

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

Departamento de Engenharia Química

G
E
Q



Trabalho de Conclusão de Curso

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA AVALIAÇÃO DAS
PERDAS NO PROCESSO DE EMBALAGEM: ESTUDO
DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE RAÇÃO ANIMAL**

Lucas Pereira Calado

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Iris Eucaris de Vasconcelos

DEQ –Departamento de
Engenharia Química
Cidade Universitária- Recife – PE
CEP. 50640-901
Telefax: 0-xx-81- 21268717

Recife/PE

Maio/2023

LUCAS PEREIRA CALADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA AVALIAÇÃO DAS PERDAS NO
PROCESSO DE EMBALAGEM: Estudo de caso em uma indústria de ração
animal**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Química.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Iris Eucaris de Vasconcelos

RECIFE/PE

2023

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

Calado, Lucas Pereira.

Aplicação do ciclo PDCA para avaliação das perdas no processo de
embalagem: estudo de caso em uma indústria de ração animal / Lucas Pereira
Calado. - Recife, 2023.

49 : il., tab.

Orientador(a): Iris Eucaris de Vasconcelos
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Química -
Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Processo. 2. Melhoria Contínua. 3. Ciclo PDCA. 4. Ração Animal. I.
Vasconcelos, Iris Eucaris de. (Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

LUCAS PEREIRA CALADO

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA AVALIAÇÃO DAS PERDAS NO
PROCESSO DE EMBALAGEM: Estudo de caso em uma indústria de ração
animal**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado em: 12/05/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Iris Eucaris de Vasconcelos (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Sara Horácio de Oliveira Maciel
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Sônia Sousa Melo Cavalcanti de Albuquerque
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo o suporte e incentivo à educação, garantindo minha chegada até esta etapa.

A minha família, em especial ao meu irmão e minha tia avó, pelo suporte nos momentos mais necessários e que permitiram seguir nesta jornada, mesmo com todos os percalços.

Aos meus amigos de todas as etapas da minha vida, por estarem comigo nos desafios e vitórias. Especialmente para Camila, Odja, Osana, Manuela e Rharyne.

A minha gestora e amiga, Rose Silva, por acreditar no meu potencial, permitir o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Ao corpo docente da UFPE, que me tornaram o profissional que sou hoje, principalmente as professoras Sara, Sônia, Angeles e Iris.

E, por fim, a empresa que pude realizar o meu estágio e as pessoas que lá conheci e participaram do meu desenvolvimento, tanto profissional quanto pessoal.

RESUMO

Com a crescente influência de fatores externos em processos industriais, a busca pela melhoria contínua está cada vez mais presente, principalmente para redução de custos e aumento da produtividade. Este trabalho, através da aplicação do ciclo PDCA e de suas ferramentas auxiliares, permitiu uma avaliação das perdas no processo de embalagem do produto em uma indústria de ração animal. Utilizando as 4 etapas do ciclo, foi possível entender o processo de embalagem, identificar os insumos que apresentavam maior perda, através do diagrama de Pareto, e criar um plano de ação para redução das perdas, utilizando a ferramenta dos 5 porquês e 5W2H. O plano de ação então foi executado, um novo padrão para execução da atividade avaliada foi desenvolvido e foi verificado o consumo real do insumo e comparado com o apontado pela receita de um tipo de produto. Os resultados obtidos então foram avaliados e foi possível observar os bons efeitos da aplicação do ciclo PDCA para melhorias do processo, com uma redução aproximada de 75% da variação do insumo no período avaliado. Como próximos passos, foi sugerida a expansão das ações do ciclo PDCA para outros tipos de produtos dos processos, assim diminuindo a variabilidade dos processos e as perdas monetárias e dos insumos.

Palavras-chave: Processo; Melhoria Contínua; Ciclo PDCA; Ração Animal.

ABSTRACT

With the growing influence of external factors in industrial processes, the search for continuous improvement is increasingly present, mainly to reduce costs and increase productivity. This paper, through the application of the PDCA cycle and its auxiliary tools, evaluated the losses in the product packaging process in a pet food industry. Using the 4 steps of the cycle, it was possible to understand the packaging process, identify the components that presented the greatest loss, through the Pareto diagram, and create an action plan for reducing losses, using the 5 Whys and 5W2H tools. The action plan was then executed, a new standard for the execution of the evaluated activity was developed, and the real consumption of the chosen component was verified and compared with the one pointed out by the recipe of a product type. The results obtained were then evaluated and it was possible to observe the good effects of applying the PDCA cycle for process improvements, with an approximate 75% reduction of the component variation in the evaluated period. As next steps, it was suggested the expansion of the PDCA cycle actions to other product types of the process, thus reducing the process variability and the monetary and input losses.

Keywords: Process; Continuous Improvement; PDCA cycle; Pet food.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Representação do Ciclo PDCA	19
Figura 2 –	Representação do diagrama de Pareto	22
Figura 3 –	Representação do diagrama de Ishikawa	22
Figura 4 –	Representação da ferramenta 5W2H	23
Figura 5 –	Representação de um processo produtivo genérico de ração animal	25
Figura 6 –	Codificação da amostragem	30
Figura 7 –	Plano de amostragem simples - Normal	31
Fluxograma 1 –	Processo produtivo de ração animal na indústria estudada	34
Figura 8 –	Diagrama de Pareto com a variação monetária do consumo dos insumos	36
Fluxograma 2 –	Fluxograma do processo de envelopamento do palete	37
Figura 9 –	Diagrama de Ishikawa preenchido para o problema analisado	38
Figura 10 –	5 Porquês da saída do diagrama de Ishikawa	38
Figura 11 –	Plano de ação para acompanhamento do processo e eliminação do problema	39
Figura 12 –	Dados coletados do consumo do insumo A	42
Figura 13 –	Dados coletados do consumo do insumo A no primeiro trimestre	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Saída do brainstorming

37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINPET	Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação
CD	Centro de Distribuição
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
JiT	<i>Just in Time</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MP	Matéria Prima
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
R&D	<i>Research & Development</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
STP	Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	16
2.2	MELHORIA CONTÍNUA	17
2.3	CICLO PDCA	18
2.4	FERRAMENTAS DE QUALIDADE	20
2.4.1	Diagrama de Pareto	21
2.4.2	Diagrama de Ishikawa	21
2.4.3	Ferramenta 5W2H	23
2.4.4	Ferramenta 5 Porquês	24
2.5	PROCESSO PRODUTIVO	24
3	METODOLOGIA	28
3.1	PLANEJAMENTO (<i>PLAN</i>)	28
3.2	EXECUTAR (<i>DO</i>)	29
3.2.1	Coleta das Amostras	29
3.3	CHECAR (<i>CHECK</i>)	31
3.4	AGIR (<i>ACT</i>)	31
4	RESULTADOS	32
4.1	PROCESSO PRODUTIVO	32
4.1.1	Empacotamento	34
4.2	CICLO PDCA	35
4.2.1	Planejamento	35
4.2.2	Execução	39
4.2.2.1	Consumo Real do Insumo A	39
4.2.2.2	Padronização e Conscientização	40
4.2.3	Checagem dos Resultados	41
4.2.4	Agir	43
4.3	SUGESTÕES FUTURAS	43
5	CONCLUSÃO	44

REFERÊNCIAS	45
Apêndice A – Planilha para Coleta de Amostras	49

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo a ABINPET (2022), foi registrada uma população de animais de estimação igual a 149,6 milhões em 2021, representando um crescimento médio de 3,62% com relação ao ano anterior. Grande parte desta população é composta por cães e gatos, que representam cerca de 57% do geral. Com grandes proporções, o mercado *pet* se vê aquecido e em crescimento, apresentando um faturamento, em 2021, igual a R\$35,8 bilhões. Deste faturamento, o mercado de *pet food* representou a maior parcela, sendo igual a 79%, apresentando um crescimento de 33% com relação ao ano anterior.

Dentro do mercado de *pet food*, existem as rações secas, com umidade máxima até 12%, as semiúmidas, com umidade entre 12% e 30% e as úmidas, com umidade entre 30% e 84% (ABINPET, 2019, p. 323). Na ração seca, foco deste trabalho, as principais matérias primas consumidas são grãos, como milho e sorgo. As matérias primas então são processados a partir de operações unitárias, como a moagem e secagem, e então são embalados e seguem para distribuição, chegando assim ao consumidor final.

Apesar do crescimento significativo, fatores externos afetaram diretamente os custos do processo produtivo, com as principais matérias primas, como milho e trigo (OELKE, 2013, p. 38), apresentando uma alta significativa no seu preço, com altas históricas nos preços entre 2021 e 2022 (IPEA, 2022), impactando assim nos custos de produção. Dessa forma, existem diversos meios para garantir a segurança financeira e do processo, como utilizar meios de melhorar a eficiência da produção. Uma forma de alcançar tais resultados é a partir do *Lean Manufacturing*, ou manufatura enxuta, desenvolvida com foco na redução de desperdícios.

