



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

FELIPE NUNES DE SOUSA

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE MATÉRIA-PRIMA EM UMA FÁBRICA DE
ALIMENTAÇÃO *PET* A PARTIR DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *PDCA***

RECIFE-PE

2025

FELIPE NUNES DE SOUSA

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE MATÉRIA-PRIMA EM UMA FÁBRICA DE
ALIMENTAÇÃO *PET* A PARTIR DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *PDCA***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Mecânica da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito para a
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Mecânica.

Orientador: Dsc. Antônio Marques da Costa
Soares Júnior.

RECIFE-PE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Sousa, Felipe Nunes de.

Redução de custos de matéria-prima em uma fábrica de alimentação pet a partir da aplicação da metodologia PDCA / Felipe Nunes de Sousa. - Recife, 2025.

50 p.

Orientador(a): Antônio Marques da Costa Soares Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Mecânica - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. Gestão de custos. 2. Melhoria contínua. 3. PDCA. 4. Alimentação pet. 5. Eficiência produtiva. I. Soares Júnior, Antônio Marques da Costa. (Orientação).
II. Título.

620 CDD (22.ed.)



**Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Engenharia Mecânica Centro de
Tecnologia e Geociências- CTG/EEP**



**ATA DE SESSÃO DE DEFESA DE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC2**

Ao 16º dia do mês de junho do ano de dois mil e vinte e cinco, às 19:00 horas, reuniu-se a banca examinadora para a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, intitulado **REDUÇÃO DE CUSTOS DE MATÉRIA-PRIMA EM UMA FÁBRICA DE ALIMENTAÇÃO PET A PARTIR DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA**, elaborado pelo aluno **Felipe Nunes de Sousa**, matrícula 20160005139, sob a orientação do Prof. **Antônio Marques da Costa Soares Júnior**. A banca foi composta pelos avaliadores: Prof. **Antônio Marques da Costa Soares Júnior** (orientador), Prof. **Justo Emilio Alvarez Jacobo** (avaliador), e Profa. **Carolina Lipparelli Morelli** (avaliadora). Após a exposição oral do trabalho, o candidato foi arguido pelos componentes da banca que em seguida reuniram-se e deliberaram pela sua aprovação, atribuindo-lhe a média 9,5 (nove e meio), julgando-o apto(X) / inapto() à conclusão do curso de Engenharia Mecânica. Para constar, redigi a presente ata aprovada por todos os presentes, que vai assinada pelos membros da banca.

Orientador: Prof. Antônio Marques da Costa Soares Júnior Nota: 9,5 (nove e meio)

Assinatura

Avaliador Interno: Prof. Justo Emilio Alvarez Jacobo Nota: 9,5 (nove e meio)

Assinatura

Avaliadora Interna: Profa. Carolina Lipparelli Morelli Nota: 9,5 (nove e meio)

Assinatura

Recife, 16 de junho de 2025.

Prof. Marcus Costa de Araújo
Coordenador de Trabalho de Conclusão de curso - TCC
Curso de Graduação em Engenharia Mecânica – CTG/EEP-UFPE

Este trabalho é dedicado a Deus, à minha mãe Lusia e à minha companheira Adriana, que estiveram comigo durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda a ajuda, amparo, força e direcionamentos que me providenciou ao longo de todo o meu caminho. Sem a Sua ajuda, nada disso seria possível e, por isso, sou imensamente grato.

Agradeço à minha mãe Lusía Maria Nunes que tanto me apoiou nos estudos e se sacrificou para que eu pudesse continuar o meu caminho com liberdade, honra e dignidade e me tornasse um homem do qual eu não poderia me arrepender de ser. Jamais me esquecerei de tudo o que fez por mim e pelo que eu não cheguei a saber, mas que foram fundamentais para o meu desenvolvimento. Todo o meu amor, carinho, respeito e admiração são da senhora.

Agradeço à minha companheira Adriana Karla Coimbra Domingues que sempre me admirou pelo homem que sou, que sempre acreditou em mim e que sempre me incentivou a prosseguir mesmo quando eu não tinha mais esperanças. Você é fortaleza para o meu corpo e para o meu espírito, eu sempre te amarei.

Agradeço ao meu pai Carlos Antônio de Sousa por ter me despertado a curiosidade pelo mundo ao meu redor e a colocar as mãos na massa para construir o que a minha imaginação pudesse conceber.

Agradeço à minha família e amigos que me ajudaram a evoluir e a moldar o meu caráter, que compartilharam bons e maus momentos comigo e que, sem sombra de dúvidas, possuem um lugar especial em meu coração e em quem eu sou hoje.

Agradeço aos meus colegas da Equipe e Família Manguê Baja que me proporcionaram ver o que o esforço, o trabalho duro e a dedicação são capazes de fazer aliados ao conhecimento técnico.

Agradeço aos meus colegas de estágio, ao meu supervisor e a todos que contribuíram no meu crescimento profissional, que acreditaram em mim e me deram oportunidades para meu desenvolvimento e contribuição na empresa que me abriu as portas de um mundo novo.

Agradeço a todos do DEMEC que contribuíram na minha formação, fortalecendo a minha base teórica, direcionando-me para a prática e dando-me orgulho de pertencer à Universidade Federal de Pernambuco.

Por fim, agradeço a todos os que me ajudaram a chegar aqui direta ou indiretamente, que trabalharam nas sombras para que eu pudesse ver a luz.

A inteligência humana é para salvar vidas.

(Dra. Hellen)

RESUMO

A busca por eficiência operacional e redução de custos são um dos principais desafios da indústria de alimentação *pet*, especialmente no que se refere à gestão de matérias-primas, que representam a maior parte dos custos de produção. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo reduzir os custos com matéria-prima de uma fábrica de alimentação *pet* da Região Metropolitana do Recife utilizando a metodologia *PDCA*. Dessa forma, as atividades foram estruturadas em quatro etapas: Planejar, onde buscou-se identificar as principais causas das perdas; Executar, fase em que foram implementadas ações corretivas; Verificar, momento em que os resultados foram analisados, evidenciando os impactos das ações adotadas; e Agir, onde as ações bem-sucedidas foram padronizadas, garantindo a sustentabilidade dos ganhos. Como resultados da aplicação da metodologia *PDCA*, foi possível identificar três oportunidades de melhoria para reduzir os custos com insumos, sendo elas: consertar vazamentos no tanque de armazenamento, reforçar os suportes das balanças de pesagem e inserir um fator de conversão entre o sensor de vazão e o sistema supervisório do processo. Desse modo, foram realizadas ações para sanar esses problemas fundamentais culminando em uma redução de 76% da perda financeira frente à meta proposta de 75%, superando a meta estabelecida para o projeto. Ainda, foi realizada uma análise econômico-financeira do projeto, resultando em um VPL de R\$16.269,20 dentro dos 13 períodos de validade do projeto, e uma taxa interna de retorno de 57,6% frente a uma taxa de desconto de 13% ao ano, o que garantiu a viabilidade econômica do trabalho desenvolvido. Após a finalização deste trabalho, conclui-se que a metodologia *PDCA* se revelou altamente eficaz para a redução de custos na indústria de alimentação *pet*, permitindo um controle mais rigoroso dos insumos, redução significativa de desperdícios e melhoria contínua dos processos produtivos.

Palavras-chave: Gestão de custos; Melhoria contínua; *PDCA*; Alimentação *pet*; Eficiência produtiva.

ABSTRACT

The search for operational efficiency and cost reduction are some of the main challenges of the pet food industry, especially with regard to the management of raw materials, which represent the largest part of production costs. In this context, this study aims to reduce raw material costs in a pet food factory in the Metropolitan Region of Recife using the PDCA methodology. Thus, the activities were structured in four stages: Plan, where we sought to identify the main causes of losses; Do, the phase in which corrective actions were implemented; Check, when the results were analyzed, highlighting the impacts of the actions adopted; and Act, where successful actions were standardized, ensuring the sustainability of gains. As a result of the application of the PDCA methodology, it was possible to identify three opportunities for improvement to reduce input costs, namely: repairing leaks in the storage tank, reinforcing the supports of the weighing scales, and inserting a conversion factor between the flow sensor and the process supervisory system. Thus, actions were taken to solve these fundamental problems, culminating in a 76% reduction in financial loss compared to the proposed target of 75%, exceeding the target established for the project. Furthermore, an economic-financial analysis of the project was carried out, resulting in a NPV of R\$16.269,20 within the 13 periods of validity of the project, and an internal rate of return of 57.6% compared to an average attractiveness rate of 13% per year, which guaranteed the economic viability of the work developed. After completing this work, it was concluded that the PDCA methodology proved to be highly effective in reducing costs in the pet food industry, allowing for more rigorous control of inputs, significant reduction of waste and continuous improvement of production processes.

Keywords: Cost management; Continuous improvement; PDCA; Pet food; Production efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura do ciclo <i>PDCA</i>	17
Figura 2 – Representação de um fluxograma de processo	18
Figura 3 – Exemplo de um diagrama de 5 porquês	19
Figura 4 – Representação de um diagrama de Ishikawa	19
Figura 5 – Representação do princípio de Pareto	20
Figura 6 – Esquema de custos da qualidade e da não qualidade	21
Figura 7 – Histórico de faturamento do setor <i>pet</i> brasileiro	24
Figura 8 – Esquemática do processo produtivo de rações secas	28
Figura 9 – Modelo de balança gravimétrica	30
Figura 10 – Modelo de moinho de martelos	30
Figura 11 – Modelo de misturador horizontal de pás	31
Figura 12 – Modelo de extrusora de helicóide simples	32
Figura 13 – Modelos de matrizes e conjunto de facas	32
Figura 14 – Modelo de secador de esteira	33
Figura 15 – Modelo de resfriador de contrafluxo	33
Figura 16 – Modelo de envasadora	34
Figura 17 – Fluxograma de trabalho da etapa de planejamento do <i>PDCA</i>	36
Figura 18 – Fluxograma de trabalho da etapa de execução do <i>PDCA</i>	37
Figura 19 – Fluxograma de trabalho das etapas de verificação e de ação do <i>PDCA</i>	38
Figura 20 – Histórico das perdas de matéria-prima	39
Figura 21 – Diagrama de Pareto das perdas por matéria-prima	40
Figura 22 – Priorização de projetos a partir da matriz esforço vs. impacto	40
Figura 23 – Histórico das perdas do MP-CC-01	41
Figura 24 – Fluxograma do processo de dosagem do MP-CC-01	41
Figura 25 – Diagrama de Ishikawa realizado	42
Figura 26 – Atualização do plano de manutenções preventivas	44
Figura 27 – Resultados das produções assistidas envolvendo o MP-CC-01	44
Figura 28 – Acompanhamento periódico das perdas do MP-CC-01	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Custos da Não Qualidade - Falhas Internas	21
Quadro 2 – Custos da Não Qualidade - Falhas Externas	22
Quadro 3 – Matérias-primas de origem animal mais utilizadas na indústria de alimentação pet	26
Quadro 4 – Matérias-primas de origem vegetal mais utilizadas na indústria de alimentação pet	26
Quadro 5 – Formas de armazenamento de ingredientes da indústria de alimentação pet	29
Quadro 6 – Categorias de embalagens para rações secas	34
Quadro 7 – Análise dos 5 porquês	42
Quadro 8 – Plano de ações para reduzir as perdas do MP-CC-01 baseado no 5W2H . .	43
Quadro 9 – Fluxo de Caixa do Projeto	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivos específicos	14
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A metodologia PDCA	15
2.1.1	Origem e história do PDCA	15
2.1.2	Estrutura do ciclo PDCA	16
2.1.3	Ferramentas associadas ao PDCA	18
2.2	Custos da não qualidade	20
2.2.1	Conceito	20
2.2.2	Categorias dos Custos da Não Qualidade	21
2.2.3	Impactos dos Custos da Não Qualidade	22
2.3	O Setor de Alimentação pet no Brasil	23
2.3.1	Panorama Geral do Setor	23
2.3.2	Principais Produtos e Matérias-Primas	25
2.3.3	Regulação e Normas do Setor	26
2.4	Processo produtivo de rações secas	28
2.4.1	Recebimento e Armazenamento de Matéria-Prima	28
2.4.2	Preparação das Matérias-Primas	29
2.4.3	Extrusão	31
2.4.4	Secagem e resfriamento	33
2.4.5	Envase	34
3	METODOLOGIA	35
3.1	Classificações metodológicas	35
3.2	Planejamento	35
3.3	Execução	37
3.4	Verificação e Padronização	38

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	Planejamento	39
4.2	Execução	43
4.3	Verificação	45
4.4	Ação	45
4.5	Análise econômico-financeira do projeto	46
5	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A busca pela utilização eficaz de recursos e a redução de custos são objetivos estratégicos para as indústrias, especialmente no setor de alimentação *pet*. Este segmento, caracterizado pela dependência de insumos como milho e aditivos nutricionais, é diretamente impactado por fatores como oscilações cambiais, sazonalidade agrícola e variações de demanda. Mendes, Santos e Silva (2021) destacam que, em alguns casos, os custos com insumos podem alcançar até 70% do custo de produção, daí a necessidade de adotar estratégias para minimizar as perdas no setor.

Nesse contexto, a aplicação de ferramentas de gestão baseadas em melhoria contínua tem se mostrado eficaz em projetos de redução de custos. Entre essas ferramentas, está o *PDCA*, idealizado por Walter A. Shewhart e difundido por W. Edwards Deming. O ciclo *PDCA* é composto por quatro etapas de planejamento, execução, verificação e ação visando estratificar o problema enfrentado, pôr em prática ações corretivas, analisar os resultados obtidos e agir para consolidar os resultados alcançados ou para corrigir desvios em relação às metas propostas.

Segundo Campos (1992), o *PDCA* promove a investigação aprofundada das causas fundamentais dos problemas enfrentados e a implementação de ações corretivas com foco na eficiência operacional das empresas. Complementando, Slack, Chambers e Johnston (2009) reforçam que estratégias baseadas em melhoria contínua, como o *PDCA*, são indispensáveis para aumentar a eficiência das operações e reduzir custos em ambientes industriais competitivos.

