilizado para formação do corpo da lata). O motivo dessa causa foi o fato de que dependendo da espessura ou dureza da folha pode gerar problemas na formação da lata e gerar latas não conformes que gerarão enroscamentos na linha.

Em seguida, foi criado um plano de ação para cada uma das causas apontadas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Plano de ação

Item	Por que	O que	Como	Quando	Onde	Quem	Quanto custa
1	Para garantir os padrões de recravação	Análise SEAMETAL	Realização da análise	1 vez por dia	Latoaria	Apoio de produção	-
2	Para reciclar que a análise de espessura da folha de flandre está conforme	Treinamento para operação	<i>On the Job</i>	30/12/2023	Latoaria	Analista da Qualidade	-
3	Padronização da dureza da folha de flandres	Treinamento sobre sequência da utilização de dureza da folha de flandres	<i>On the Job</i>	09/11/2023	Latoaria / Armazém	Analista da Qualidade	-
4	Padronização do descarte da pista "base lateral" e do rolete	Definição da inspeção planejada para descarte da pista "base lateral" e treinamento sobre descarte do rolete	<i>On the Job</i>	09/11/2023	Latoaria	Mecânico	-
5	Definir padrão de altura da bordeadeira	Definir padrão de 120mm de altura da lata na bordeadeira	<i>On the Job</i>	09/11/2023	Latoaria	Mecânico	-

Fonte: Autoria própria (2024)

Para garantir os padrões de recravação, a solução proposta foi a implementação da análise de SEAMETAL, para garantir que todas as etapas de recravação foram realizadas corretamente e a lata está conforme dentro do padrão de qualidade (sem falhas no mandril e que o gaseamento foi eficaz).

Já para garantir que a espessura da folha de flandres estava conforme, foi proposto um treinamento para operação sobre a análise que deve ser realizada e calibração de todos os pontos. Quanto à dureza do material, a solução proposta seria a padronização da dureza através de um treinamento sobre sequência da utilização de dureza da folha de flandres.

Para a padronização do descarte da pista “base lateral” e do rolete que está relacionada a distância deles, a solução apresentada foi a definição da inspeção planejada para descarte da pista “base lateral” e treinamento sobre o descarte do rolete.

Por fim, a última solução seria o mecânico estabelecer o padrão da altura da lata na bordeadeira, responsável pela formação da borda da lata.

4.3 Execução (Do)

De acordo com o plano de ação proposto na etapa anterior, cinco ações foram escolhidas e executadas: a primeira ação é a “análise SEAMETAL”, na qual foi delegada ao apoio de produção executar uma análise completa da lata, conferindo a formação do corpo da lata (tampa, fundo e corpo) e verificação da gasagem.

A segunda e terceira ações, conforme comentado anteriormente estão relacionadas ao material, na qual foram realizados treinamentos ministrados pela analista de qualidade para a operação ter autonomia e conhecimento sobre a “análise da espessura e utilização da dureza da folha de flandres” durante a produção.

Outra ação implementada está relacionada aos “roletes e descarte da pista base lateral”, na qual foi definido pelo mecânico uma inspeção planejada em uma determinada frequência e um treinamento sobre como descartar os roletes utilizados.

Por fim, a última ação foi a “definição do padrão de 120mm da altura da borda da lata” que é feita na bordeadeira. Esse parâmetro foi definido pelo mecânico com base em sua experiência e especificação da altura da borda.

O Quadro 2 demonstra todas as ações propostas e o status de cada uma, onde todas as ações foram executadas dentro do prazo estabelecido no projeto.

Quadro 2 – Andamento do plano de ação

Item	Por que	O que	Como	Quando	Onde	Quem	Quanto custa	Status
1	Para garantir os padrões de recravação	Análise SEAMETAL	Realização da análise	1 vez por dia	Latoaria	Apoio de produção	-	Concluído
2	Para reciclar que a análise de espessura da folha de flandre está conforme	Treinamento para operação	<i>On the Job</i>	30/12/2023	Latoaria	Analista da Qualidade	-	Concluído
3	Padronização da dureza da folha de flandres	Treinamento sobre sequência da utilização de dureza da folha de flandres	<i>On the Job</i>	09/11/2023	Latoaria / Armazém	Analista da Qualidade	-	Concluído
4	Padronização do descarte da pista "base lateral" e do rolete	Definição da inspeção planejada para descarte da pista "base lateral" e treinamento sobre descarte do rolete	<i>On the Job</i>	09/11/2023	Latoaria	Mecânico	-	Concluído
5	Definir padrão de altura da bordeadeira	Definir padrão de 120mm de altura da lata na bordeadeira	<i>On the Job</i>	09/11/2023	Latoaria	Mecânico	-	Concluído

Fonte: Autoria própria (2024)

4.4 Verificação (*Check*)

Todas as ações selecionadas foram executadas, e assim, foi realizada uma avaliação de eficácia durante três meses. Entre os períodos de novembro de 2023 e janeiro de 2024, em média apenas 1,2% dos modos de defeitos foram relacionados às latas não conformes (Tabela 3). Dessa forma, reduziu-se 71% em relação à média anterior, assim como reduzida a sua variabilidade. Mesmo quando comparados mês e mês, nota-se uma menor variabilidade nos percentuais: 1,2% (novembro de 2022) contra 0,9% (novembro de 2023); 0,6% em dezembro de 2022 contra 1,6% em dezembro de 2023; 5,4% em janeiro de 2022 contra 1,8% em janeiro de 2023.