Um pilar fundamental para o funcionamento do *Lean Manufacturing* é a melhoria contínua, em que, a partir do envolvimento de toda a organização, permite que a inovação aconteça através da troca de ideias e conhecimentos, onde pequenos avanços são alcançados no dia a dia do processo, apresentando resultados significativos quando avaliados em conjunto (BESSANT et al. 1994). Assim, como resultado da aplicação da melhoria contínua temos a redução e até mesmo eliminação de perdas do processo na organização sem a necessidade de investimentos significativos (BHUIYAN et al. 2006).

Para alcançar tais objetivos, a melhoria contínua conta com diversas metodologias e ferramentas gerenciais que permitem avaliar, em diferentes níveis, o problema e obter diversos resultados. Alguns exemplos de ferramentas são o Diagrama de Pareto, 5 porquês, Diagrama de Ishikawa, 5W2H e diversas outras.

O ciclo PDCA é uma metodologia bastante completa neste processo, em que a avaliação do problema ocorre em 4 etapas diferentes, que dão o nome a ferramenta. A primeira etapa, *Plan*, se refere ao processo de analisar os dados disponíveis e definir o que deve ser priorizado do problema. A próxima etapa, *Do*, é onde as ações identificadas na etapa anterior irão ser executadas. A terceira etapa, *Check*, é onde os resultados obtidos na segunda etapa serão analisados para, na quarta e última etapa, *Act*, avaliar os resultados e, caso algo não tenha saído como esperado, aplicar essas alterações e reiniciar o ciclo. (COSTA, 2007).

O ciclo PDCA conta com diversas ferramentas auxiliares, onde cada ferramenta pode ser aplicada em uma etapa diferente do processo de melhoria, desde identificação dos problemas mais críticos, como o diagrama de Pareto, onde é feita a avaliação de todas as condições presentes e identificar a base do problema e monitorar os seus resultados (MACHADO, 2012, p. 42). Outra ferramenta é o diagrama de Ishikawa, que permite explorar as possíveis causas-raízes do problema, partindo das causas que estão envolvidas no processo (COSTA; MENDES, 2018).

A avaliação do processo de embalagem se mostra necessário a partir das perdas identificadas no período analisado, representando uma perda monetária significativa. Apenas um insumo utilizado no processo analisado já representa uma perda de R\$80 mil em um intervalo de 3 meses. Assim, serão avaliadas as possíveis causas raízes dessas perdas, que podem surgir do consumo indevido do material, sendo utilizado para outras atividades não planejadas inicialmente; variação de utilização por trabalhador, onde não há uma definição do quanto deve ser utilizado inicialmente; falta de padronização do processo, permitindo variabilidades e impactando no consumo; ou até mesmo erros de apontamento de consumo, onde há um consumo real divergente do consumo planejado.

1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é avaliar, através da metodologia PDCA e ferramentas auxiliares, o processo de embalagem do produto, identificar as principais

causas das perdas e propor melhorias visando reduzi-las, aplicando o conceito de melhoria contínua na indústria de ração animal.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos:

- Entender e criar o fluxograma do processo de fabricação de ração animal;
- Conhecer o processo de embalagem do produto;
- Utilizar a metodologia do Ciclo PDCA no processo;
- Identificar principais perdas no processo;
- Aplicar planos de ação direcionados as perdas;
 - Acompanhar os resultados para garantir o seu funcionamento e os ganhos gerados no processo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing (LM), ou manufatura enxuta em português, é definida como um meio de realizar os processos de forma a se ter uma redução dos desperdícios, permitindo assim uma produção mais eficiente e cultivando um melhor relacionamento entre todos os envolvidos no processo, desde os fornecedores até os clientes finais (VILLA, 2021).

O *LM* surgiu a partir dos princípios do Sistema Toyota de Produção (STP). O STP foi desenvolvido pelo Taiichi Ohno, quando, após uma visita às fábricas da Ford nos Estados Unidos, percebeu que existiam diversos pontos de melhoria nas fábricas da Toyota no Japão, onde atuava. Assim, criou o STP com foco no aumento da produtividade dos funcionários nas suas atividades e na redução do estoque, ocorrendo a produção somente a partir da demanda do cliente, sendo conhecido como *Just in Time (JiT)* (BARBOSA, 2021).

O STP então foi difundido mundialmente a partir do lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo” pelos autores Womack, Jones e Roos em 1990, onde foi apresentando o sucesso produtivo da Toyota (RIBEIRO et al., 2020). A partir disso, o conceito *lean* foi utilizado como exemplo a ser seguido mundialmente para o sucesso produtivo nas organizações. O *LM* conta com cinco princípios básicos para garantir resultados. São eles: determinação de valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição. (POMPEU; RABAIOLI, 2014).

O primeiro princípio se refere a determinação de valor. O valor é definido pelo cliente, que possui uma dor e necessita que esta seja sanada. Assim, um produto ou processo irá possuir valor para o cliente caso este possa resolver sua dor, o deixando satisfeito e com sua necessidade atendida. Essa dor é que vai definir o valor do seu produto, sendo então o entendimento das reais necessidades do cliente uma importante etapa na definição de produtos e processos (POMPEU; RABAIOLI, 2014).

O segundo princípio está relacionado ao fluxo de valor, onde são definidas, a partir de uma análise horizontal do processo e desconsiderando entraves organizacionais, as etapas que realmente agregam valor ao processo (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2017). O processo então é dividido em três categorias: etapas que agregam valor, etapas que não agregam valor, mas são importantes em outros aspectos do processo, e etapas que não agregam valor e não são importantes para o

processo. É importante então o conhecimento do processo e o entendimento de quais etapas desse processo efetivamente fornecem valor (POMPEU; RABAIOLI, 2014).

O fluxo contínuo é o terceiro princípio da manufatura enxuta, que determina que é necessário desenvolver fluxos intermitentes, sem etapas que sejam gargalos para outras, reduzindo assim o tempo utilizado para produção, diminuir os custos, melhorar a qualidade e agilizar a entrega. Com o fluxo contínuo é possível atender mais rapidamente às necessidades dos clientes, tanto internos quanto externos, de forma instantânea (HILSDORF et al., 2019).

O quarto princípio é o de produção puxada, onde o cliente é responsável por puxar a produção, ou seja, o processo produtivo segue o fluxo de acordo com a necessidade do cliente. Dessa forma, o processo realiza entregas unitárias para o cliente, em que ele consome e o processo repõe. Neste princípio, temos um exemplo de *JiT*, com o processo entregando exatamente quando o cliente necessita, evitando excessos e estoques (HILSDORF et al., 2019).

A busca pela perfeição é o quinto princípio da manufatura enxuta, onde o melhoramento contínuo dos processos é incentivado. Seguindo os princípios da *LM*, qualquer desvio no processo será imediatamente sentido, sendo assim necessário que seja solucionado para evitar impactos ao cliente. Dessa forma, a busca pela perfeição permite que problemas no processo sejam rapidamente identificados e corrigidos, aplicando a melhoria contínua no dia a dia (POMPEU; RABAIOLI, 2014).

2.2. MELHORIA CONTÍNUA

A melhoria, segundo Carpinetti (2017, p. 41), pode ser alcançada a partir de duas abordagens complementares: contínua e radical. Para ele, a melhoria radical é caracterizada por uma abordagem mais agressiva, onde o conceito ou projeto do processo é alterado significativamente. Dessa forma, para que a melhoria radical seja alcançada é necessário, geralmente, altos investimentos, mudança abrupta no processo e, por causa desta necessidade, está muito ligada à alta liderança. Como exemplo, temos a mudança de um equipamento ou implantação de novos sistemas.

A melhoria contínua, por outro lado, ocorre de forma contínua no processo, através de um processo cíclico, onde o desempenho de um processo é avaliado e, a partir dos resultados obtidos pelas ações executados, as melhorias obtidas são analisadas e, assim, é possível sugerir novas ações para que a melhoria contínua do processo ocorra de forma cíclica. A melhoria contínua e a melhoria radical podem

coexistir, de forma a serem complementares e se obter o melhor resultado possível. Um exemplo é, a partir da instalação de um novo equipamento, acompanhar o seu desempenho e propor melhorias durante o seu funcionamento (CARPINETTI, 2017, p. 41).

A melhoria contínua, diferente da melhoria radical, não necessita de grandes investimentos nem ser liderado pela alta liderança, podendo ser aplicada por qualquer pessoa da organização e com mudanças simples no processo. Para tal, é importante que todos tenham conhecimento sobre as ferramentas que podem auxiliar na estruturação e análise dos dados para se ter um melhor direcionamento no que deve ser atacado e quais ações devem ser tomadas. Assim, um ótimo exemplo de metodologia que auxilia no processo de melhoria contínua é o ciclo PDCA, que permite a aplicação um melhor foco no planejamento, nas ações e na análise da melhoria aplicada (FURUKITA, 2017).