Baseando-se nessas informações, uma fábrica de alimentação *pet* da Região Metropolitana do Recife decidiu diminuir seus custos de produção a partir da redução de suas despesas com matéria-prima. Para atingir esse objetivo, a empresa considerou a hipótese de que tal projeto de melhoria seria bem-sucedido com a aplicação da metodologia *PDCA* em conjunto com as ferramentas da qualidade. A abordagem proposta pela empresa abrangeu as etapas de planejamento, execução, verificação e padronização de resultados provenientes da aplicação da metodologia *PDCA*, alinhadas às melhores práticas de gestão operacional.

Desse forma, um time multifuncional liderou as atividades de coleta e análise dos dados de consumo de matéria-prima e investigou as suas causas raízes através de ferramentas como o diagrama de Ishikawa e os 5 porquês. Ainda, o time elaborou um plano de ação para as causas identificadas e sua realização foi acompanhada diariamente. Ao atingir os objetivos do estudo, as ações realizadas foram padronizadas em novos procedimentos operacionais.

Com o exposto acima, evidencia-se a relevância deste estudo, com a necessidade da fábrica de alimentação *pet* de reduzir seus custos com matéria-prima, adotando soluções práticas e baseadas em dados. A volatilidade de preços dos insumos e a pressão por competitividade tornaram indispensável a adoção do *PDCA*, que já demonstrou eficiência em reduzir custos e fomentar melhorias contínuas (Campos, 1992; Mendes; Santos; Silva, 2021). Além disso, iniciativas como essa contribuem para a sustentabilidade do setor, atendendo às demandas do cenário econômico atual (Slack; Chambers; Johnston, 2009).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Reduzir os custos com matéria-prima em uma fábrica de alimentação *pet* com o auxílio da metodologia *PDCA*.

1.1.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os principais fatores contribuintes para o aumento dos custos de matéria-prima;
- Elaborar um plano de contramedidas para eliminar ou mitigar os problemas identificados;
- Implementar as ações propostas e acompanhar as suas execuções;
- Avaliar os resultados alcançados e propor melhorias contínuas.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, são apresentadas a introdução do tema, a justificativa do estudo e os objetivos geral e específicos do trabalho. No segundo capítulo, é apresentado o referencial teórico, com ênfase nos conceitos de *PDCA*, custos da não qualidade, o setor de alimentação *pet* e a descrição do processo produtivo de rações secas. No terceiro capítulo, é apresentada a metodologia utilizada, descrevendo o planejamento, as ferramentas de apoio e o escopo da pesquisa. No quarto capítulo, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com o trabalho. Por fim, no quinto capítulo, é apresentada a conclusão, com a recapitulação do trabalho desenvolvido, as limitações do estudo e as sugestões para futuros trabalhos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A metodologia *PDCA*

2.1.1 Origem e história do *PDCA*

O ciclo *PDCA*, também conhecido como Ciclo de Deming ou Ciclo de Shewhart, é amplamente reconhecido como uma das ferramentas mais eficazes na gestão de qualidade e na melhoria contínua de processos. Sua origem remonta à década de 1930, quando Walter A. Shewhart desenvolveu o conceito de controle estatístico da qualidade. Shewhart propôs uma abordagem iterativa para lidar com a variabilidade nos processos industriais, introduzindo o conceito de ajustes contínuos com base na análise de dados (Campos, 1992; Tenner; Toro, 1997).

Embora Shewhart tenha lançado as bases do *PDCA*, foi W. Edwards Deming quem popularizou a metodologia em sua forma moderna, consolidando-a como uma ferramenta de melhoria contínua. Após a Segunda Guerra Mundial, Deming desempenhou um papel essencial no renascimento industrial japonês, ensinando empresas locais a aplicarem o ciclo *PDCA* em seus processos produtivos.

Deming enfatizava que o ciclo não era apenas uma técnica, mas sim uma filosofia de gestão que promove a aprendizagem organizacional e a busca contínua por excelência (Deming, 1986). Esse trabalho culminou na adoção do *PDCA* como parte integrante do sistema de qualidade japonês, o que contribuiu significativamente para o reconhecimento mundial da eficiência da indústria japonesa (Pacheco; Lustosa; Cardoso, 2017).

Ao longo das décadas, o *PDCA* evoluiu de uma ferramenta de controle estatístico para uma metodologia amplamente utilizada em diferentes setores, incluindo manufatura, saúde e serviços. Ele foi incorporado a normas internacionais de qualidade, como a ISO 9001, que o reconhece como uma base para o desenvolvimento de sistemas de gestão. Vargas e Pereira (2018) destacam que a flexibilidade e a adaptabilidade do *PDCA* foram determinantes para sua popularização em organizações de todos os portes, especialmente em um ambiente de negócios cada vez mais dinâmico e competitivo.

No Brasil, a disseminação do *PDCA* ocorreu especialmente nas décadas de 1980 e 1990, com o avanço dos programas de gestão pela qualidade total - TQM. Carpinetti (2010) observa que a aplicação do ciclo foi fundamental para ajudar empresas brasileiras a enfrentarem desafios como alta variabilidade de processos e custos elevados. Além disso, a lógica iterativa do *PDCA*, que

permite ajustes constantes, ajudou a consolidar sua relevância no contexto brasileiro. Segundo Pacheco, Lustosa e Cardoso (2017), a repetição do ciclo não deve ser vista como uma limitação, mas como uma oportunidade para promover a inovação e o aprendizado organizacional.

O *PDCA* também ganhou notoriedade ao ser utilizado em estudos acadêmicos e casos práticos que demonstram sua eficácia na entrega de resultados. Por exemplo, Costa (2020) documentou uma redução significativa de custos operacionais em uma fábrica brasileira após a aplicação do ciclo *PDCA*. Esses resultados refletem a versatilidade da metodologia em diferentes contextos da indústria e de diversas áreas, consolidando sua relevância como uma ferramenta indispensável na gestão moderna.

Diversos estudos demonstram eficácia da metodologia *PDCA* na redução de perdas e na melhoria de processos na indústria de alimentos. Júnior e Broday (2019) aplicaram o ciclo *PDCA* em uma linha de produção de refeições congeladas, obtendo uma redução de 86,75% nas perdas de molho, a partir da análise de falhas no sistema de dosagem e da padronização das soluções implantadas. Da mesma forma, Calado (2023) utilizou a metodologia em uma indústria de ração animal, com foco no processo de embalagem. A partir das etapas do *PDCA* e do uso de ferramentas como o Diagrama de Pareto e os 5 Porquês, foi possível identificar os principais pontos de desperdício e implementar ações corretivas que resultaram em maior controle sobre os insumos utilizados, reduzindo em 75% o seu desperdício. Tais evidências reforçam que o *PDCA* é uma ferramenta versátil, de aplicação prática e eficaz, capaz de gerar ganhos concretos de desempenho, qualidade e economia em ambientes industriais, especialmente no setor alimentício.

Em síntese, a origem e a história do ciclo *PDCA* demonstram sua brilhante evolução de um conceito básico de controle estatístico para uma metodologia consolidada e amplamente adotada em diferentes setores e contextos. As contribuições de Walter A. Shewhart e W. Edwards Deming foram cruciais para o desenvolvimento do ciclo *PDCA*, que permanece relevante em sua aplicação como um método robusto para melhoria contínua, inovação e excelência organizacional.

2.1.2 Estrutura do ciclo *PDCA*

A estrutura do ciclo *PDCA*, Figura 1, baseia-se em quatro etapas interdependentes, que envolvem o planejamento (*Plan*), a execução (*Do*), a verificação (*Check*) e a padronização dos procedimentos gerados (*Act*). Essa abordagem sistemática promove a identificação de problemas, a implementação de soluções e a avaliação constante dos resultados obtidos, o que a torna uma ferramenta versátil e robusta (Carpinetti, 2010; Pacheco; Lustosa; Cardoso, 2017).

Figura 1 – Estrutura do ciclo *PDCA*

Fonte: Voitto (2017)

A etapa inicial do *PDCA* é dedicada ao planejamento. Durante essa fase, o foco é identificar o problema enfrentado a partir do levantamento de fatos e dados, identificar as suas causas raízes e definir um plano de ação para combatê-las, tendo em vista as metas específicas estabelecidas para o projeto. Campos (1992) enfatiza que o sucesso de todo o ciclo depende da profundidade e da qualidade do planejamento, pois erros ou omissões nessa etapa podem comprometer as fases subsequentes.

A segunda etapa do ciclo *PDCA* é a execução. Nesta fase, coloca-se em prática o plano de ação definido na etapa anterior, garantindo que as soluções sejam aplicadas conforme o planejamento. Segundo Pacheco, Lustosa e Cardoso (2017), a execução requer uma comunicação clara e eficiente entre as equipes, além do monitoramento contínuo das atividades. Campos (1992) observa que a documentação das atividades é essencial nesta fase, pois permite que as ações sejam analisadas em etapas posteriores.

A terceira etapa do ciclo *PDCA* é a verificação, na qual os resultados das ações tomadas são avaliados e comparados com os objetivos estabelecidos no planejamento. Vargas e Pereira (2018) destacam que essa etapa é crucial para identificar desvios e compreender as razões pelas quais as metas podem não ter sido alcançadas. Para Tenner e Toro (1997), a verificação deve ser encarada como uma oportunidade de aprendizado, promovendo a reflexão sobre o que funcionou e o que pode ser aprimorado nos próximos ciclos.

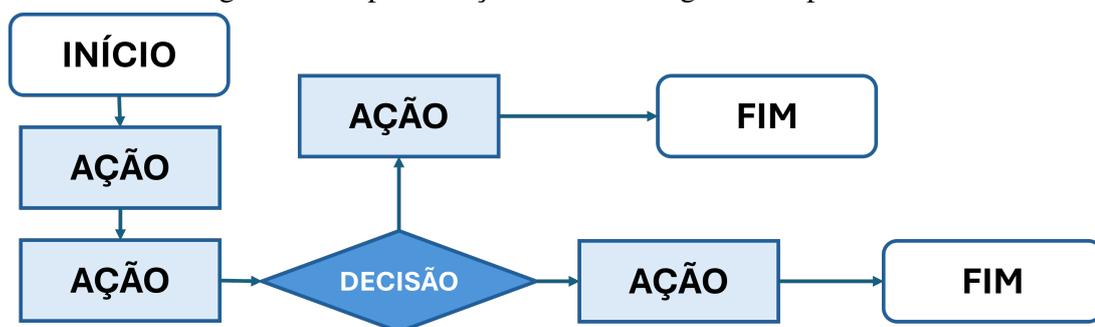
A quarta e última etapa do ciclo PDCA é a ação, onde os resultados da etapa de verificação são traduzidos em mudanças concretas: caso os objetivos tenham sido alcançados, as melhorias implementadas são consolidadas como novos padrões operacionais; caso contrário, o ciclo recomeça, incorporando os aprendizados adquiridos para melhorar o planejamento e a execução futuros (Carpinetti, 2010). Essa fase reforça o caráter iterativo do PDCA, que permite ajustes constantes até que os resultados desejados sejam alcançados.

2.1.3 Ferramentas associadas ao PDCA

O ciclo PDCA, embora simples em sua estrutura, é potencializado pelo uso de ferramentas de gestão e análise que auxiliam em cada uma de suas etapas. Essas ferramentas oferecem suporte para identificar problemas, organizar ações, monitorar resultados e corrigir desvios, fortalecendo a abordagem sistemática do ciclo (Tenner; Toro, 1997).

Uma das ferramentas clássicas do ciclo PDCA é o fluxograma de processo, Figura 2, que nada mais é do que uma representação gráfica de um processo, sistema ou algoritmo, através de símbolos padronizados para indicar diferentes etapas, decisões, ramificações e fluxo de informações. Essa representação visual facilita a compreensão do funcionamento do processo, permitindo uma análise detalhada de cada etapa e das relações entre elas (FM2S, 2024).

Figura 2 – Representação de um fluxograma de processo

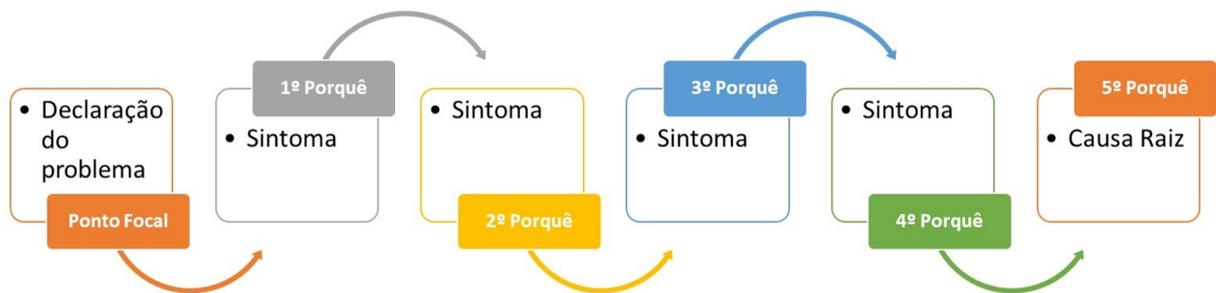


Fonte: Mais Consultoria Jr (2019)

Outra ferramenta utilizada para o desenvolvimento do PDCA é o 5W2H. Sua sigla significa *What? Why? Where? When? Who? How? How much?* Em português: o que deve ser feito? Por quê? Onde? Quando? Quem fará? Como fará? Quanto custará? O 5W2H consiste em um checklist das atividades preventivas e corretivas que precisam ser desenvolvidas dentro de uma empresa. Para isso, envolvem-se líderes e colaboradores para identificação de necessidades e propostas de soluções aos objetivos que se deseja alcançar, descrevendo de forma sucinta um objetivo e detalhando as ações, custos e responsáveis para alcançá-lo (Sebrae-SC, 2023).