Tabela 3 – Apontamentos de latas não conformes

	Nov 2023	Dez 2023	Jan 2024	Ano
Total lata não conforme	86	73	55	214
Total defeitos	10.106	4.620	3.136	17.862
% Lata não conforme	0,9%	1,6%	1,8%	1,2%

Fonte: Autoria própria (2024)

Dessa forma, atingiu-se um resultado satisfatório, abaixo da meta proposta de 2,1% e com a redução de variabilidade. Apesar de mais dados serem necessários para uma melhor comparação, os resultados apontam no sentido de que as ações elaboradas no plano de ação foram eficazes.

4.5 Agir (*Act*)

O objetivo do projeto foi alcançado, que era a redução de produção de latas não conformes na linha de produção. E para isso, através dos treinamentos foram estabelecidos os novos procedimentos como padrões a serem seguidos. O acompanhamento ainda está sendo realizado com o objetivo de manter o nível de desempenho alcançado.

Logo, apesar dos resultados obtidos sejam positivos, ainda se tem oportunidade de melhorias e novas intervenções a serem realizadas, visto que sempre se tem a entrada de novos colaboradores no setor e que necessitam de treinamentos e capacitações para manter os bons resultados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusão

O presente trabalho conseguiu atingir seu principal objetivo que era a redução de produção de latas não conformes durante o envase de leite em pó em uma indústria alimentícia.

O uso de ferramentas de qualidade foi um fator importante e crucial para a aplicação do ciclo PDCA, desde o início o *brainstorm* foi utilizado para coletar informações com os colaboradores que estavam envolvidos no processo, o diagrama de causa e efeito para levantar as possíveis causas, estabeleceram um plano de ação robusto com foco na solução do problema.

Garantir que as implementações sejam contínuas e adaptadas de acordo com as melhorias do processo é de grande importância, evitando a geração de desperdícios e custos desnecessários.

5.2 Limitações do estudo

Na execução do trabalho um obstáculo encontrado foi a atuação das pessoas envolvidas, uma vez que houve certa resistência com as mudanças e prioridades, o que dificultou um pouco a coleta de dados e informações, mas em seguida o cenário foi mudando, uma vez que alguns foram convencidos que as mudanças gerariam apenas benefícios para os colaboradores e para a empresa.

5.3 Trabalhos futuros

O estudo abrangeu apenas o defeito da geração de latas não conformes durante o envase de leite em pó, uma das maiores vozes antes do projeto ser implementado. Para futuros trabalhos, com base no presente estudo, percebe-se a oportunidade de aplicação da ferramenta ciclo PDCA para os outros modos de defeitos que ocorrem no processo, como por exemplo latas com membrana danificada, lata sem rótulo, caixa sem carimbo, entre outros. Dessa forma, reduziria também a quantidade de outros defeitos que ocorrem durante o processo.

Para continuidade do trabalho, identificou-se a importância da “análise do SEAMETAL” para acompanhar a qualidade das latas que estão sendo produzidas, além dos treinamentos para os novos colaboradores.

Por fim, com a contínua coleta de dados, deve-se fazer testes estatísticos, como de intervalos de confiança, a fim de verificar se as melhorias obtidas até o momento realmente se mantêm e forma devidas às intervenções realizadas no processo.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, Wellington. Controle de qualidade total. Curitiba: Instituto Federal do Paraná; Rede E-TEC Brasil, 2011.
- ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. Educar em Revista, p. 181-191, 2000.
- DE ALMEIDA, Ramon Ramires Assunção et al. Devolução de mercadoria na logística: um estudo de caso com aplicação do ciclo PDCA em um centro de distribuição de bebidas em Imperatriz-MA. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 3, n. 5, p. e351445-e351445, 2022.
- FELCHER, Carla Denize Ott; FERREIRA, André Luis Andrejew; FOLMER, Vanderlei. Da pesquisa-ação à pesquisa participante: discussões a partir de uma investigação desenvolvida no Facebook. Experiências em Ensino de Ciências, v. 12, n. 7, p. 1-18, 2017.
- Embrapa. Importações e Exportações. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de leite/pos-producao/mercado/importacoes-e-exportacoes. Acesso em: 02 abril 2024.
- Embrapa. Portal Embrapa. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 30 março 2024.
- GOUVEIA, Flávia. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. Inovação Uniemp, v. 2, n. 5, p. 32-37, 2006.
- FURUKITA, Amanda Cristina. Aplicação do ciclo PDCA para redução do desperdício de embalagens de papelão: estudo de caso em uma indústria alimentícia. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- IBGE. Indicadores IBGE: estatística da produção pecuária. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72380>. Acesso em 28 março 2024.
- IBGE. Indicadores IBGE: estatística da produção pecuária. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2023_1tri.pdf. Acesso em 20 março 2024.
- QUINQUIOLO, J. M. Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2002.
- SELEME, Robson. Controle da qualidade: as ferramentas essenciais. Editora Ibpe, 2008.
- Educapes. Ciclo PDCA. Disponível em:

<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/716521/2/Ciclo%20PDCA.pdf>. Acesso em 20 fevereiro 2024.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e pesquisa, v. 31, p. 443-466, 2005.

THIOLLENT, Michel et al. Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais. 2007.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. Cortez editora, 2022.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, p. 76-97, 2006.

SILVA, Cleiton Oliveira et al. A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. Revista espacios, v. 38, n. 27, p. 9, 2017.