2.3. CICLO PDCA

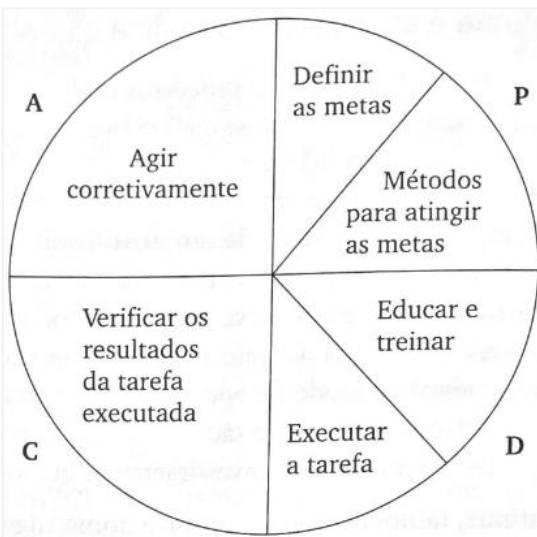
O ciclo PDCA foi inicialmente desenvolvido pelo físico Walter A. Shewhart, sendo posteriormente popularizado pelo estatístico e professor William Edwards Deming. A metodologia apresenta diversas nomenclaturas, como Ciclo de Shewhart e Ciclo de Deming, mas é mais comumente conhecido pela nomenclatura que apresenta as suas 4 etapas: PDCA, onde o P se refere a etapa de planejamento (*PLAN*), o D se refere a etapa de execução (*DO*), a etapa de verificar e analisar os resultados obtidos (*CHECK*) e a etapa de ação (*ACTION*) (MOEN; NORMAN, 2009).

Shewhart possui um importante papel no desenvolvimento do ciclo PDCA, onde nos seus primórdios só possuía três etapas: Especificação (*PLAN*), Produção (*DO*) e Inspeção (*CHECK*). Segundo Moen e Norman (2009), Shewhart defendeu que esses três passos deveriam ocorrer de forma cíclica e não de forma linear, garantindo assim que o conhecimento fosse adquirido a partir de um processo dinâmico.

Deming então, utilizando o modelo de Shewhart, incluiu uma nova etapa: a etapa de ação, baseada nas saídas das etapas anteriores. A ação (*ACTION*) surge para que, os resultados que não foram como esperados e planejados, sejam incorporados novamente na etapa de planejamento e novas ações sejam tomadas na próxima execução do ciclo, reforçando a importância do comportamento cílico e da metodologia na melhoria contínua (MOEN; NORMAN, 2009).

Assim, o modelo sugerido por Deming segue em uso até a atualidade, sendo uma importante metodologia quando falamos de melhoria contínua, permitindo uma análise constante dos resultados obtidos e, dessa forma, realizar mudanças para que os resultados, definidos na etapa de planejamento, sejam alcançados, permitindo assim que o projeto seja adaptado a partir dos conhecimentos adquiridos (MOEN; NORMAN, 2009). Na Figura 1 é possível ver a representação do ciclo e suas etapas.

Figura 1 – Representação do Ciclo PDCA



Fonte: Carpinetti (2017, p. 42).

A primeira etapa do ciclo se refere ao planejamento. Segundo Andrade (2003), é uma das etapas primordiais para o bom funcionamento do ciclo, pois é onde os principais pontos são definidos, como o problema, as possíveis causas raízes são identificadas e estudadas e as soluções são propostas e planejadas. Esta etapa também inclui a definição dos métodos que serão utilizados para alcançar a solução e quais metas serão acompanhadas para verificar o sucesso do ciclo. (CARPINETTI, 2017, p. 42).

A segunda etapa é da execução, onde o planejamento da primeira parte do ciclo é aplicado e todos os dados são obtidos e armazenados. Inicialmente, é necessário realizar a calibração do time, onde serão realizados treinamentos para que os novos métodos e/ou padrões sejam de conhecimento de todos os envolvidos no processo e a coleta de dados seja uniforme e padronizada, sendo assim analisados na terceira etapa (TUBINO, 2009).

A terceira etapa é a de checagem, verificando os resultados obtidos com os esperados a partir da primeira fase. Neste momento é onde ocorre a validação dos

dados adquiridos, sendo comparados com as metas determinadas e, assim, comprovando os pontos levantados anteriormente (FURUKITA, 2017).

Nesta etapa existem duas possibilidades. A primeira possibilidade é de que as metas definidas na primeira parte foram alcançadas, assim obtendo resultados satisfatórios e tornando os procedimentos definidos como padrão (KRAJEWSKY et al, 2009). E a segunda possibilidade é de que as metas não foram atingidas, sendo assim necessário realizar novamente o ciclo, definindo novas metas, procedimentos, métodos e análises dos resultados (AGUIAR, 2002, p. 102).

A última etapa consiste na ação, onde após a avaliação dos resultados e eles sendo satisfatórios, ocorre a padronização dos procedimentos e métodos definidos e que levaram aos resultados esperados. É importante que haja um acompanhamento dos novos padrões instaurados, de forma a garantir a consolidação dos procedimentos e os resultados sejam alcançados, sendo de suma importância que seja entendida a motivação da mudança e sua necessidade (FURUKITA, 2017).

Assim, o ciclo PDCA é um ótimo exemplo de metodologia que permite que a melhoria contínua ocorra de forma simples e sem grandes custos no dia a dia, sendo possível sua aplicabilidade em qualquer organização, obtendo altos níveis de melhoria contínua e uma relativa vantagem competitiva, visto que os problemas são solucionados e a qualidade e excelência do produto/serviço são diretamente atingidos (ARRUDA, 1997).

2.4. FERRAMENTAS DE QUALIDADE

Para a construção de um ciclo PDCA eficiente podem ser utilizadas diversas ferramentas de qualidade, de forma a auxiliar para um melhor entendimento e direcionamento da problemática a ser analisada. Além disso, as ferramentas de qualidade são uma ótima opção por serem bem estruturadas e possuírem representação gráfica, apresentando alta capacidade de atingir as causas raízes da problemática analisada (MAICZUK; ANDRADE JÚNIOR, 2013). As ferramentas diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, 5W2H e 5 porquês foram utilizadas neste trabalho e serão apresentadas abaixo.

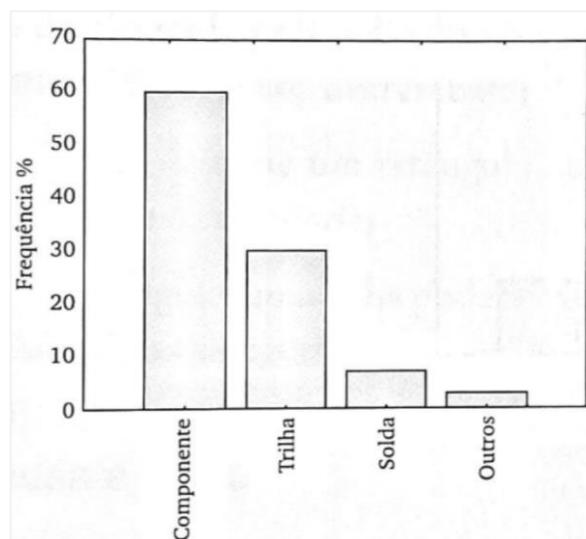
2.4.1. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto, também conhecido como gráfico de Pareto, surgiu a partir da teoria do economista e sociólogo Vilfredo Pareto, onde Pareto afirmou que

cerca de 80% da riqueza mundial está concentrada em 20% da população. Assim, foi observado que a proporção 80/20 é recorrente em diversos pontos analisados (BARCELLOS, 2017). Essa proporção, segundo Corrêa e Corrêa (2012), pode ser identificada em diversos pontos de uma organização, como 80% de atrasos estarem relacionados a 20% dos fornecedores, e 20% das falhas em uma organização serem responsáveis por 80% dos problemas identificados.

Assim, o diagrama de Pareto permite identificar quais falhas são as maiores responsáveis pelas perdas de uma organização, através de um gráfico de barras verticais, apresentando os problemas por ordem de importância. Dessa forma, os recursos disponíveis em uma organização devem ser focados nessas causas que apresentam um maior impacto, diminuindo assim a quantidade de falhas observadas causadas por esses pontos. Logo, o diagrama de Pareto é uma ótima ferramenta para identificação de quais problemas prioritários existem em uma organização e devem ser focalizados em um processo de melhoria. Uma representação do gráfico de Pareto é apresentada na Figura 2 (CARPINETTI, 2017, p. 85).

Figura 2 – Representação do diagrama de Pareto



Fonte: Carpinetti (2017, p. 85).

2.4.2. Diagrama de Ishikawa

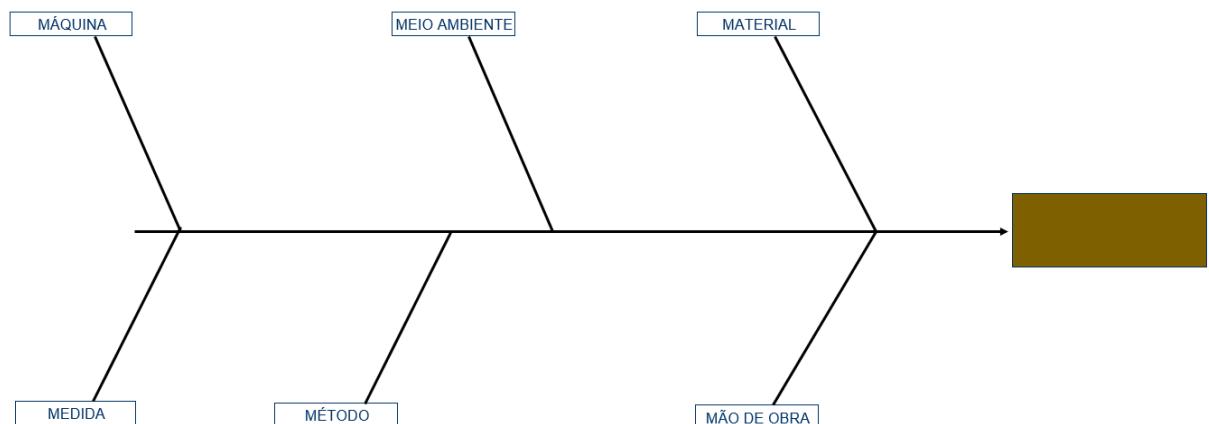
O diagrama de Ishikawa, conhecido também como diagrama de causa e efeito e diagrama de espinha de peixe, foi desenvolvido pelo professor Kaoru Ishikawa para representar como os fatores de um processo estavam relacionados entre si. (CARPINETTI, 2017).