Ainda, temos a ferramenta dos 5 Porquês, Figura 3. Desenvolvida por Sakichi Toyoda na década de 1930 para identificar e resolver problemas nas operações das Indústrias Toyota. O processo envolve questionar repetidamente o motivo de um problema até chegar à sua causa fundamental. Este método ajuda a revelar a raiz do problema, garantindo que as soluções sejam aplicadas não apenas aos sintomas, mas à origem do desafio. Isso evita que o problema se repita e garante uma resolução eficaz e duradoura (FM2S, 2018).

Figura 3 – Exemplo de um diagrama de 5 porquês



Fonte: O autor (2025)

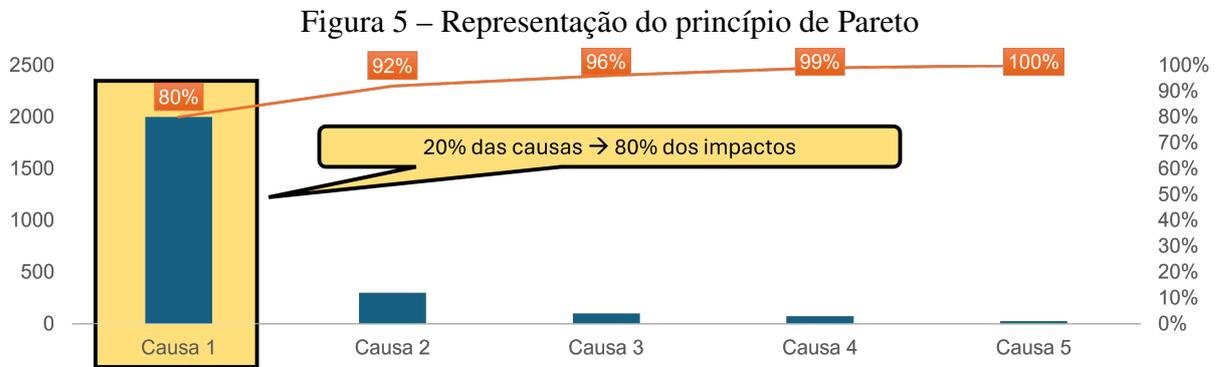
Uma outra ferramenta bastante utilizada é o diagrama de Ishikawa ou de causa e efeito, Figura 4. O diagrama de Ishikawa é usado para encontrar, organizar, documentar e exibir graficamente as causas de um determinado problema, facilitando o brainstorming e a análise da ocorrência. Como as causas são hierarquizadas, é possível identificar de maneira concreta as fontes de um problema (Forlogic, 2016).

Figura 4 – Representação de um diagrama de Ishikawa



Fonte: Vitor Soares (2024)

Por fim, temos o diagrama de Pareto, Figura 21, que auxilia na priorização das tomadas de ação. O recurso utiliza a proporção de 80/20 para medir o impacto das causas de um problema, ou seja, 80% dos problemas são frutos de 20% das causas encontradas (Coutinho, 2018).



Fonte: O autor (2025)

2.2 Custos da não qualidade

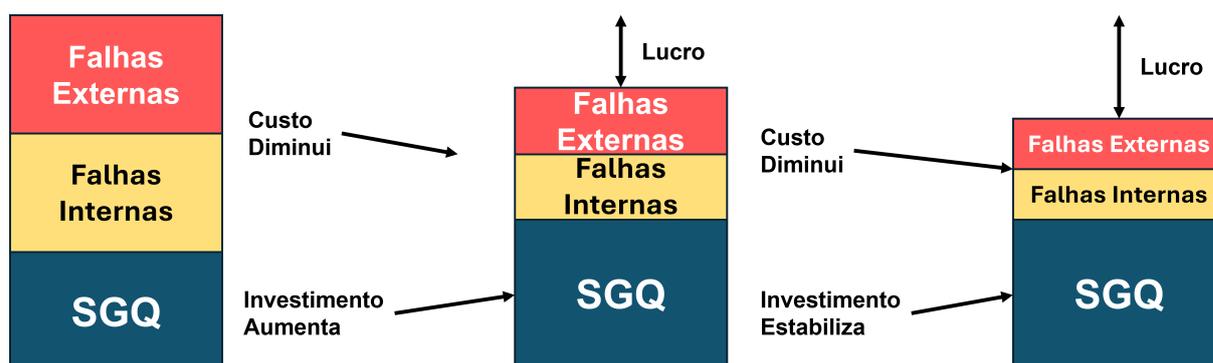
2.2.1 Conceito

Os custos da não qualidade representam um dos aspectos mais críticos para a eficiência e a sustentabilidade das organizações. Segundo Harrington (1999), esses custos são definidos como as despesas geradas pela ocorrência de falhas em produtos, serviços ou processos que não atendem aos padrões de qualidade estabelecidos. A expressão "não qualidade" refere-se a todas as ineficiências e desperdícios que poderiam ser evitados se as atividades fossem realizadas corretamente desde a primeira vez (Crosby, 1979).

De acordo com Campos (1992), os custos da não qualidade refletem a incapacidade de uma organização em prevenir, detectar e corrigir erros ao longo do ciclo produtivo. Esses custos estão diretamente relacionados à execução inadequada de tarefas, resultando em perdas financeiras, retrabalhos e insatisfação dos clientes. Nesse sentido, medir e gerenciar os custos da não qualidade não é apenas uma prática recomendada, mas uma necessidade estratégica para empresas que buscam permanecer competitivas.

Para entender os custos da não qualidade, é fundamental diferenciá-los dos custos da qualidade. Conforme Juran (1989), os custos da qualidade englobam os investimentos em ações preventivas e de monitoramento que garantem a conformidade com os requisitos definidos. Por outro lado, os custos da não qualidade são decorrentes de falhas que resultam em desperdícios e prejuízos. Essa distinção é essencial para o planejamento estratégico, pois permite identificar os recursos alocados para evitar falhas e aqueles gastos com a correção de problemas, Figura 6.

Figura 6 – Esquema de custos da qualidade e da não qualidade



Fonte: Adaptado de Adriana Sartoni (2021)

2.2.2 Categorias dos Custos da Não Qualidade

A compreensão e a categorização dos custos da não qualidade são essenciais para a implementação de estratégias eficazes de redução de falhas e desperdícios nas organizações. De maneira geral, esses custos são classificados em custos de falhas internas e custos de falhas externas, cada um com características e implicações específicas.

Os custos de falhas internas referem-se às despesas associadas a problemas identificados antes que o produto ou serviço seja entregue ao cliente, sendo consequência de processos mal planejados ou executados. Campos (1992) destaca que, embora sejam menos prejudiciais à reputação da empresa do que as falhas externas, esses custos representam perdas significativas de recursos financeiros e humanos. De acordo com Carpinetti (2010), a maior parte dos custos de falhas internas pode ser reduzida por meio de melhorias nos processos de planejamento e controle, além de investimentos em treinamentos e tecnologias.

Como exemplos de maior destaque das falhas internas, no que tange aos custos da não qualidade, o Quadro 1 destaca:

Quadro 1 – Custos da Não Qualidade - Falhas Internas

Classe	Descrição
Retrabalho	Gastos com a correção de defeitos em produtos antes de sua entrega.
Refugos	Perdas financeiras associadas ao descarte de produtos que não atendem aos padrões mínimos de qualidade.
Paradas de produção	Interrupções no fluxo produtivo devido a falhas em máquinas, falta de insumos ou erros de planejamento.
Excessos de Inspeção	Custos adicionais causados pela necessidade de realizar verificações extras para corrigir problemas que poderiam ter sido evitados na origem.

Fonte: Autor (2025)

Já os custos de falhas externas são aqueles que ocorrem quando um defeito ou erro é detectado pelo cliente final. Por serem visíveis para o mercado, esses custos têm um impacto mais significativo na reputação da empresa e na confiança dos consumidores. Juran (1989) afirma que as falhas externas são as mais onerosas, pois envolvem despesas diretas com compensações financeiras e perdas indiretas relacionadas à insatisfação dos clientes. Vargas e Pereira (2018) destacam que as falhas externas podem ter um efeito cascata, prejudicando tanto as finanças imediatas da empresa quanto sua competitividade a longo prazo.

Como exemplos de maior destaque dos custos da não qualidade atribuídos a falhas externas, o Quadro 2 evidencia:

Quadro 2 – Custos da Não Qualidade - Falhas Externas

Classe	Descrição
Reclamações de Clientes	Despesas associadas ao atendimento de reclamações, como reembolsos ou substituição de produtos.
Garantias	Custos relacionados ao cumprimento de contratos de garantia, como reparos ou substituições de produtos defeituosos.
Multas Contratuais	Penalidades aplicadas devido à entrega de produtos fora das especificações requeridas e acordadas em contrato.
Perda de Clientes	Redução de vendas futuras causada pela insatisfação dos clientes.

Fonte: Autor (2025)

2.2.3 Impactos dos Custos da Não Qualidade

Os custos da não qualidade exercem um impacto significativo sobre as organizações, afetando não apenas os resultados financeiros, mas também a eficiência operacional, a satisfação dos clientes e a competitividade no mercado. Segundo Harrington (1999), esses custos são uma fonte oculta de desperdício que drena recursos e prejudica o desempenho organizacional.

Os custos financeiros associados à não qualidade são os mais evidentes, uma vez que estão diretamente relacionados a falhas que exigem retrabalhos, refugos e compensações aos clientes, resultando em uma diminuição direta na receita e na margem de lucro. Para Vargas e Pereira (2018), a incapacidade de gerenciar esses custos reduz a capacidade da organização de investir em inovação e crescimento, comprometendo sua sustentabilidade financeira.

Já a competitividade organizacional está diretamente ligada à capacidade de oferecer produtos ou serviços de qualidade de maneira consistente. Quando os custos da não qualidade não são gerenciados adequadamente, a reputação da empresa pode ser comprometida, resultando em uma perda de confiança por parte dos clientes e do mercado. Falhas frequentes reduzem a

percepção de confiabilidade dos consumidores, prejudicando a imagem da marca. Campos (1992) ressalta que recuperar a confiança de clientes insatisfeitos exige investimentos significativos em campanhas de marketing, melhorias nos processos e ações de fidelização.

Os custos da não qualidade também afetam diretamente a eficiência operacional, criando gargalos e aumentando a complexidade na gestão de processos. A repetição de falhas reduz a produtividade das equipes e desvia recursos que poderiam ser utilizados para inovação e melhoria contínua. Para Tenner e Toro (1997), a falta de eficiência operacional é frequentemente associada a altos custos de não qualidade, que poderiam ser mitigados com o uso de metodologias como o *PDCA* e o *Six Sigma*.

Por fim, os custos da não qualidade minam a capacidade da organização de planejar e executar suas estratégias de longo prazo. Empresas com altos índices de falhas precisam realocar recursos para corrigi-las, limitando sua capacidade de investir em inovação e expansão. Vargas e Pereira (2018) argumentam que organizações que não gerenciam seus custos de não qualidade correm o risco de não atender às demandas dos consumidores e tornarem-se obsoletas.

Os impactos dos custos da não qualidade são amplos e afetam diretamente as dimensões financeira, operacional, competitiva e estratégica das organizações. A incapacidade de gerenciar esses custos resulta em perdas significativas que comprometem a sustentabilidade e a competição empresarial. Portanto, a adoção de práticas de gestão de qualidade é essencial para mitigar esses impactos e garantir o sucesso organizacional no longo prazo.

2.3 O Setor de Alimentação *pet* no Brasil

2.3.1 Panorama Geral do Setor

O setor de alimentação *pet* no Brasil é um dos mais dinâmicos e crescentes dentro da cadeia de agronegócios e produtos para animais. Ele reflete tanto o aumento da importância dos animais de estimação nas famílias brasileiras quanto a consolidação de um mercado altamente competitivo e diversificado.

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação - ABINPET, o Brasil ocupa a terceira posição em relação à população *pet*, com mais de 160 milhões de animais, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Em termos de faturamento, o mercado *pet* brasileiro fechou o ano de 2024 atingindo a expressiva marca de R\$77 bilhões, 12% maior do que o fechamento de 2023, com destaque para o segmento *Pet Food*, chegando a R\$42 bilhões, Figura 7 (ABINPET, 2025).

Figura 7 – Histórico de faturamento do setor *pet* brasileiro

Fonte: ABINPET (2025)

Esse crescimento é impulsionado por fatores econômicos, sociais e culturais. O aumento da urbanização e a redução do tamanho das famílias têm levado a uma maior valorização dos animais de estimação, que muitas vezes ocupam um papel de destaque como membros das famílias. Paralelamente, a ascensão da classe média e a crescente preocupação com o bem-estar animal têm impulsionado a demanda por produtos de qualidade, incluindo alimentos balanceados e de alto valor nutricional (Sebrae, 2021).

Além disso, mudanças comportamentais estão influenciando diretamente o mercado. Há uma tendência crescente de humanização dos animais de estimação, que passaram a ser tratados como membros da família. Esse fenômeno reflete na demanda por alimentos que não apenas atendam às necessidades nutricionais, mas também ofereçam sabores variados e sejam apresentados de forma atrativa. Segundo a ABINPET (2025), cerca de 45% dos tutores afirmam que escolhem alimentos para seus pets com base na confiança na marca e na percepção de benefícios nutricionais.

Embora o mercado brasileiro de *pet food* esteja em expansão, ele também enfrenta desafios significativos. Um dos principais é a volatilidade nos preços das matérias-primas, como grãos e carnes, que são altamente sensíveis a fatores climáticos e flutuações cambiais. Esses insumos representam uma parcela substancial dos custos de produção, impactando diretamente a margem de lucro das indústrias (Mendes; Santos; Silva, 2021).

A sustentabilidade também tem ganhado destaque no setor. Cada vez mais, consumidores e investidores exigem práticas ambientais responsáveis, o que tem levado as empresas a adotarem embalagens recicláveis, cadeias de suprimento sustentáveis e fórmulas que utilizem ingredientes alternativos, como proteínas vegetais ou de insetos.