Segundo Carpinetti (2017, p. 87), o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta importante na relação entre as causas e os efeitos de um problema no processo, servindo como um direcionador para identificar a causa raiz do problema e, assim, poder atuar de forma assertiva. Conhecido também como Diagrama Causa e Efeito ou Diagrama de Espinha de Peixe, ele utiliza como base 6 pontos a serem analisados: material, método, mão de obra, meio ambiente, medida e máquina. Assim, cada hipótese criada tende a ser relacionada com algum desses pontos.

Para material, são considerados que os insumos utilizados irão interferir diretamente no processo, afetando o resultado. Com relação ao método, considera que o método que a atividade é realizada reflete no processo. A medida relaciona os meios de coleta de informações e de inspeção, sendo os instrumentos utilizados possíveis fontes de erro. Meio ambiente se relaciona com a disposição no meio, como questões ergonômicas. Mão de obra se refere ao operador, considerando as suas questões físicas e mentais, como a motivação. E, por último, a máquina considera as questões do equipamento utilizado, como manutenção, capacidade, calibração etc. (BARCELLOS, 2017)

Para o levantamento das hipóteses, a utilização do *brainstorming* é indicada, onde um grupo de pessoas envolvidas no processo, com conhecimento do seu funcionamento e dos seus pontos de melhoria, se unem com o objeto de levantar todas as hipóteses sobre o problema analisado, levando em consideração todas as possibilidades (AGUIAR, 2002, p. 102). Assim, com as hipóteses avaliadas e selecionadas, elas serão direcionadas para os pontos base do diagrama de causa e efeito que estão relacionadas. O diagrama pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Representação do diagrama de Ishikawa



Fonte: O autor (2023).

2.4.3. Ferramenta 5W2H

A ferramenta 5W2H é importante na etapa de desenvolvimento de um plano de ação, permitindo um correto direcionamento sobre as ações e como realizá-las, entendendo sua motivação, quem irá realizar, quando será realizada, como executar e quanto custará (SEBRAE, 2017). A representação da ferramenta pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 – Representação da ferramenta 5W2H

5W				
What	Why	Who	Where	When
O que	Por que	Quem	Onde	Quando
Ação, problema, desafio	Justificativa, explicação, motivo	Responsável	Local	Prazo, cronograma

2H	
How	How much
Como	Quanto
Procedimentos, etapas	Custo, desembolsos

Fonte: SEBRAE (2017).

O nome da ferramenta se origina das suas etapas de execução: *What*, *Why*, *Who*, *Where*, *When*, *How* e *How Much*. O processo se inicia no *what*, onde é definido o que deve ser feito ou qual o problema deseja-se sanar. Após essa definição, é importante entender a motivação para sua realização (*why*), sendo então justificado

porque tal ação será realizada. A terceira etapa (*who*) é a nomeação de quem será responsável pela ação e a quarta (*where*) é onde tal ação será realizada.

Assim, o prazo de execução (*when*) da ação é definido e o como (*how*) a atividade deve ser realizada, sendo descrito o procedimento e etapas. O custo (*how much*) para a ação finaliza as etapas da ferramenta, permitindo assim que todas as ações sejam claras e bem definidas (ALVES, 2021).

2.4.4. Ferramenta 5 Porquês

Os 5 porquês é uma ferramenta bastante utilizada por sua simplicidade e alta eficácia na identificação das causas raízes de um problema. Ela consiste, basicamente, na utilização do questionamento para entender a ocorrência do problema, onde cada porque inicia com a resposta da indagação anterior, até que todas as possibilidades sobre tal ponto estejam esgotadas (MOURA et al., 2019).

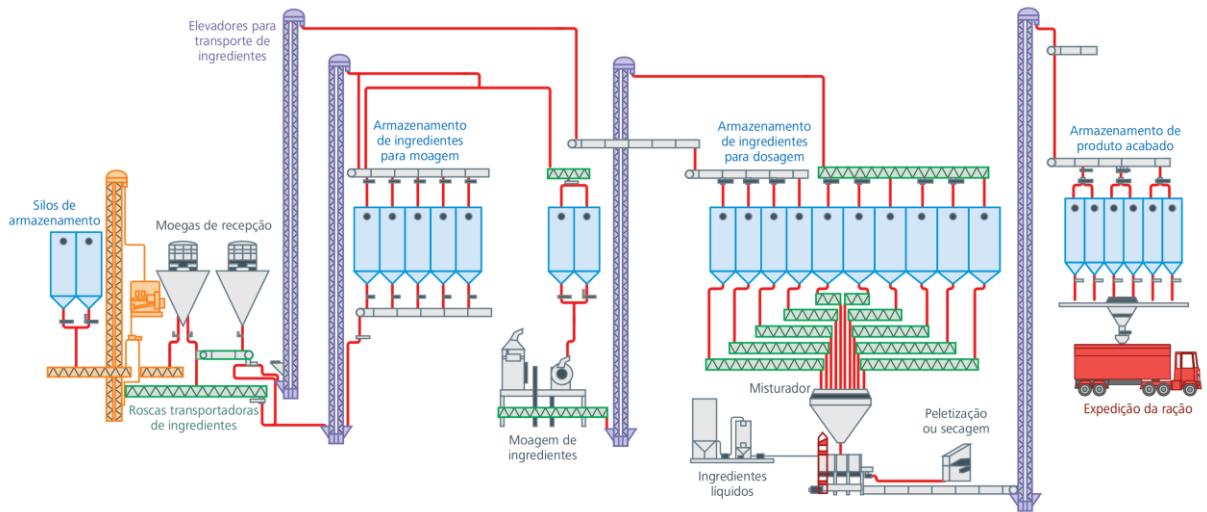
Ela foi desenvolvida por Taiichi Ohno, responsável pelo Sistema Toyota de Produção, em que ele definiu que cinco é a quantidade de vezes suficiente para se chegar à causa raiz do problema analisado, mas que nada impede que sejam utilizados mais ou menos que cinco porquês. (COSTA; MENDES, 2018).

Para Weiss (2011, p. 61), a utilização da ferramenta deve seguir alguns passos simples. Inicialmente, deve-se utilizar a hipótese que se quer analisar e responder o porquê dessa hipótese ser verdadeira. Essa resposta então deverá ser colocada em prova novamente, sendo respondido o porquê dessa hipótese ser verdadeira, até que não se tenha mais respostas para a hipótese levantada, sendo assim a causa raiz da hipótese levantada.

2.5. PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo para ração animal conta com diversas etapas que incluem operações unitárias essenciais para garantir parâmetros nutricionais e de qualidade ao consumidor, tanto gatos quanto cachorros. Uma representação das etapas de uma indústria produtiva de ração pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Representação de um processo produtivo genérico de ração animal.



Fonte: Oelke (2013, p. 100).

A primeira etapa é o recebimento das matérias primas (MP). A MP pode ser dividida em 3 tipos: macro ingredientes, micro ingredientes e líquidos. Os macro ingredientes são aqueles utilizados em maior quantidade, como o milho, trigo, sorgo etc. Os micro ingredientes são utilizados em menor quantidade, como vitaminas, sais e outras fontes nutricionais. E os líquidos são responsáveis por fornecer características mais específicas ao produto, como umidade, gordura e palatabilidade. (FABRIS, 2014).

Toda MP, antes do seu efetivo recebimento, passa por análises em laboratório, de forma a garantir que os parâmetros de qualidade para recebimento foram atingidos e, assim, possa ocorrer o descarregamento. (MAPA, 2007).

Os macro ingredientes então, após aprovação nas análises de qualidade, seguem para o descarregamento na moega e, então, são direcionados para os silos desejados. Os micro ingredientes são recebidos em sacarias e *big bags*, e então direcionados para galpões internos. O mesmo ocorre com as MP líquidas, armazenadas em tanques internos ou externos. (SILVA, 2022).

A segunda etapa é a de moagem, responsável pela diminuição da granulometria das matérias primas. Esta etapa é de suma importância para a qualidade do produto acabado, sendo responsável não só pela qualidade do seu processamento, mas também na disponibilidade de nutrientes para o animal, influenciando sua digestão e na resposta do animal a tais nutrientes (BELLAVER; NONES, 2000).

Existem duas possibilidades para a moagem: a pré-moagem, onde a MP é moída e direcionada para silos, posteriormente sendo utilizadas no processo de mistura, e a pós-moagem, onde a MP passa pela moagem antes da mistura, sendo parte integrante do processo. A escolha do processo de moagem pode representar algumas limitações ao processo, como a dependência da capacidade do moinho para a produtividade (OELKE, 2013, p. 102).

Após a moagem, existe uma etapa para a pesagem e dosagem dos ingredientes. Esta é uma fase crítica, por poder estar diretamente relacionada à saúde do animal, visto que uma pesagem/dosagem incorreta pode causar intoxicação e levar o animal a óbito (NOGUEIRA, 2018).

Nesta etapa, é indicado a pesagem individual de cada ingrediente, para evitar assim a contaminação cruzada, ocasionado por diversas MP, e se ter um melhor controle sobre a quantidade adicionada de cada MP, de forma a atingir as necessidades nutricionais determinadas nas especificações e receitas. (OELKE, 2013, p.102)

A etapa subsequente é a da mistura, onde ocorre a homogeneização da MP já moída. É uma etapa que, assim como a moagem, influencia diretamente na qualidade do produto. Uma mistura incorreta pode levar a déficits nutricionais para os animais, devido à má distribuição dos nutrientes essenciais na ração, como as vitaminas (BORGES, 2019).

Assim, existem alguns fatores que devem ser levados em consideração nesta etapa, como a correta dimensão do equipamento, garantir a manutenção e higienização periódica do sistema, a permanência pelo tempo correto dos ingredientes utilizados e a ordem correta de inserção dos ingredientes. Todos esses fatores podem afetar negativamente o processo da mistura e a qualidade do produto. (BIAGI, 1998).

O material então, após mistura efetiva, segue para a etapa da extrusão onde, através de altas temperaturas e elevada pressão, ocorrerá a transformação das características do produto, como a gelatinização do amido presente e pode ocorrer também a desnaturação de proteínas presentes, importante fator para garantir uma boa digestibilidade e palatabilidade, além de favorecer as respostas metabólicas do animal (OELKE, 2013, p. 103).

Ao fim do processo da extrusão, ocorre a definição da forma do alimento, a partir da expansão da massa interna e do seu corte, permitindo assim que o material

que saia do equipamento tenha uma forma definida através de matrizes. (MAGALHÃES, 2019). O material então segue para a próxima etapa, a de secagem.

A secagem existe para regular a umidade do material, que deve possuir um nível máximo de 12%, e a temperatura, de forma a estar mais próxima a temperatura ambiente, garantindo a qualidade do produto, evitando assim contaminações microbiológicas, como a partir de fungos (FUCILLINI, VEIGA, 2014).

O recobrimento é um processo posterior a secagem que irá repor possíveis perdas de nutrientes causadas por processos anteriores, como as proteínas desnaturadas no processo de extrusão. Dessa forma, são adicionadas fontes de gordura, como óleo de frango, repondo os componentes perdidos e, também, palatabilizantes, tornando o produto mais atraente para o consumo pelos animais (MAGALHÃES, 2019).

Após o recobrimento, o produto passa por um processo de resfriamento, aproximando sua temperatura a do ambiente, para assegurar a qualidade do produto, tanto nas suas características físicas quanto biológicas, evitando assim a proliferação de microrganismos. (MAGALHÃES, 2019). Com o resfriamento, o produto pode seguir para a etapa de empacotamento.

O empacotamento ocorre com o direcionamento do produto para uma balança, que realiza a pesagem do produto de acordo com o volume desejado. (MAGALHÃES, 2019). Após o produto ser corretamente embalado, o produto segue para ser paletizado e então para a estocagem. A estocagem precede a expedição, última etapa do processo e que direciona para os distribuidores/consumidores, também onde ocorrem verificações de qualidade para garantir a entrega de um produto conforme e sem desvios de qualidade. (OELKE, 2013, p. 104).

3 METODOLOGIA

Este trabalho se baseou na realização de um estudo de caso, utilizando como base uma pesquisa quali-quantitativa a partir da análise de dados do processo de empacotamento, obtidos em uma indústria de ração animal, situada na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco.

As etapas foram: levantamento bibliográfico, conhecimento e acompanhamento do processo produtivo, avaliação do processo de embalagem, pesquisa aplicada do ciclo PDCA e ferramentas de qualidade para definir quais os problemas prioritários devem ser estudados e, a partir desta definição, desenvolver planos de ação para reduzir as perdas no processo de embalagem.

O foco do trabalho foi avaliar o processo de embalagem para reduzir as perdas de insumo no processo. Esta avaliação ocorreu a partir do ciclo PDCA e de ferramentas de qualidade para um melhor direcionamento do problema a ser afetado, das ações e de como os resultados seriam avaliados, através da metodologia apresentada.

3.1. PLANEJAMENTO (PLAN)

Para a etapa de planejamento, o primeiro passo foi a compreensão do processo produtivo, identificando as etapas existentes no processo e, assim, definindo qual etapa deveria ser priorizada para a redução das perdas no processo. Esta etapa foi a do empacotamento, onde o produto já se encontrava na fase final e qualquer desvio identificado representava perdas monetárias para o negócio.

Assim, foi feita uma avaliação do processo de empacotamento e definido um fluxograma para esta etapa. Cada fase do processo foi analisada e feita uma análise do consumo de insumos e das suas perdas, através dos dados obtidos pelo sistema SAP.

Através dos dados obtidos, foram tratados com o auxílio do Microsoft Excel e o Microsoft Power BI para uma melhor visualização e compreensão, e juntamente com a construção de um diagrama de Pareto para identificar qual perda deveria ser priorizada.

Com a identificação da perda, foi definida a meta para sua redução e então feito um *brainstorming* para identificar as hipóteses de perdas e influências de consumo da matéria prima na atividade. O *brainstorming* ocorreu com uma equipe multidisciplinar: um analista de qualidade, com conhecimento sobre os parâmetros de

qualidade da matéria prima, um analista de manufatura, com entendimento do processo e de seus parâmetros de funcionamento e dois operadores da linha, que conheciam a operação do equipamento e de quais fatores afetavam o processo durante o dia a dia.

Após o *brainstorming*, foram identificadas, a partir do diagrama de Ishikawa, as possíveis causas raízes da perda. Com as possíveis causas raízes, foi utilizada a ferramenta dos 5 porquês para identificar a causa raiz de cada hipótese e, assim, direcionar esforços para os pontos que deveriam ser tratados e acompanhados. Então, foi elaborado um plano de ação, através da ferramenta 5W2H, para atingir as causas dos desvios e reduzir as perdas associadas ao processo.

3.2. EXECUÇÃO (DO)

Nesta etapa, as ações definidas na etapa anterior foram executadas e as evidências e os seus resultados obtidos foram coletados para avaliar o impacto, positivo ou não, da ação no processo.

3.2.1. Coleta das Amostras

Para a coleta das amostras, foi utilizada a norma ABNT NBR 5426, que determinava o plano de amostragem para obter uma amostra representativa do processo. Para determinação da quantidade de amostras necessárias, foi utilizada a codificação de amostragem, disponível na norma, e aqui representada na Figura 6.

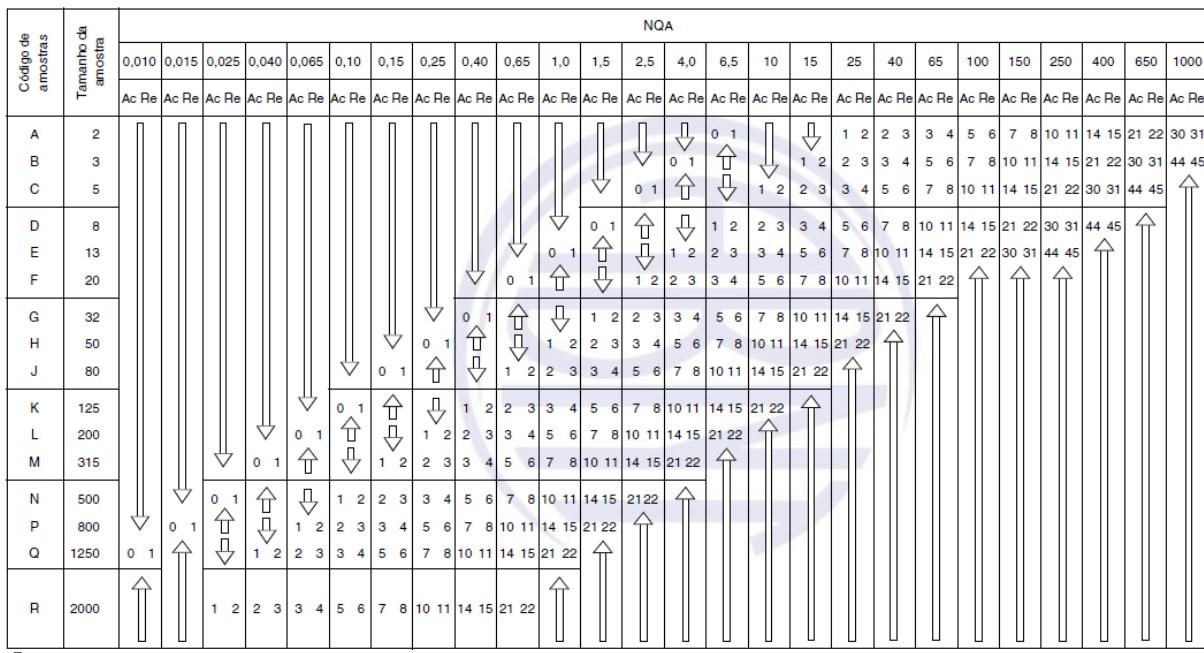
Figura 6 – Codificação da amostragem.