As perspectivas para o setor de alimentação *pet* no Brasil são positivas, com projeções de crescimento contínuo para os próximos anos. A International (2023) estima que o mercado de alimentos *pet* deve crescer a uma taxa anual composta de 8% até 2027, impulsionado pela inovação, expansão geográfica e diversificação de produtos. Além disso, espera-se um aumento na adoção de práticas regulatórias mais rígidas, que devem garantir padrões elevados de qualidade e segurança alimentar.

2.3.2 Principais Produtos e Matérias-Primas

Os alimentos para pets podem ser classificados em diferentes categorias, com base em suas formulações, funcionalidades e segmentos de mercado (ABINPET, 2025). Os alimentos secos, conhecidos como rações extrusadas, representam a maior parte do mercado de alimentação *pet* no Brasil.

Eles são formulados para oferecer um perfil nutricional completo, atendendo às demandas de cães e gatos em diferentes fases da vida. Além de sua praticidade no armazenamento e manuseio, os alimentos secos ajudam na manutenção da saúde bucal, pois auxiliam na remoção de resíduos acumulados nos dentes.

Os alimentos úmidos incluem patês, ensopados e outros produtos que possuem maior teor de umidade. Embora sejam mais perecíveis e apresentem custos de produção elevados, eles são apreciados por sua alta palatabilidade e digestibilidade. Esses alimentos são frequentemente utilizados como complemento à dieta principal, especialmente para animais com apetite reduzido ou necessidades nutricionais específicas (Sebrae, 2021).

O segmento de petiscos tem apresentado crescimento significativo, impulsionado pela humanização dos pets e pelo desejo dos tutores de oferecer mimos aos seus animais. Os *snacks* incluem biscoitos, ossinhos e produtos funcionais, como aqueles que auxiliam na higiene bucal ou na suplementação de nutrientes específicos.

As dietas especiais são desenvolvidas para atender a condições específicas de saúde, como obesidade, alergias alimentares, doenças renais e problemas articulares. Já os alimentos funcionais incluem ingredientes que promovem benefícios adicionais, como melhora na imunidade, controle de peso e fortalecimento do pelo e da pele.

A seleção de matérias-primas é um fator determinante para a qualidade, a segurança e a competitividade do produto. Segundo a EMBRAPA (2022), os ingredientes utilizados podem ser de origem animal ou vegetal. O Quadro 3 destaca os principais insumos de origem animal:

Quadro 3 – Matérias-primas de origem animal mais utilizadas na indústria de alimentação pet

Matéria-prima	Descrição
Farinha de Carne e Ossos	Rica em proteínas e minerais, como cálcio e fósforo.
Farinha de Vísceras	Fonte de proteínas altamente digestíveis.
Carnes Frescas e Congeladas	Utilizadas principalmente em alimentos premium e super premium, com foco na alta palatabilidade.
Óleos e Gorduras Animais	Aumentam o aporte energético e a saborização dos alimentos.

Fonte: Autor (2025)

Por outro lado, o Quadro 4 exhibe os principais ingredientes de origem vegetal, destacando as suas aplicações na nutrição *pet*:

Quadro 4 – Matérias-primas de origem vegetal mais utilizadas na indústria de alimentação pet

Matéria-prima	Descrição
Milho e subprodutos	Principal fonte de carboidratos na alimentação pet, com grande inclusão nas formulações e com alta disponibilidade no Brasil.
Farelo de Soja	Rico em proteínas, substituto de ingredientes de origem animal devido ao seu alto teor de proteínas e valor biológico.
Arroz e Subprodutos	Alternativa hipoalergênica para dietas específicas.
Polpa de Beterraba	Excelente fonte de fibras, auxilia na saúde digestiva.

Fonte: Autor (2025)

Além das matérias-primas principais, os alimentos *pet* incluem uma série de aditivos e suplementos para garantir qualidade, estabilidade e benefícios nutricionais. Como exemplos, temos as vitaminas e minerais, conservantes naturais, prebióticos e probióticos.

2.3.3 Regulação e Normas do Setor

A indústria de alimentação *pet* no Brasil é regida por um conjunto de regulamentações e normas que visam garantir a qualidade, a segurança alimentar e a conformidade dos produtos disponíveis no mercado. Essas diretrizes são fundamentais para proteger a saúde dos animais, assegurar a confiança dos consumidores e promover a competitividade do setor.

Segundo a ABINPET (2025), o Brasil é um dos países com maior nível de regulamentação no segmento de produtos *pet*, fato que contribui para consolidar sua posição no mercado global. A regulação da alimentação *pet* no Brasil envolve a atuação de diversas entidades governamentais e organizações setoriais que estabelecem padrões e fiscalizam a conformidade das indústrias. Entre as principais instituições, destacam-se o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA.

O MAPA é a principal autoridade reguladora da alimentação *pet* no Brasil. Ele é responsável por estabelecer normas para a fabricação, o registro, a comercialização e a rotulagem de alimentos para animais de estimação. A legislação do MAPA abrange aspectos como o controle de qualidade das matérias-primas, procedimentos de fabricação e boas práticas industriais, e exigências de rotulagem e informações nutricionais. Já a ANVISA, embora o seu foco principal esteja nos produtos voltados para a saúde humana, também desempenha um papel relevante no setor *pet*, especialmente no que diz respeito à fiscalização de aditivos alimentares e embalagens utilizadas nos alimentos para animais.

O setor de alimentação *pet* no Brasil é regido por um conjunto de normas técnicas e regulamentos que estabelecem padrões mínimos para os produtos. O primeiro é o Regulamento Técnico de Alimentos para Animais de Estimação, instituído pelo MAPA, sendo o principal instrumento normativo que define os critérios para a fabricação e comercialização de alimentos *pet*. Ele abrange tópicos como rotulagem, limites de contaminantes e aditivos permitidos.

Ainda, tem-se as Boas Práticas de Fabricação (BPF), que são um conjunto de diretrizes essenciais para garantir a qualidade, a segurança e a rastreabilidade dos alimentos destinados aos *pets*. As BPF incluem requisitos como higienização de instalações e equipamentos, controle de contaminantes, monitoramento da cadeia produtiva e capacitação dos funcionários envolvidos na fabricação. De acordo com Carpinetti (2010), a adoção das BPF é essencial para minimizar riscos de contaminação e manter a consistência dos produtos.

Por fim, muitas indústrias de alimentação *pet* no Brasil seguem padrões internacionais, como a ISO 22000, que estabelece diretrizes para a gestão da segurança alimentar. Essa certificação é particularmente importante para empresas que exportam seus produtos, pois demonstra conformidade com os padrões globais.

A fiscalização do setor é conduzida principalmente pelo MAPA, em parceria com órgãos estaduais e municipais. Essa fiscalização abrange desde as etapas iniciais de fabricação até a comercialização dos produtos nos pontos de venda. Empresas que descumprem as normas estão sujeitas a sanções, que podem incluir multas financeiras, suspensão do registro e recolhimento de produtos.

A fiscalização rigorosa tem contribuído para elevar o padrão de qualidade da indústria brasileira de alimentação *pet*, fortalecendo sua reputação no mercado interno e externo. Segundo a International (2023), o cumprimento das normas é um diferencial competitivo para as empresas, pois demonstra compromisso com a saúde e o bem-estar dos animais.

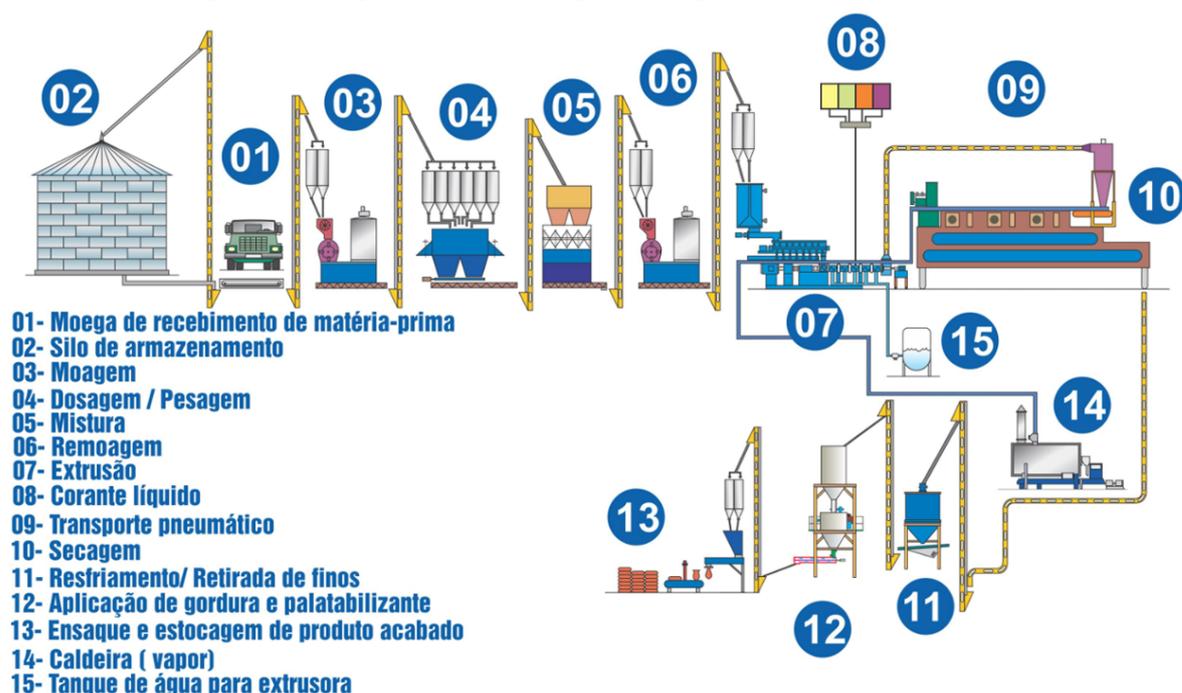
A regulação e as normas do setor de alimentação *pet* no Brasil desempenham um papel crucial para garantir a qualidade, a segurança e a competitividade dos produtos. Embora os desafios regulatórios representem uma barreira para algumas empresas, o cumprimento dessas exigências é fundamental para fortalecer a confiança dos consumidores e consolidar a posição do Brasil como um dos líderes globais no mercado de produtos *pet*. À medida que o setor evolui, a adaptação às novas demandas regulatórias e a adoção de práticas sustentáveis continuarão a ser fatores-chave para o sucesso das empresas.

2.4 Processo produtivo de rações secas

2.4.1 Recebimento e Armazenamento de Matéria-Prima

O processo produtivo de rações secas, esquematizado na Figura 8, inicia-se com o recebimento e o armazenamento das matérias-primas no setor da moega, constituindo uma etapa crítica para a garantia da qualidade do produto final. A seleção, a inspeção e a correta estocagem das matérias-primas a serem utilizadas na produção das rações secas são etapas fundamentais para evitar contaminação, deterioração e perdas nutricionais. Segundo a EMBRAPA (2022), a má gestão dessa fase pode comprometer não apenas a segurança alimentar dos animais, mas também a eficiência econômica da produção.

Figura 8 – Esquematização do processo produtivo de rações secas



Fonte: Ferraz Máquinas (2025)

Cada lote de insumos recebido deve ser submetido a critérios rigorosos de aceitação, tendo como objetivo garantir que os insumos estejam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente e pelas especificações internas da empresa. Dentre os principais parâmetros avaliados, estão as análises visual e sensorial, teste de umidade, análise de contaminantes e verificação de certificação e rastreabilidade (MAPA, 2021).

Após a aprovação no processo de recebimento, as matérias-primas devem ser armazenadas corretamente para evitar deterioração e contaminação. O armazenamento adequado dos insumos de fábrica influencia diretamente a qualidade e a estabilidade dos ingredientes, além de impactar a eficiência do processo produtivo.

As diversas categorias de ingredientes utilizados na indústria de alimentação pet para a fabricação de rações secas podem ser armazenadas de diferentes formas, dependendo de suas características físicas e químicas, Quadro 5:

Quadro 5 – Formas de armazenamento de ingredientes da indústria de alimentação pet

Armazenamento	Descrição
Armazéns Graneleiros	Utilizados para estocagem de grandes volumes de grãos, como milho, trigo e soja. O controle de temperatura e umidade é essencial para evitar o desenvolvimento de fungos e pragas.
Silos Metálicos ou de Concreto	Destinados ao armazenamento de insumos a granel, como farelo de soja e polpa cítrica. Devem possuir ventilação e sistemas de monitoramento para evitar condensação de umidade.
Depósitos para Ingredientes Secos	Localizados em ambientes controlados, armazenam aditivos, vitaminas e minerais. Sua separação evita a contaminação cruzada.
Tanques para Armazenamento de Gorduras e Óleos	Devem ser mantidos sob temperatura controlada para evitar rancificação e degradação oxidativa dos lipídios.

Fonte: Autor (2025)

2.4.2 Preparação das Matérias-Primas

Após o recebimento e o armazenamento adequado das matérias-primas, a etapa seguinte do processo produtivo de rações secas consiste na preparação dos ingredientes para a formulação final do produto. Essa fase envolve as etapas de dosagem, moagem, mistura e pré-condicionamento, sendo fundamental para garantir a homogeneidade da ração e a qualidade nutricional do alimento. De acordo com MAPA (2021), um controle preciso dessa etapa reduz desperdícios de insumos, melhora a digestibilidade dos alimentos e otimiza o rendimento da produção na fase posterior de extrusão.

A dosagem é a primeira etapa para a preparação das matérias-primas e tem como objetivo garantir que cada componente da formulação da ração seca esteja presente na quantidade correta. Dentre os métodos de dosagem mais utilizados, destaca-se o método gravimétrico, que realiza a dosagem dos ingredientes a partir de seu peso, garantindo maior precisão na formulação. A Figura 9 representa um modelo comumente utilizado de balança gravimétrica.