Tamanho do lote	Níveis especiais de inspeção				Níveis gerais de inspeção		
	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	Q
Acima de 500001	D	E	H	K	N	Q	R

Fonte: ABTN NBR 5426 (1985, p. 7)

Por recomendação da própria normal, o nível geral de inspeção para definição do tamanho do lote seria o II. A partir da identificação da codificação da amostragem, seria utilizada o plano de amostragem simples – normal, aqui representada na Figura 7.

Figura 7 – Plano de amostragem simples - Normal.



Fonte: ABTN NBR 5426 (1985, p. 8)

O plano de amostragem também nos permite identificar a quantidade de itens defeituosos que são aceitáveis em um lote.

As amostras foram coletadas nos equipamentos do processo.

3.3. CHECAGEM (CHECK)

Na checagem, os dados obtidos na etapa de execução do plano de ação foram avaliados e verificada a efetividade das ações tomadas, para identificar se as hipóteses eram confirmadas ou não, e o alcance da meta definida anteriormente.

3.4. AGIR (ACT)

Na etapa final, os resultados avaliados e hipóteses confirmadas foram utilizados para criar padrões para as ações que obtivessem sucesso. No caso das hipóteses não validadas, o ciclo recomeçava para avaliar outras possíveis causas raízes e definir novas ações para findar estas causas.

4 RESULTADOS

4.1. PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo na indústria analisada iniciou-se no recebimento da matéria prima. As matérias primas, tanto secas quanto líquidas são recebidas pela portaria e passam pelo processo de pesagem, e então são direcionadas para coleta de amostras e realização das análises de qualidade, avaliando os parâmetros e sua conformidade. Caso as análises apresentem resultados dentro dos limites desejados, a MP segue para descarga.

As MP líquidas a granel são direcionadas para a área de utilidades, onde são armazenadas em tanques equipados com sensores e agitadores para controle constante dos parâmetros. Já as MP líquidas em menor quantidade, recebidas em recipientes próprios, são direcionadas para armazéns internos e monitorados periodicamente para verificação dos parâmetros de qualidade.

As MP secas a granel são direcionadas para a moega, área em que ocorre o descarregamento e posterior direcionamento para silos internos ou externos. Durante o processo, a MP passa por separação magnética, para remover qualquer componente metálico indesejado e posterior peneiramento, removendo corpos estranhos com granulometria acima da esperada para a MP. As MP secas disponíveis em sacarias ou big bags são armazenadas internamente.

A próxima etapa foi a mistura, iniciou-se na pesagem automática dos macros e micro ingredientes, onde a proporção de cada componente varia de acordo com a receita selecionada. Os ingredientes então são direcionados para o primeiro misturador, onde serão misturados para garantir a total homogeneização. Após o misturador, ocorre uma separação magnética para remover algum corpo metálico indesejado e então os ingredientes são direcionados para o moinho, onde ocorre a moagem dos ingredientes e ocorre o primeiro peneiramento.

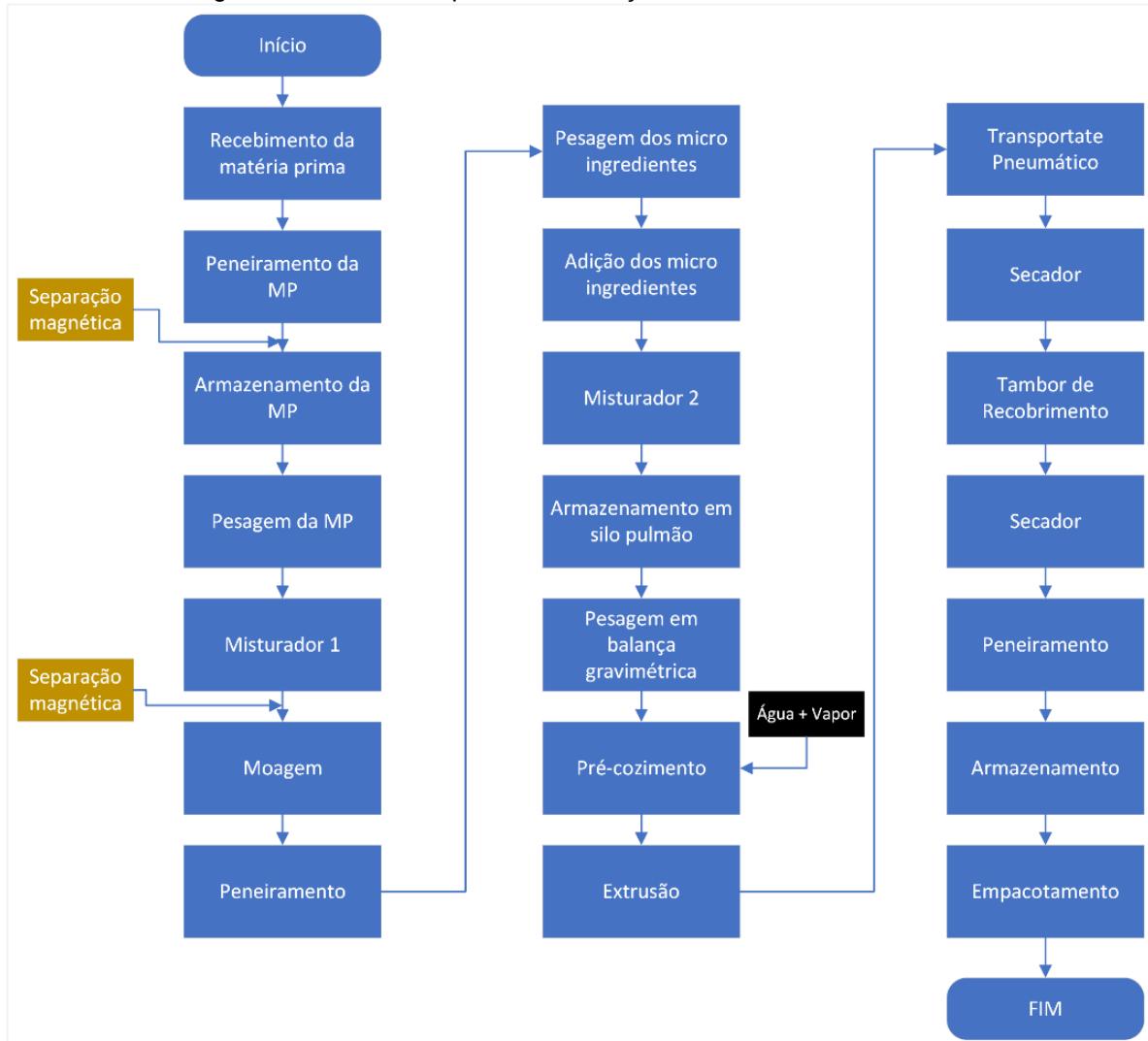
A mistura então passa por um segundo peneiramento, para remover qualquer resquício acima do esperado que irá impactar no produto. Após o segundo peneiramento, ocorre a pesagem e inserção das vitaminas, MP essencial para garantir a nutrição essencial para os consumidores. Então a mistura foi direcionada para um segundo misturador, realizando a total mistura das vitaminas, e encaminhado para um silo pulmão, silo destinado para a espera da farinha até sua inserção no processo.

Após o silo pulmão está presente uma balança gravimétrica, que realiza a pesagem da farinha e a direciona para a etapa de pré-cozimento. Nesta etapa são adicionados água e vapor e ocorre a homogeneização da farinha com os componentes adicionados. A mistura então foi direcionada para a extrusora, onde ocorreu a aplicação de altas temperaturas e pressão para ocorrer o cozimento da mistura e eliminação de micro-organismos. Este equipamento também foi responsável por determinar a forma do *kibble*, nome dos componentes da ração.

Ao sair da extrusora, os *kibbles* já formados são direcionados para o secador, através de um transportador pneumático, onde ocorreu a finalização do processo de cozimento, removendo o excesso de umidade e garantindo as características físicas essenciais do produto. Então, os *kibbles* são direcionados para o recobrimento, onde são inseridos o palatabilizantes e a fonte de gordura, para fornecer os nutrientes perdidos durante o processo de extrusão e secagem.

Os *kibbles* então são transportados para um resfriador, para garantir que a temperatura esteja próxima a do ambiente e passa por uma peneira, removendo componentes que estejam acima das dimensões especificadas e finos. Os *kibbles* são transportados para os silos internos de armazenamento e, de acordo com o produto a ser empacotado, a proporção de *kibbles* é selecionada e se inicia o processo de empacotamento. O processo pode ser visualizado no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Processo produtivo de ração animal na indústria estudada.



Fonte: O autor (2023).