Figura 9 – Modelo de balança gravimétrica



Fonte: Alfa Instrumentos (2025)

Em seguida, ocorre a moagem, uma etapa essencial na preparação do produto final, pois a granulometria da ração influencia diretamente a digestibilidade do alimento, a textura da ração e a eficiência da extrusão (Owens; Secrist; Hill; Gill, 1997). A moagem possui como objetivos a redução do tamanho das partículas e o aumento da área de contato dos ingredientes, melhorando a eficiência de extrusão. A Figura 10 representa um moinho de martelos.

Figura 10 – Modelo de moinho de martelos



Fonte: Metalúrgica Gravino (2025)

Após a moagem, os ingredientes seguem para a etapa de mistura, que tem como objetivo distribuir homogeneamente os componentes da formulação. A qualidade da mistura é essencial para garantir a distribuição uniforme dos nutrientes na ração, principalmente os ingredientes de menor inclusão, tais como vitaminas e microminerais (Borges, 2019). A Figura 11 exemplifica um misturador horizontal de pás.

Figura 11 – Modelo de misturador horizontal de pás



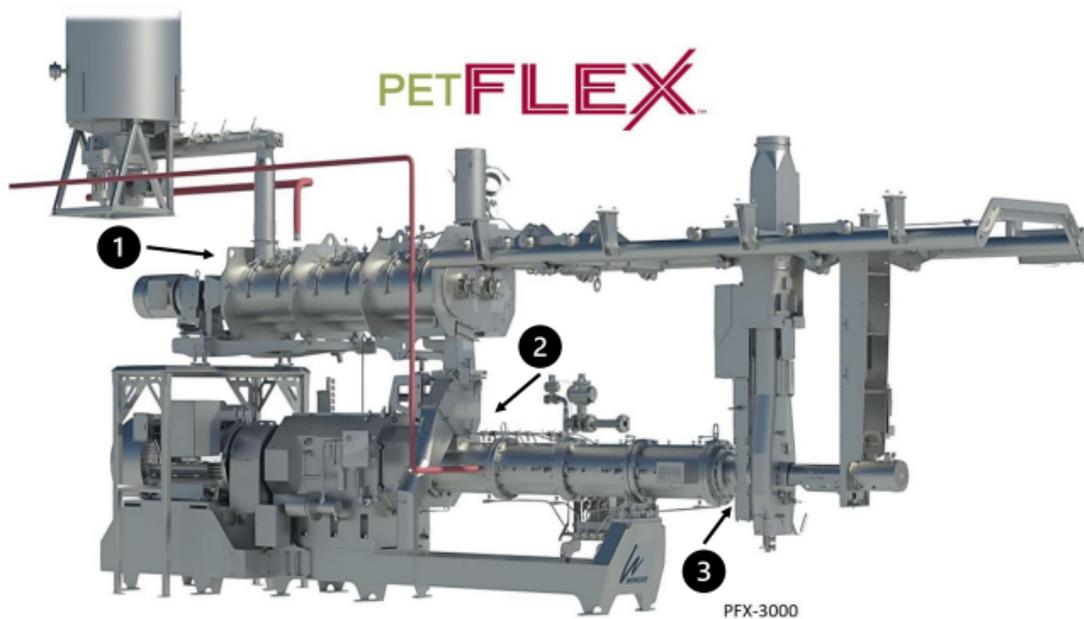
Fonte: Consolid (2025)

O pré-condicionamento é a última etapa da preparação das matérias-primas antes da extrusão. Esse processo envolve o tratamento térmico e a adição de vapor e outros líquidos (óleos, emulsões e aditivos), com o objetivo de favorecer a hidratação interna dos grânulos e, conseqüentemente, o cozimento da farinha recém-saída da mistura. Ainda, o pré-condicionamento facilita a formação da ração, promove maior digestibilidade do produto final e ajuda a eliminar a carga microbiana do processo, Figura 12.

2.4.3 Extrusão

A extrusão é uma das etapas mais críticas na fabricação de rações secas, sendo responsável por conferir textura, forma, digestibilidade e estabilidade ao produto, além de sanitizá-lo. Para isso, a extrusora, Figura 12, combina fatores como umidade, pressão, temperatura e fricção mecânica em um curto período de tempo. A seleção rigorosa desses fatores resulta no aumento da qualidade, da produtividade e na redução dos custos do processo produtivo (Riaz, 2000).

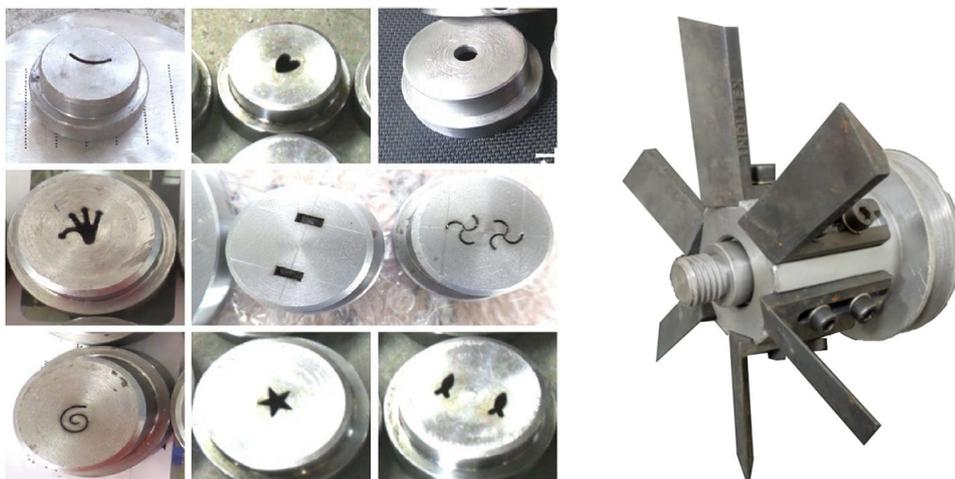
Figura 12 – Modelo de extrusora de helicóide simples



Fonte: Adaptado de Wenger Manufacturing (2025)

As etapas do processo de extrusão estão representadas na Figura 12. A farinha vinda do pré-condicionamento é homogeneizada por pás radiais acopladas a uma barra cilíndrica horizontal (1) e segue para a câmara de extrusão (2), onde é aquecida pela compressão e pelo cisalhamento causados pela rosca sem-fim da helicóide da extrusora. Nesta etapa, também são adicionados água e vapor, finalizando o cozimento da massa e realizando a sanitização térmica do produto. Por fim, a massa já homogeneizada, cozida e sanitizada é pressionada através da matriz de extrusão (3), que confere forma à ração, enquanto um conjunto de facas realiza o corte do produto no tamanho correto, Figura 13.

Figura 13 – Modelos de matrizes e conjunto de facas

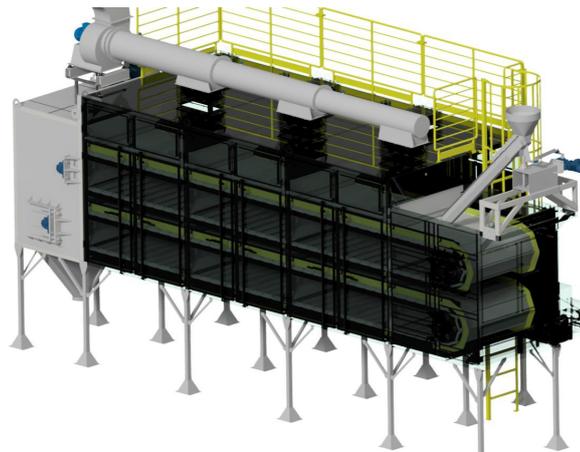


Fonte: Indutex (2025)

2.4.4 Secagem e resfriamento

Após a etapa de extrusão, a ração ainda está úmida e em temperatura superior a 90°C. Se não for seca adequadamente, pode ocorrer desgaste estrutural, proliferação de microrganismos e comprometimento da vida útil do produto, evidenciando a necessidade do processo de secagem (Fucillini; Veiga, 2014). Um secador largamente utilizado é o de esteira, Figura 14, que transporta a ração por esteiras dentro de câmaras de ar quente, garantindo uma secagem gradual e uniforme.

Figura 14 – Modelo de secador de esteira



Fonte: greenpeças (2025)

Após a secagem, a ração ainda está em temperaturas superiores a 60°C, necessitando de um processo de resfriamento para que possa ser embalada e armazenada com segurança. O resfriamento previne a condensação de umidade, que poderia resultar em bolores e deterioração do produto. Os resfriadores de contrafluxo são os mais utilizados no segmento, pois reduzem a temperatura da ração de forma eficiente, preservando suas características, Figura 15.

Figura 15 – Modelo de resfriador de contrafluxo



Fonte: maggisan (2025)

2.4.5 Envase

Após as etapas anteriores, a ração está pronta para ser embalada. Segundo Oliveira, Teixeira e Fidelis (2011), uma embalagem inadequada pode gerar perdas por degradação oxidativa, contaminação microbiológica ou absorção de umidade. Assim, a escolha da embalagem tem um papel fundamental na preservação da qualidade do produto, garantindo que a ração mantenha sua textura, crocância, frescor e segurança alimentar ao longo do tempo. Os principais tipos de embalagens para rações secas são expostos no Quadro 6:

Quadro 6 – Categorias de embalagens para rações secas

Embalagem	Descrição
Papel ou polipropileno	Utilizadas para rações vendidas a granel em grandes volumes, possuem menor custo, porém menor proteção contra umidade e oxidação.
Plásticos laminados	Protegem contra umidade e contaminação externa, além de possuírem barreiras contra oxigênio, reduzindo a oxidação de gorduras.
Metalizadas ou multicamadas	Oferecem maior proteção contra luz, umidade e oxigênio, sendo utilizadas principalmente em rações super premium e dietas especiais.

Fonte: Autor (2025)

A Figura 16 mostra um modelo de envasadora vertical utilizada para envasar rações secas. Um ciclo de máquina comum é a pesagem da ração, o enchimento da ração na embalagem, a selagem do pacote e a datação do lote e validade, conforme a legislação vigente.

Figura 16 – Modelo de envasadora



Fonte: MCZ Automazioni (2025)

3 METODOLOGIA

3.1 Classificações metodológicas

Em relação aos elementos essenciais da metodologia, este trabalho é classificado quanto à finalidade como uma pesquisa aplicada, contribuindo para a resolução da situação específica da redução de custos com matéria-prima na fábrica de alimentação *pet*.

No que tange ao objetivo metodológico, o mesmo é classificado como uma pesquisa descritiva, partindo da evidência comprovada das perdas com matéria-prima da fábrica de alimentação *pet*, coletando informações referentes ao processo produtivo, analisando as variáveis envolvidas e propondo modificações a serem implementadas na cadeia produtiva.

No que diz respeito à abordagem, este trabalho segue a linha quantitativa, analisando os dados coletados a partir de métodos e ferramentas bem estabelecidos, como as ferramentas da qualidade e a metodologia *PDCA*.

Referente à classificação do método, este trabalho segue a linha hipotético-dedutiva, estabelecendo hipóteses para as perdas de matéria-prima na fábrica de alimentação *pet* e confirmando-as ou não, seguindo as ferramentas do ciclo *PDCA*.

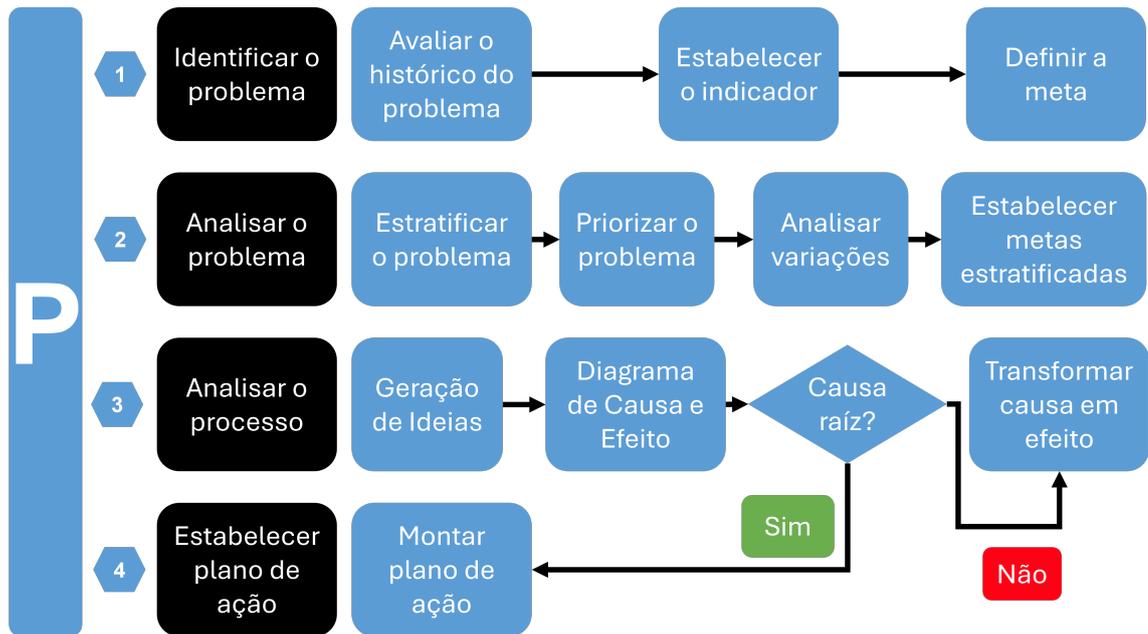
Por fim, no que diz respeito aos procedimentos, este trabalho é classificado como um estudo de caso, sendo uma investigação que objetivou retratar de forma profunda e detalhada os aspectos da perda de matéria-prima na fábrica de alimentação *pet*.

Com a classificação da metodologia em todas as suas esferas, as seções a seguir irão detalhar cada etapa do ciclo *PDCA*, desenvolvidas em consonância com as diretrizes estabelecidas.