4.1.1. Empacotamento

O processo de empacotamento se inicia com a seleção da receita a ser empacotada. Cada receita conta com uma proporção de *kibbles* específica. Os *kibbles* da receita então são transportados, através de uma calha vibratória, para um elevador de canecas e são direcionados para um silo, onde ocorre a homogeneização para atendimento das proporções da receita.

O silo então direciona para uma balança dosadora. A balança dosadora, a partir do peso alvo do *SKU*, realizou a pesagem e direcionou para a empacotadora, onde ocorreu a formação da embalagem e a selagem do pacote, tanto com solda vertical quanto solda horizontal.

Após a selagem o pacote foi direcionado através de esteiras para o processo de paletização, processo que consiste na disposição do produto em paletes para

facilitar o seu armazenamento e movimentação. Mas, antes da paletização, o produto passou por um detector de metais para verificar se não havia a presença de qualquer corpo estranho metálico no produto empacotado. Com a conformidade do produto, ele seguiu para a paletização, definida a partir do *SKU*, e o palete com os produtos foi formado.

O palete com os produtos então foi encaminhado para um equipamento, a strechadeira, para envolver o palete em filme *stretch*, fornecendo assim uma melhor estabilidade e segurança ao movimentar os paletes para os centros de distribuição e serem então destinados ao consumidor.

4.2. CICLO PDCA

4.2.1. Planejamento

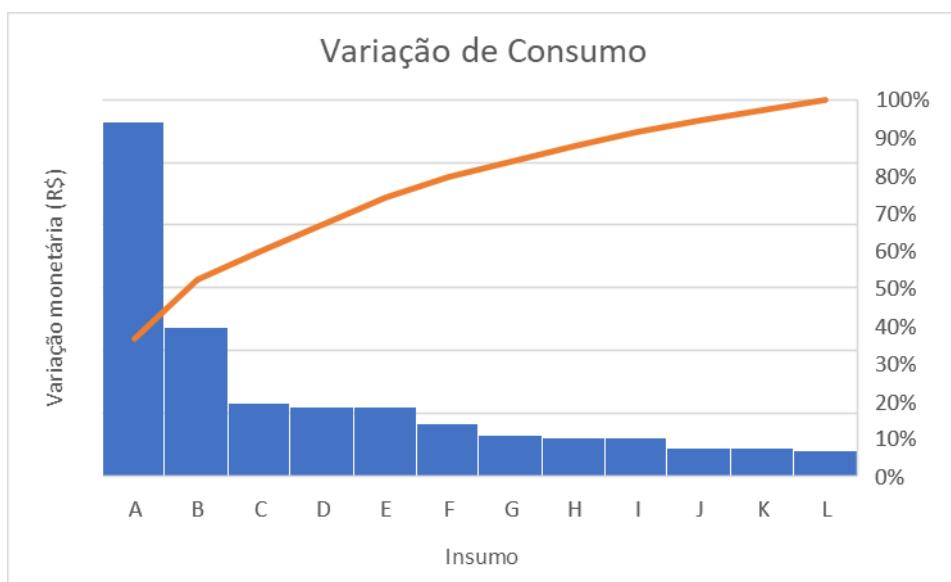
A etapa de planejamento se iniciou com o entendimento do processo produtivo, com um foco na etapa de empacotamento. A etapa em questão foi escolhida por ser a última antes da entrega ao consumidor, onde qualquer perda apresentada impacta diretamente na eficiência do processo. Além disso as embalagens não apresentam possibilidade de reuso ou retrabalho, sendo diretamente descartadas e, consequentemente, uma etapa crítica do processo.

Assim, para entender onde ocorrem perdas no processo, foram utilizados os dados de consumo dos insumos utilizados nesta etapa. Foi definido como perda a diferença entre o que deveria ser consumido, definido pela receita de cada *SKU*, e o que foi efetivamente consumido, apontado durante a produção. Ambas as informações foram coletadas a partir do *SAP*, sistema que permite o gerenciamento dos processos.

Foram coletados os dados de consumo do 10 primeiros meses do ano de 2022. Esses dados então foram relacionados com cada *SKU* e sua receita, identificando as divergências do processo. A divergência pode ser positiva, quando há um consumo menor do que o esperado, ou negativa, quando ocorreu o consumo maior do que o especificado na receita.

Assim, foi possível criar um diagrama de Pareto, apresentando a variação monetária por insumo, no intervalo analisado. O diagrama pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Diagrama de Pareto com a variação monetária do consumo dos insumos.

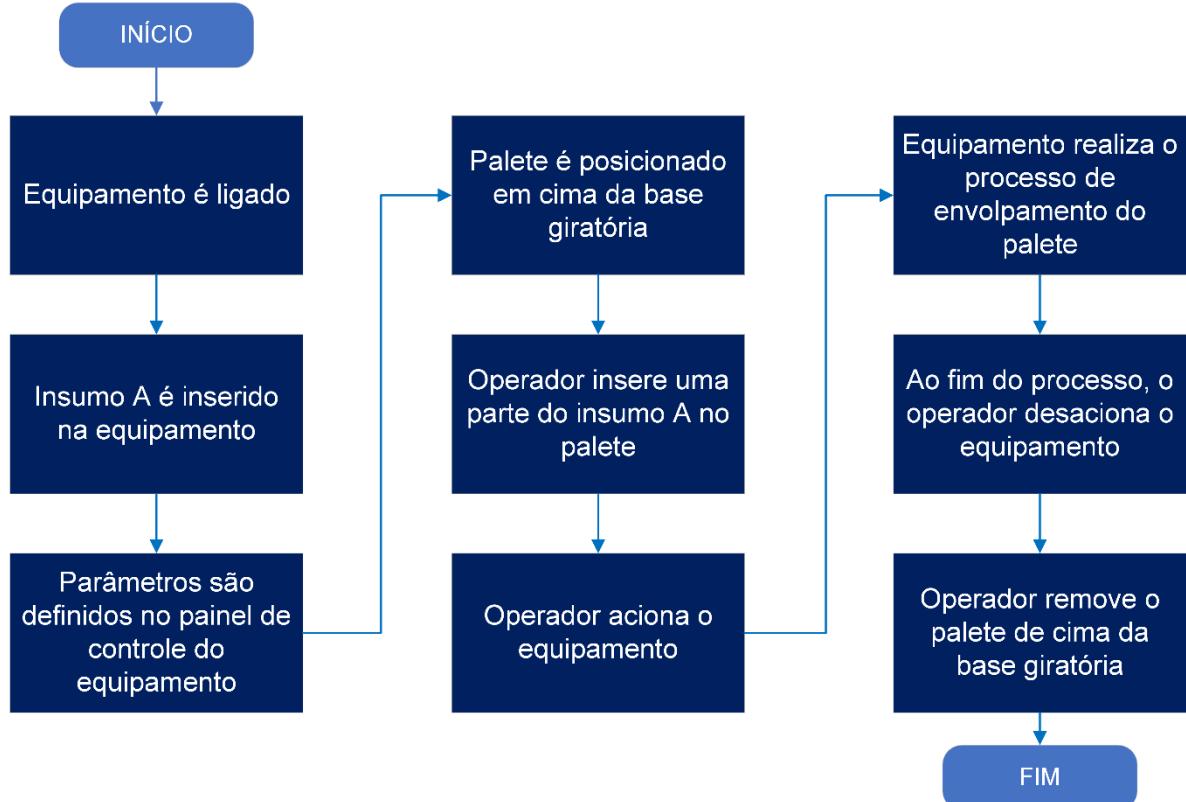


Fonte: O autor (2023)

A partir de uma análise do diagrama de Pareto, foi possível observar que os insumos A, B, C, D e E representam 80% das variações de consumo. Porém, o insumo A apresenta a maior parcela, representando mais de 35% da variação de consumo do período analisado.

O insumo A é utilizado na última etapa do processo, durante a paletização, onde o palete é envolto no insumo A para garantir uma maior sustentação e facilitar o seu transporte. O quanto devia ser consumido para cada SKU foi definido na receita. O Fluxograma 2 apresenta o processo em que o insumo estava envolvido.

Fluxograma 2 – Fluxograma do processo de envelopamento do palete.



Fonte: O autor (2023)

Assim, identificada a etapa a ser estudada foi realizada uma análise detalhada de como o processo ocorria. Foram identificados todos os pontos que podiam existir alguma falha ou impactar diretamente nas entregas. Através de um *brainstorming* com o time, foram levantadas as hipóteses para a ocorrência do problema, além de identificar se tal hipótese seguiria ou não para o diagrama de Ishikawa. As saídas do *brainstorming* foram apresentadas na Tabela 1.