3.2 Planejamento

A primeira etapa para o desenvolvimento deste trabalho foi a fase de planejamento, essencial para compreender profundamente o problema enfrentado e suas causas fundamentais. Para garantir uma abordagem estruturada e eficiente, foram estabelecidas diretrizes claras para a análise inicial, permitindo uma visão detalhada dos fatores que impactam o processo estudado. Nesse contexto, o plano de trabalho foi elaborado com base no fluxograma apresentado na Figura 17, que orientou a execução das atividades de forma sequencial e organizada. Ao todo, foram desenvolvidas quatro atividades fundamentais, cada uma desempenhando um papel estratégico para o sucesso desta etapa.

Figura 17 – Fluxograma de trabalho da etapa de planejamento do PDCA



Fonte: Adaptado de Otávio Roseo (2023)

Na primeira atividade do planejamento, o objetivo foi o de identificar o problema a ser resolvido com o trabalho. Com isso, foram desdobradas as atividades de avaliação histórica do problema enfrentado, o estabelecimento de indicadores do projeto e a definição das metas a serem cumpridas. Para a análise temporal dos dados, foram utilizados como suporte os relatórios de balanço de inventário da fábrica. Em relação à definição de indicadores, o indicador de perda foi estabelecido como a diferença entre o consumo previsto da matéria-prima em receita e o consumo real após a produção. Finalmente, as metas a serem trabalhadas com o presente projeto foram estabelecidas de acordo com o padrão de projetos da empresa.

Na segunda atividade do planejamento, buscou-se analisar o problema tratado no projeto. Dessa maneira, foram desdobradas as atividades de estratificação do problema, priorização do problema, análise de variações e a definição de metas específicas. Para a estratificação do problema, foi levantada a perda acumulada por matéria-prima dos últimos treze períodos, gerando um diagrama de Pareto para melhor visualização dos impactos das matérias-primas nos custos da fábrica de alimentação *pet*. Com a ajuda de uma matriz de esforço vs. impacto, as perdas foram priorizadas de acordo com os recursos a serem utilizados para a sua tratativa e os retornos financeiros que os projetos poderiam trazer. Seguindo com a perda escolhida para este trabalho, suas variações foram detalhadas e a meta específica para a redução da perda específica foi definida de acordo com os padrões da organização.

Na terceira atividade do planejamento, o foco foi analisar o processo, aplicando as

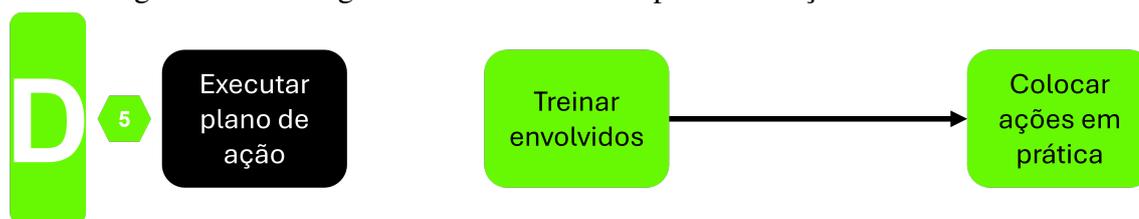
ferramentas da qualidade de modo a identificar as causas raízes para a perda da matéria-prima específica na fábrica de alimentação *pet*. Desse modo, foram desdobradas as atividades de geração de ideias (*brainstorming*), análise de causa e efeito, através do diagrama de Ishikawa, e análise dos 5 porquês para chegar à raiz do problema. Como boa prática de projeto, essas atividades foram realizadas com a colaboração de um time multidisciplinar, contando com membros da operação, manutenção, analistas de processo e de qualidade, dentre outros.

Na quarta e última etapa do planejamento, os esforços foram voltados para a definição de um plano de contramedidas para a mitigação e/ou eliminação das causas raízes do problema específico encontradas anteriormente, sendo utilizada a ferramenta dos *5W2H* para direcionar a elaboração do plano.

3.3 Execução

A segunda etapa para o desenvolvimento do trabalho foi a execução, sendo responsável por colocar em prática as ações planejadas no plano de contramedidas, garantindo que as estratégias definidas nas etapas anteriores fossem implementadas de forma eficiente. A fase de execução seguiu um fluxo de trabalho estruturado de acordo com o fluxograma da Figura 18, envolvendo a implementação das ações corretivas, o monitoramento contínuo das variáveis do processo e a coleta de dados para análise posterior.

Figura 18 – Fluxograma de trabalho da etapa de execução do *PDCA*



Fonte: Adaptado de Otávio Roseo (2023)

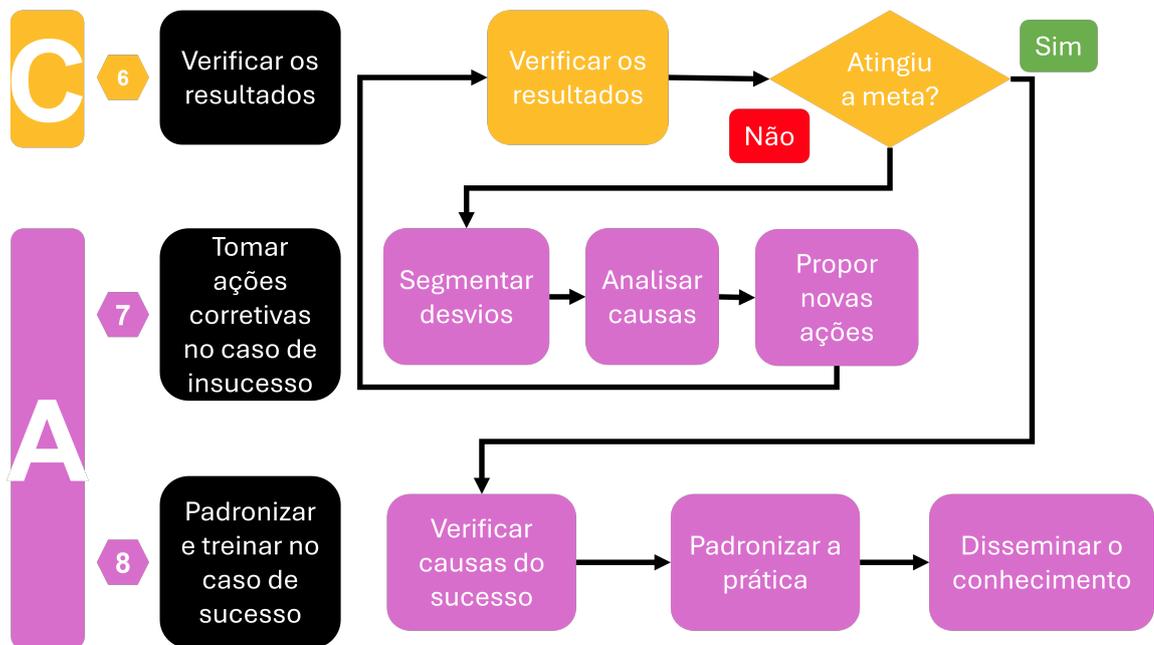
Um ponto de atenção nesta fase é que a participação ativa da equipe envolvida no projeto é fundamental para o sucesso desta etapa, garantindo que as mudanças sejam aplicadas de forma adequada e que possíveis desvios sejam rapidamente identificados e corrigidos. Outro aspecto relevante é a eficiência na alocação de recursos para a execução das atividades, sejam humanos ou financeiros, garantindo os prazos e a qualidade das ações implementadas.

3.4 Verificação e Padronização

A terceira etapa da aplicação do ciclo *PDCA* é a verificação dos resultados obtidos, que possui como objetivo avaliar se as ações executadas na fase anterior surtiram o efeito desejado, ou seja, se contribuíram para o alcance das metas estabelecidas na etapa de planejamento.

A etapa de verificação é bastante decisiva no andamento do projeto de redução de custos. Caso os resultados sejam satisfatórios, ou seja, cumpram com as metas estabelecidas, o trabalho segue para a etapa seguinte com a sua conclusão e padronização. Caso contrário, o trabalho segue com a análise dos desvios e o plano de contramedidas é atualizado com as novas informações. Esse procedimento está exemplificado no fluxograma da Figura 19.

Figura 19 – Fluxograma de trabalho das etapas de verificação e de ação do *PDCA*



Fonte: Adaptado de Otávio Roseo (2023)

Por fim, a quarta etapa do ciclo *PDCA* é a ação. Conforme visto na etapa anterior, esta etapa é dividida em dois fluxos possíveis, conforme o fluxograma da Figura 19.

Caso não haja o cumprimento das metas, os desvios encontrados são analisados com base nas ferramentas apresentadas na etapa de planejamento e as ações provenientes dessa análise são adicionadas ao plano de contramedidas estabelecido e o processo retorna à etapa de verificação.

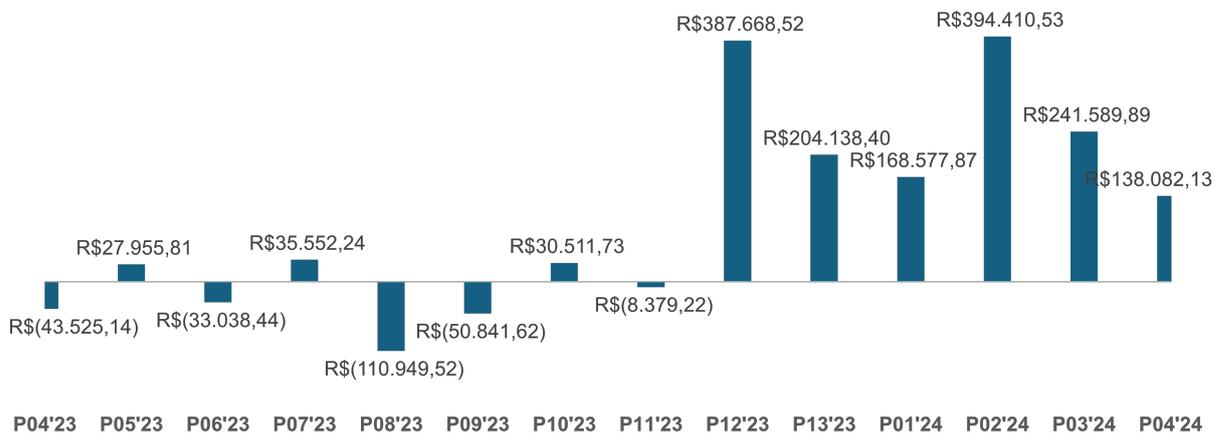
Caso ocorra o cumprimento das metas do projeto, são levantados os pontos de sucesso para serem padronizados como novos procedimentos operacionais ou alterações no processo produtivo, finalizando com o repasse do conhecimento através de treinamentos ou informativos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Planejamento

A etapa de planejamento foi desenvolvida de acordo com o fluxograma apresentado anteriormente na Figura 17, iniciando com o levantamento do histórico das perdas de matéria-prima da fábrica com o suporte dos relatórios de balanço de inventário. Com esses dados, foi possível construir o gráfico da Figura 20, no qual foi possível identificar um aumento significativo das perdas com insumos a partir do décimo segundo período do ano de 2023 (P12'23).

Figura 20 – Histórico das perdas de matéria-prima



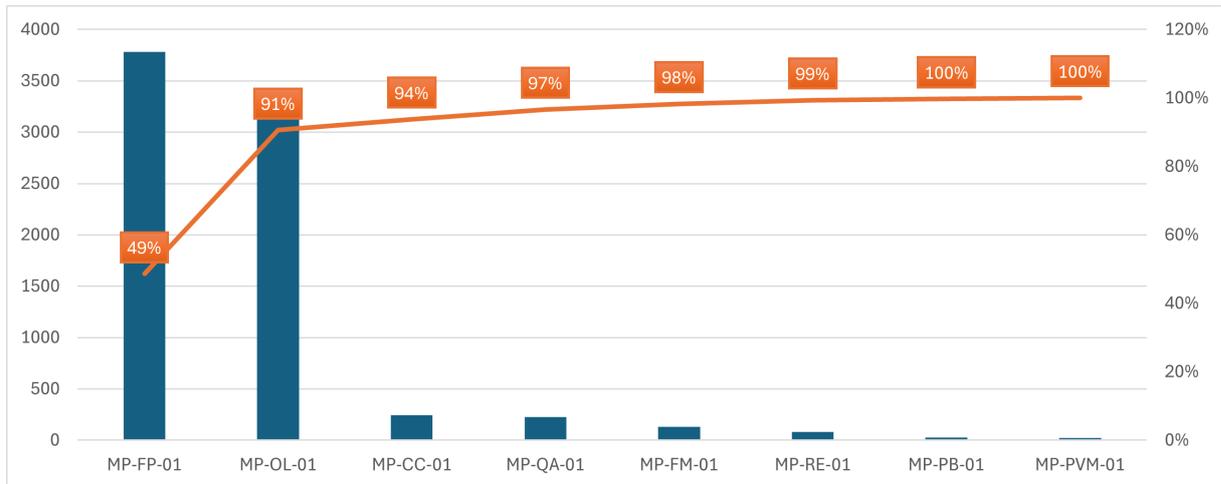
Fonte: Autor (2025)

Nesse ponto, também foi definido o indicador de perda de matéria-prima como sendo a diferença entre o consumo esperado do insumo pela ordem de produção e o consumo real visualizado nos balanços de inventário, Equação 1, sendo esse indicador acompanhado diariamente pelo time de inventário da fábrica.

$$\text{Perda} = \text{Consumo Esperado} - \text{Consumo Real} \quad (1)$$

Em seguida, foi iniciada a etapa de estratificação do problema. Com os dados dos balanços de inventário, foi possível segmentar as perdas por cada matéria-prima ao longo do período analisado, além de poder avaliar o seu impacto na perda total, resultando na construção do diagrama de Pareto da Figura 21. A partir desse diagrama, foi possível identificar quais foram as matérias-primas que mais influenciaram os custos da fábrica durante o período avaliado, servindo de base para as etapas futuras.

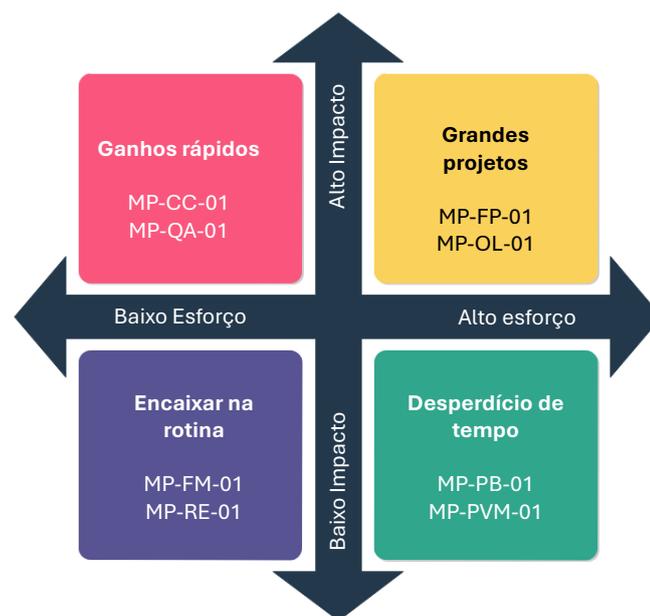
Figura 21 – Diagrama de Pareto das perdas por matéria-prima



Fonte: Autor (2025)

Em seguida, ocorreu a etapa de priorização dos projetos a serem executados para o cumprimento da meta global estabelecida, utilizando como auxílio a matriz esforço vs. impacto da Figura 22. Os projetos com esforço e impacto altos foram classificados como grandes projetos (a exemplo da MP-FP-01), por necessitarem de mais tempo e investimentos para serem realizados. Os projetos em que o impacto é alto e o esforço é baixo foram classificados como ganhos rápidos (tal qual o MP-QA-01), sendo possíveis de se realizar com baixo ou nenhum investimento e a um tempo significativamente menor do que os de grandes projetos.

Figura 22 – Priorização de projetos a partir da matriz esforço vs. impacto

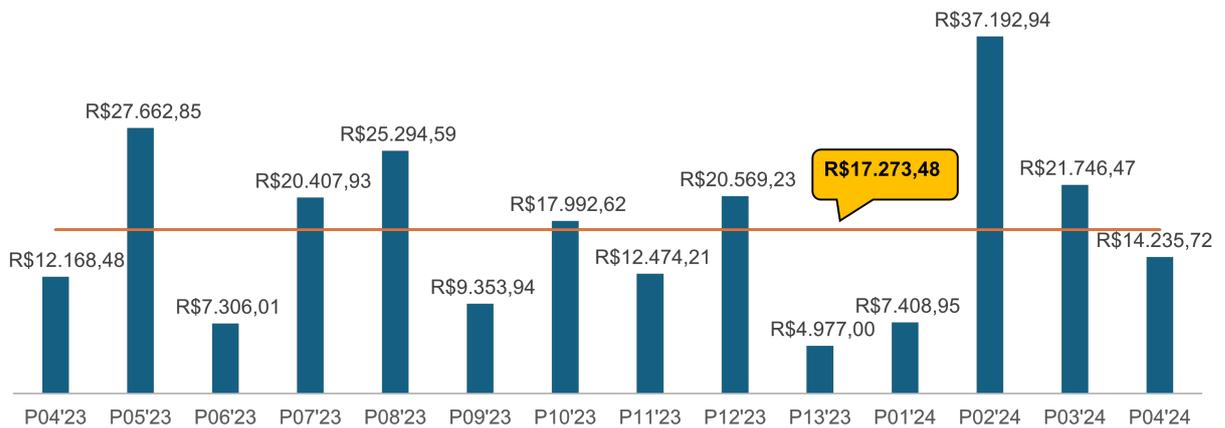


Fonte: Autor (2025)

Ainda, os projetos de esforço e impacto baixos (p.ex. MP-RE-01) foram mantidos em espera para serem implementados quando houver oportunidade, enquanto os projetos de baixo impacto e alto esforço (e.g. MP-PVM-01) foram descartados por não agregarem à fábrica e desestimularem as equipes.

Para este trabalho, optou-se por trabalhar com o projeto de ganho rápido relacionado à matéria-prima MP-CC-01 em virtude do tempo limitado para a sua defesa e das vantagens citadas anteriormente, agregando relevância ao trabalho e ganhos significativos à organização. Desse modo, as perdas do MP-CC-01 foram levantadas e compiladas na Figura 23, sendo definido o indicador de perda de MP-CC-01 e a média de custos em R\$17.273,48. Ainda, foi estipulada a meta de redução da perda em 75%, conforme diretrizes da empresa.

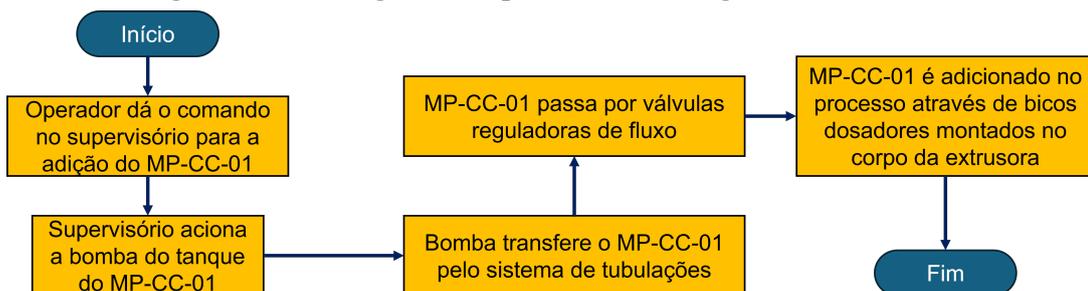
Figura 23 – Histórico das perdas do MP-CC-01



Fonte: Autor (2025)

Em seguida, a análise da perda do MP-CC-01 foi restrita às etapas de armazenamento e de extrusão, onde ocorrem seu abastecimento e consumo, respectivamente. Para auxílio nesta etapa, esse processo foi detalhado no fluxograma da Figura 24, que permitiu à equipe do projeto realizar uma sessão de *brainstorming* para o levantamento de hipóteses sobre as causas da perda.

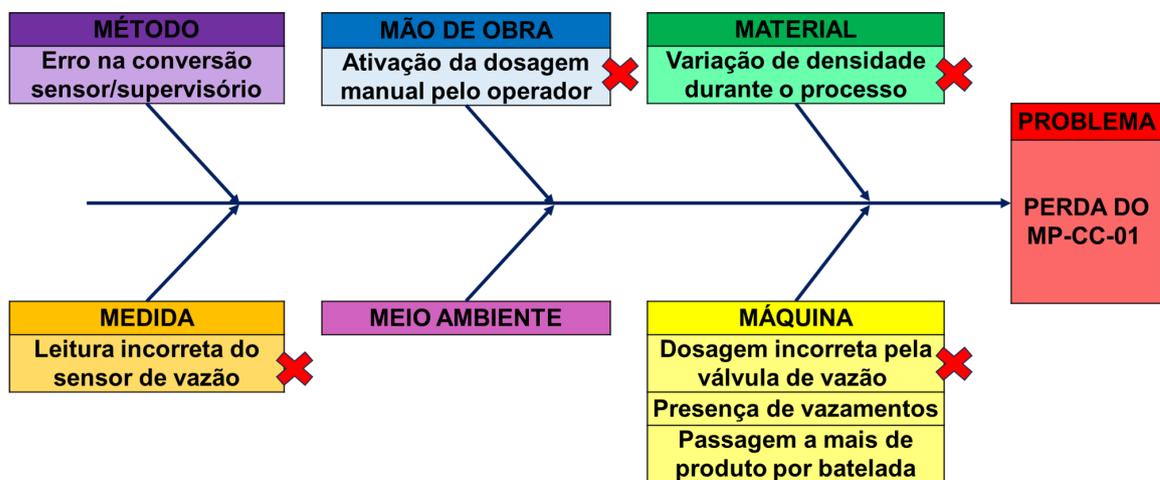
Figura 24 – Fluxograma do processo de dosagem do MP-CC-01



Fonte: Autor (2025)

As hipóteses levantadas no *brainstorming* foram organizadas dentro do diagrama de Ishikawa da Figura 25 e, posteriormente, foram testadas para verificar a sua validade. Após o teste, foram descartadas as hipóteses de: leitura incorreta do sensor de vazão e dosagem incorreta pela válvula de vazão por meio de testes de vazão do MP-CC-01, verificando que os sensores e válvulas estavam funcionando bem; variação de densidade do MP-CC-01 durante o processo por meio de análises de densidade em diversas temperaturas, atestando variações mínimas de densidade dentro da faixa de trabalho; dosagem manual por meio da existência de intertravamento no sistema supervisor, impossibilitando essa dosagem manual pela operação.

Figura 25 – Diagrama de Ishikawa realizado



Fonte: Autor (2025)

Para as demais hipóteses encontradas no diagrama de Ishikawa, foram realizadas análises dos 5 porquês para identificar suas causas raízes, sendo apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Análise dos 5 porquês

Causa provável	Por quê?	Por quê?	Por quê?
Erro na conversão sensor/supervisor.	Não há fator de conversão entre o sensor e o supervisor.	-	-
Passagem a mais de produto por batelada.	As balanças estão pesando material a mais.	Há variações de tensão acima de especificação nas células de carga.	Os suportes das balanças não são rígidos o suficiente.
Presença de vazamentos.	Tanque do MP-CC-01 está enferrujado.	Não houve manutenção preventiva.	O tanque não estava contemplado na programação de manutenção preventiva.

Fonte: Autor (2025)

Avaliando as saídas dos 5 porquês, foi possível identificar três causas raízes para o problema da perda do MP-CC-01. A primeira causa raiz ocorreu pela falta de um fator de conversão entre o sensor de vazão do MP-CC-01 e o sistema supervisor (que monitora e controla os dados do processo produtivo), o que fez com que houvesse sobredosagem.

A segunda causa raiz foi referente à falta de rigidez na estrutura das balanças, sofrendo deformações durante o processo de pesagem e ocasionando variações de tensão nas células de carga, pesando mais produto. Por fim, a última causa raiz identificada foi um vazamento no tanque devido à falta de manutenção preventiva, por não estar contemplado nessas rotinas.

A partir de todas essas informações, o time multidisciplinar que realizou este trabalho pôde elaborar o plano de contramedidas abaixo, de acordo com a ferramenta *5W2H*, Quadro 8.

Quadro 8 – Plano de ações para reduzir as perdas do MP-CC-01 baseado no *5W2H*

O quê?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Reparar vazamentos no tanque.	Eliminar ocorrência de vazamentos.	Time de Manutenção.	Área de líquidos.	09/11/24.	Soldagem.	R\$ 150,00
Incluir tanque nas manutenções preventivas.	Prevenir deterioração do sistema.	Analista PCM.	Planilha de manutenções preventivas.	04/11/24.	Inclusão de manutenções preventivas no tanque.	R\$ 0,00
Adequar estrutura das balanças.	Reduzir pesagem a mais de material.	Time de Engenharia.	Área de pesagem.	31/01/25.	Adicionar reforços estruturais.	R\$ 145.927,00
Inserir fator de conversão no supervisor.	Eliminar sobredosagem por falta de conversão.	Time de Automação.	Sistema supervisor.	01/11/24.	Adição do fator no cálculo de dosagem.	R\$ 0,00.

Fonte: Autor (2025)

4.2 Execução

A etapa de execução transcorreu de acordo com o fluxograma visto anteriormente na Figura 18. Para sanar a causa raiz referente ao tanque de armazenamento do MP-CC-01, foram reparados os vazamentos por meio de soldagem e o equipamento passou a constar nas rotinas de manutenção preventiva, com as inspeções, limpezas e calibrações expostas na Figura 26.

Figura 26 – Atualização do plano de manutenções preventivas

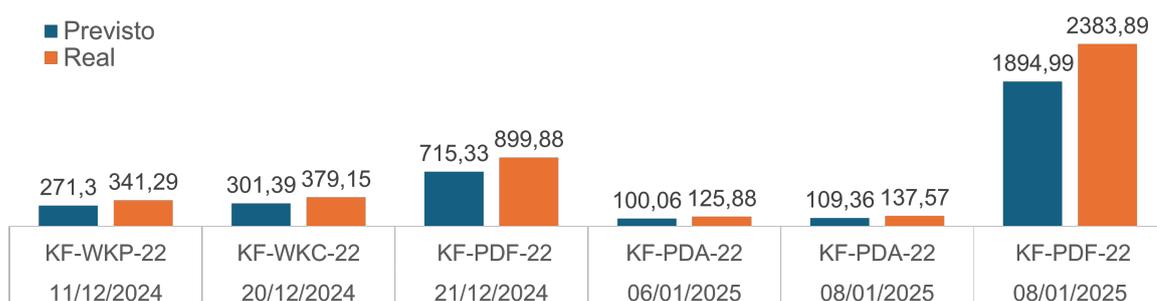
Plano de Manutenção Preventiva							
Detalhes das Tarefas							
Id	Ativo	Tarefa (campo manual)	Tipo	Responsável	Semana Inicial	Frequência	Estado
35	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Inspeção visual externa (Verificar condição geral do tanque, identificar sinais de corrosão, rachaduras ou danos na estrutura)	Inspeção	Miguel	1	Semanal	--
36	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Inspeção de conexões e vedações (Examinar tubulações e válvulas para detectar vazamentos ou desgaste)	Inspeção	Alice	1	Semanal	--
37	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Verificação de sensores (Conferir o funcionamento correto dos sensores de nível, pressão e vazão)	Outro	Davi	4	Mensal	--
38	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Limpeza interna	Limpeza	Carol	4	Semestral	--
39	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Teste de estanqueidade	Outro	Bernardo	2	Semestral	--
40	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Inspeção das tubulações e válvulas (Avaliar possíveis obstruções e danos nas conexões)	Inspeção	Bernardo	3	Trimestral	--
41	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Calibração dos sensores	Outro	Alice	1	Anual	--
42	Outra.TQ-MP-07 (Área de Líquidos)	Inspeção estrutural completa (Avaliação detalhada da integridade do tanque, incluindo soldas e suportes)	Inspeção	Davi	1	Anual	--

Fonte: Autor (2025)

Em relação à causa raiz relacionada à falta de rigidez nas estruturas de suporte das balanças de pesagem, foram instalados reforços estruturais em pontos estratégicos definidos pelo time de engenharia da fábrica. Adicionalmente, as células de carga utilizadas nas balanças foram substituídas por outras mais precisas e com tecnologia mais moderna.

Por fim, a causa raiz relacionada à falta de fator de conversão entre o sensor de vazão e o sistema supervisório foi resolvida com base no acompanhamento de produções que utilizam o MP-CC-01 em sua composição (os produtos identificados como KF). Para isso, foram comparados os consumos previstos do insumo de acordo com as receitas utilizadas e os consumos reais medidos nos balanços de inventário. A Figura 27 apresenta os resultados dessas produções assistidas.

Figura 27 – Resultados das produções assistidas envolvendo o MP-CC-01



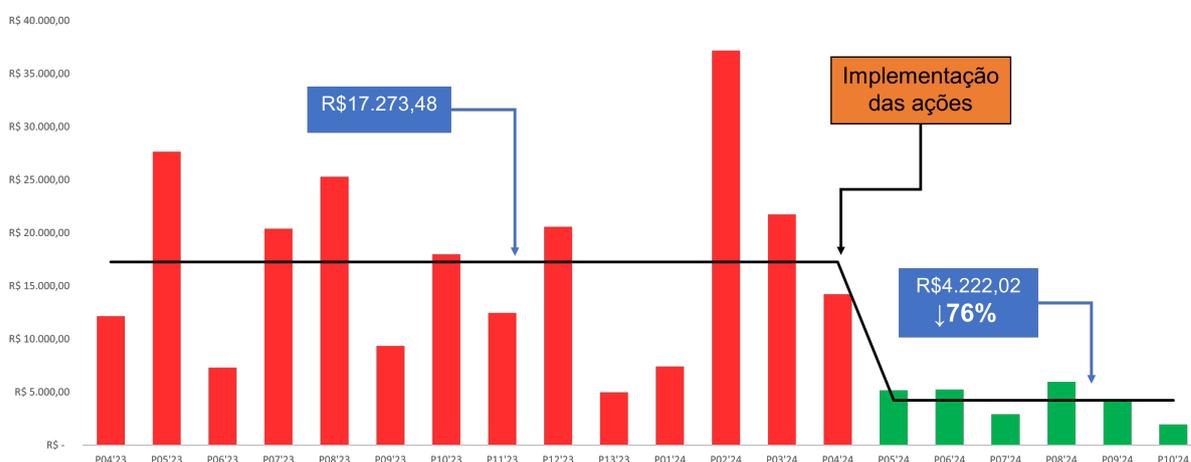
Fonte: Autor (2025)

Analisando os dados obtidos, é possível visualizar uma razão constante entre o consumo real e o consumo previsto de 1,258. Esse valor, portanto, foi adotado como o fator para corrigir a dosagem no sistema supervisor, assegurando maior precisão no controle do insumo.

4.3 Verificação

A etapa de verificação foi realizada de acordo com o fluxograma exposto previamente na Figura 19, com a checagem dos resultados obtidos após a implementação do plano de ações. Para tanto, continuou-se com o acompanhamento periódico das perdas do MP-CC-01 por meio dos relatórios de balanço de inventário, sendo os resultados obtidos compilados na Figura 28.

Figura 28 – Acompanhamento periódico das perdas do MP-CC-01



Fonte: Autor (2025)

Os resultados ilustram uma redução significativa de 76% nos custos associados às perdas do MP-CC-01, indicando, também, a sustentabilidade das ações a longo prazo. Esse resultado não apenas demonstra a eficácia das ações adotadas, mas também reforça a aderência aos objetivos do negócio, evidenciando um grande avanço na otimização dos recursos e na eficiência produtiva.

4.4 Ação

Finalizando o projeto *PDCA*, a etapa de ação seguiu o fluxograma da Figura 19, com foco em consolidar as melhorias obtidas. Para isso, todas as alterações realizadas foram registradas e padronizadas em um formulário de gerenciamento de mudanças, bem como foram repassadas em treinamentos aos times operacionais. Dessa forma, a etapa de ação não apenas consolidou os ganhos obtidos, mas também estabeleceu uma base sólida para o progresso da melhoria contínua, promovendo um ambiente produtivo mais eficiente e sustentável.

4.5 Análise econômico-financeira do projeto

Posteriormente, foi realizada a avaliação econômico-financeira do projeto por meio da análise do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR).

O VPL calcula a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros e o investimento inicial, utilizando uma taxa de desconto que reflete o custo de capital ou o retorno desejado. Um VPL positivo indica que o investimento provavelmente gerará mais valor do que o custo inicial, enquanto um VPL negativo sugere o contrário, Equação 2:

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=P} \frac{\text{Investimento} + \text{Retorno}}{(1 + \text{Taxa de desconto})^n} \quad (2)$$

Já a TIR representa a taxa de desconto que torna o VPL de todos os fluxos de caixa de um projeto igual a zero, na qual o investimento não gera lucro nem prejuízo. Uma TIR maior do que a taxa de desconto significa que o projeto é viável. O quadro 9 exibe o fluxo de caixa do projeto:

Quadro 9 – Fluxo de Caixa do Projeto

Período	Investimento	Retorno	Fluxo Bruto	Valor Presente	VP Acumulado
1	-R\$36.519,25	R\$13.051,45	-R\$23.467,80	-R\$23.248,20	-R\$23.248,20
2	-R\$36.519,25	R\$13.051,45	-R\$23.467,80	-R\$23.030,66	-R\$46.278,87
3	-R\$36.519,25	R\$13.051,45	-R\$22.815,16	-R\$23.248,20	-R\$69.094,03
4	-R\$36.519,25	R\$13.051,45	-R\$23.467,80	-R\$22.601,67	-R\$91.695,70
5	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$12.452,14	-R\$79.243,56
6	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$12.335,62	-R\$66.907,94
7	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$12.220,19	-R\$54.687,75
8	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$12.105,84	-R\$42.581,90
9	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$11.992,57	-R\$30.589,33
10	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$11.880,35	-R\$18.708,99
11	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$11.769,18	-R\$6.939,80
12	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$11.659,05	R\$4.719,25
13	R\$0,00	R\$13.051,45	R\$13.051,45	R\$11.659,05	R\$16.269,20

Fonte: Autor (2025)

Para a construção desse fluxo de caixa, foi considerado que o investimento do projeto (R\$146.077,00) foi pago em partes iguais ao longo de 4 períodos, que o retorno por período (R\$13.051,45) foi obtido durante os 13 períodos do ano e que a taxa de desconto foi de 13% ao ano (0,945% por período), valor compatível com o setor industrial.

Dessa forma, foi obtido um VPL de R\$16.269,20 e uma TIR de 57,6% ao ano (3,6% por período), demonstrando que o projeto tem potencial para gerar retorno maior do que o investimento, indicando a viabilidade financeira do projeto.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal reduzir os custos com matérias-primas em uma fábrica de alimentação *pet*, buscando otimizar os processos produtivos e minimizar desperdícios. Para isso, a empresa decidiu implementar a metodologia *PDCA* (*Plan, Do, Check, Act*), no intuito de identificar e corrigir falhas críticas no processo, utilizando ferramentas de gestão da qualidade como o Diagrama de Pareto, *5W2H* e os 5 Porquês. Os dados obtidos permitiram uma análise detalhada do desperdício do MP-CC-01, a matéria-prima priorizada neste trabalho, possibilitando a adoção de ações corretivas eficazes.

Os resultados alcançados foram expressivos, destacando-se uma redução de 76% nos custos associados às perdas do MP-CC-01, impactando significativamente na redução dos custos da não qualidade ao reduzir os desperdícios do insumo. Esse resultado só foi possível com o cumprimento dos objetivos específicos deste trabalho. Foram identificados os principais fatores que ocasionaram o problema, sendo eles vazamentos no tanque do insumo, falta de rigidez nas estruturas de pesagem e falta de conversão entre o sensor de vazão e o sistema supervisor do processo. Após isso, foi elaborado um plano de ação para mitigar as causas raízes encontradas, sendo posto em prática e tendo seus resultados monitorados. Por fim, os dados obtidos foram avaliados e os pontos de sucesso foram padronizados e repassados para o time técnico.

Como recomendação de trabalhos futuros, pode-se sugerir a expansão da aplicação da metodologia *PDCA* para a redução das perdas de outras matérias-primas ou para a redução de custos de outros setores da fábrica, como perdas no envase ou na extrusão, com o intuito de ampliar os ganhos operacionais da corporação. A continuidade dos treinamentos periódicos sobre a importância da padronização e do controle de processos também se mostra essencial para garantir a sustentabilidade das melhorias implementadas.

Após a finalização deste trabalho, conclui-se, portanto, que a metodologia *PDCA* se revelou altamente eficaz para a redução de custos na indústria de alimentação *pet*, permitindo um controle mais rigoroso dos insumos, redução significativa de desperdícios (\downarrow 76%) e melhoria contínua dos processos produtivos. A aplicação estruturada dessa metodologia contribuiu para tornar o processo produtivo mais eficiente, sustentável e alinhado às exigências competitivas do mercado, reforçando a importância de ferramentas de gestão da qualidade como estratégias fundamentais para o sucesso industrial.

REFERÊNCIAS

- ABINPET. **Informações Gerais do setor**. 2025. Disponível em: <<https://abinpet.org.br/informacoes-gerais-do-setor/>>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- BORGES, W. K. L. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA MISTURA COM USO DE MICROTRACER**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal do Mato Grosso, Mato Grosso, 2019.
- CALADO, L. P. **Aplicação do ciclo PDCA para avaliação das perdas no processo de embalagem: estudo de caso em uma indústria de ração animal**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.
- CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 3. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.
- COSTA, S. D. Aplicação da metodologia pdca para melhoria de processos industriais: um estudo de caso. **Revista Gestão Produção**, v. 7, n. 4, p. 1–12, 2020.
- COUTINHO, T. **Diagrama de Pareto: Aprenda a usar esse Recurso Gráfico para fazer sua Gestão de Qualidade**. 2018. Disponível em: <<https://voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-pareto>>. Acesso em: 03 out. 2024.
- CROSBY, P. B. **Quality is Free**. New York: McGraw-Hill, 1979.
- DEMING, W. E. **Out of the Crisis**. Cambridge: MIT Press, 1986.
- EMBRAPA. **Impactos do Custo de Insumos na Cadeia de Produção Animal**. Brasília: Embrapa Estudos e Capacitação, 2022.
- FM2S. **5 Porquês: o que é, como aplicar e exemplos práticos**. 2018. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/blog/5-porques-como-utilizar>>. Acesso em: 03 out. 2024.
- _____. **Fluxograma: o que é, como fazer e quais os tipos?** 2024. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/blog/tudo-sobre-fluxograma>>. Acesso em: 03 out. 2024.
- FORLOGIC, G. **Diagrama de Ishikawa**. 2016. Disponível em: <<https://ferramentasdaqualidade.org/diagrama-de-ishikawa/>>. Acesso em: 03 out. 2024.
- FUCILLINI, D. G.; VEIGA, C. H. A. d. Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso. **Revista Custos e @gronegocio on line**, v. 10, n. 4, p. 221–240, 2014.
- HARRINGTON, H. J. **Poor-Quality Cost: Implementing, Understanding, and Using the Cost of Poor Quality (COPQ)**. New York: ASQ Quality Press, 1999.
- INTERNATIONAL, E. **Pet Care in Brazil: Industry Overview**. 2023. Disponível em: <<https://www.euromonitor.com/>>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- JURAN, J. M. **Juran on Leadership for Quality: An Executive Handbook**. New York: Free Press, 1989.

JÚNIOR, A. A.; BRODAY, E. E. Adopting pdca to loss reduction: a case study in a food industry in southern brazil. **International Journal for Quality Research**, v. 13, n. 2, p. 335–348, 2019.

MAPA. **Manual de Boas Práticas na Fabricação de Alimentos para Animais**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021.

MENDES, R. T.; SANTOS, A. P.; SILVA, L. R. Redução de custos em fábricas de alimentação animal: desafios e soluções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, n. 2, p. 245–259, 2021.

OLIVEIRA, L. M. d.; TEIXEIRA, F. G.; FIDELIS, D. Embalagens plásticas para pet food: relação entre qualidade e proteção. **Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens**, v. 23, n. 2, p. 1–7, 2011.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. **Journal of animal Science**, v. 75, n. 3, p. 868–879, 1997.

PACHECO, D. A.; LUSTOSA, L. J.; CARDOSO, B. S. Aplicação do ciclo pdca em processos de melhoria contínua. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 21, n. 2, p. 320–337, 2017.

RIAZ, M. N. **Extruders in Food Applications**. Flórida: CRC Press, 2000.

SEBRAE. **Tendências e Perspectivas para o Mercado Pet no Brasil**. Brasília: Sebrae, 2021.

SEBRAE-SC. **5W2H: o que é, para que serve e por que usar na sua empresa**. 2023. Disponível em: <<https://www.sebrae-sc.com.br/blog/5w2h-o-que-e-para-que-serve-e-por-que-usar-na-sua-empresa>>. Acesso em: 03 out. 2024.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

TENNER, A. R.; TORO, I. J. de. **Total Quality Management: three steps to continuous improvement**. [S.l.]: Addison-Wesley, 1997.

VARGAS, R. D.; PEREIRA, M. S. O papel do pdca na gestão da qualidade em organizações brasileiras. **Revista Brasileira de Qualidade e Produtividade**, v. 5, n. 3, p. 40–50, 2018.