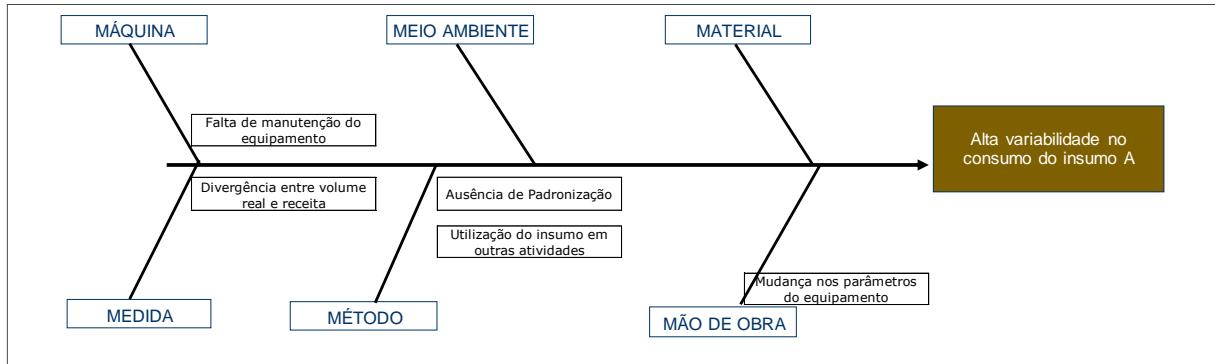
Tabela 1 – Saídas do *brainstorming*

Ideia	Seguir para diagrama de Ishikawa?
Ausência de padronização da atividade	SIM
Volume dos paletes diferente entre SKU	SIM
Divergência entre consumo real e a receita	SIM
Troca de bobina irregular	NÃO
Utilização do insumo A em outras atividades	SIM
Falta de manutenção no equipamento	SIM
Variação de parâmetro durante sua atualização	SIM
Diferentes tipos do Insumo A	NÃO

Fonte: O autor (2023).

A partir das saídas do *brainstorming*, foi possível criar um diagrama de Ishikawa, que iria relacionar cada ideia dada a um M, representando uma causa principal. Duas hipóteses foram descartadas pelo fato de o insumo A ser fornecido pelo mesmo fornecedor, sem modificações recentes em seus parâmetros. Este diagrama construído foi apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Diagrama de Ishikawa preenchido para o problema analisado.



Fonte: O autor (2023).

A partir do diagrama de Ishikawa, foi utilizado a ferramenta 5 porquês para identificar a causa raiz de cada possível causa do problema. O resultado dos 5 porquês pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – 5 Porquês da saída do diagrama de Ishikawa.

Possíveis causas principais	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?
Falta de Manutenção no equipamento	Piano preventivo do equipamento com grande intervalo	Por não identificar o processo como crítico	Por ser um processo mais simples, sem afetar o consumidor final	Por falta de conhecimento da importância do processo.
Divergência entre volume real e receita	Porque há variabilidade no processo	Porque não há padronização.		
Ausência de Padronização	Por acreditar que é um processo simples, sem variabilidades	Por falta de conhecimento da importância do processo		
Utilização do insumo em outras atividades	Por falta de controle da sua utilização	Por identificar que não é um insumo que deve ser controlado	Por falta de conhecimento	
Mudança nos parâmetros do equipamento	Por não ter conhecimento dos parâmetros que devem ser utilizados	Porque não há padronização.		

Fonte: O autor (2023).

Com as saídas do 5 porquês foi possível observar que há duas causas principais para o problema. A primeira foi referente a falta de padronização, o que levou a variabilidades no processo e, consequentemente, o aumento das perdas do insumo, resultando em perdas para o negócio. E a segunda foi referente a falta de conhecimento da importância do processo, como impactava diretamente na segurança do produto, garantindo a correta sustentação dos produtos nos CD e o impacto que ele apresentava na eficiência do processo.

De posse de todas essas informações, das possíveis causas raízes identificadas e de quais deveriam ser priorizadas foi construído um plano de ação para

finalmente entender mais sobre cada causa raiz e minimizá-las ou eliminá-las. O plano de ação foi construído utilizando a ferramenta 5W2H, apresentada na seção 2.4.3, e pode ser vista na Figura 11.

Figura 11 – Plano de ação para acompanhamento do processo e eliminação do problema.

5W					2H	
WHAT	WHY	WHO	WHERE	WHEN	HOW	HOW MUCH
Coleta e pesagem de amostras do insumo A por execução	Identificar o consumo médio por execução	Estagiário de Melhoria Contínua	Fim do processo de paletização	nov/22	Ao fim do processo, retirar o insumo A e pesar	Total do insumo A retirado para amostragem
Obter a quantidade de insumo A para cada receita	Comparar com o valor real utilizado	Analista de Manufatura	Processo de embalagem	nov/22	No SAP, retirar de cada receita a quantidade estimada	-
Comparar a quantidade real x esperada	Verificar se há variabilidades no processo e/ou receita desatualizada	Estagiário de Melhoria Contínua	Processo de embalagem	dez/22	Comparação realizada a partir de planilhas	-
Criação de padrão para o processo	Para diminuir as variabilidades existentes	Analista de Manufatura, Estagiário de Melhoria Contínua	Processo de embalagem	dez/22	Acompanhando a atividade para entender quais procedimentos devem ser realizados, quanto tempo gasto em cada etapa e tirando fotos	-
Treinamento da operação	Padronização do processo e diminuir variabilidade	Analista de Manufatura, Estagiário de Melhoria Contínua	Processo de embalagem	dez/22	Através de reuniões expositivas	-
Conscientização sobre processo	Para conscientização do processo e não utilização do insumo A para outras atividades	Analista de Manufatura, Estagiário de Melhoria Contínua	Processo de embalagem	dez/22	Através de reuniões expositivas	-
Solicitação de adequação das receitas	Para consumo esperado refletir a realidade	Analista de Qualidade	R&D Regional	dez/22	Apresentando os dados reais obtidos	-
Acompanhamento do processo após modificações	Verificar se as modificações foram efetivas	Estagiário de Melhoria Contínua	Processo de embalagem	Jan/23 - Abr/23	Através de planilhas e acompanhamento da produção	-

Fonte: O autor (2023).

Com o plano de ação definido foi possível dar seguimento a próxima etapa do PDCA, a etapa de execução.

4.2.2. Execução

A etapa de execução ocorreu, de forma paralela, durante os meses de novembro de 2022 até abril de 2023. As etapas ocorriam de forma paralela, mas, para uma melhor compreensão foram apresentadas de forma linear.

4.2.2.1. Consumo real do insumo A

A coleta de amostras seguiu o procedimento apresentado na metodologia, na seção 3.2.1, utilizando a norma ABNT 5426. Para tal, foi selecionado o dia que seria realizado a coleta e verificado qual seria a quantidade correspondente a um lote para

o turno. O lote foi composto por todos os paletes produzidos no turno. Foram selecionados dias aleatórios para a coleta da amostra. A partir de tais amostras foi possível obter a quantidade média consumida para o insumo A.

Foram coletados amostras durante o mês de novembro de 2022 e, essas amostras apresentaram um peso médio igual a 533 gramas. Porém, quando foram comparados com as receitas disponíveis dos produtos utilizados durante os dias selecionados, a média de consumo para o insumo A foi de 513 gramas, 20 gramas abaixo do consumo real.

Foi observado, inclusive, durante a medição, a falta de constância no processo e como era variável quando ocorria a mudança de operadores, como na quantidade do insumo A utilizado na etapa inicial do processo, variando significativamente a quantidade utilizada, e os parâmetros utilizados, para dar uma maior celeridade ao envelopamento e, assim, podendo comprometer a segurança do produto.

Para efeitos deste estudo foi selecionado uma receita específica que apresentava a maior variação entre o consumo esperado e o consumo real do insumo A e foi solicitado, junto ao time de *R&D* local, responsáveis pela formulação das receitas, a adequação do consumo para a realidade vivida em fábrica.

4.2.2.2. Padronização e Conscientização

Para o processo de padronização foi feito o acompanhamento da execução da atividade com operadores diferentes, separados em dois grupos: os mais recentes na atividade e os mais antigos, com maior *expertise* do processo e conhecimento. Assim, foi realizado o acompanhamento inicial do grupo dos operadores mais antigos, para um entendimento de como o processo deveria ser executado, observando todas as etapas, parâmetros utilizados e quantidade de filme utilizado. O mesmo processo foi repetido para o time mais recente, observando onde ocorria a maior variação com relação ao time anterior e se ocorria alguma nova ou omissão de etapa realizada pelo time.

O processo de padronização foi seguido, com o detalhamento de todas as informações básicas para operação do equipamento, quais parâmetros deveriam ser utilizados, a quantidade indicada para inserção inicial nos paletes, necessidade de cessar o funcionamento do equipamento assim que tivesse realizado a atividade.

Para definição dos parâmetros indicados, o time de *R&D* local foi consultado. Os parâmetros utilizados foram: quantidade de voltas que o insumo A deveria dar no

topo e na base do palete, a velocidade que tal procedimento deveria ocorrer, tanto para a subida quanto para a descida e a velocidade da plataforma.

Para a quantidade de voltas, foi definida que deveriam ser dadas 4 voltas na base, garantindo assim uma maior sustentação e evitando que ocorra qualquer movimentação dos produtos para fora do palete, e 2 voltas para o topo. Para a velocidade, tanto de subida quanto de descida do cabeçote, deveria ser definido a velocidade média do equipamento (50% da sua capacidade). A unidade não foi especificada no equipamento. Para a plataforma foi definida 70% da capacidade do equipamento.

Juntamente com a padronização foi realizado o treinamento da equipe e conscientização dos outros funcionários sobre a importância do processo e como ele estava sendo impactado pela alta variabilidade de consumo, impactando financeiramente.

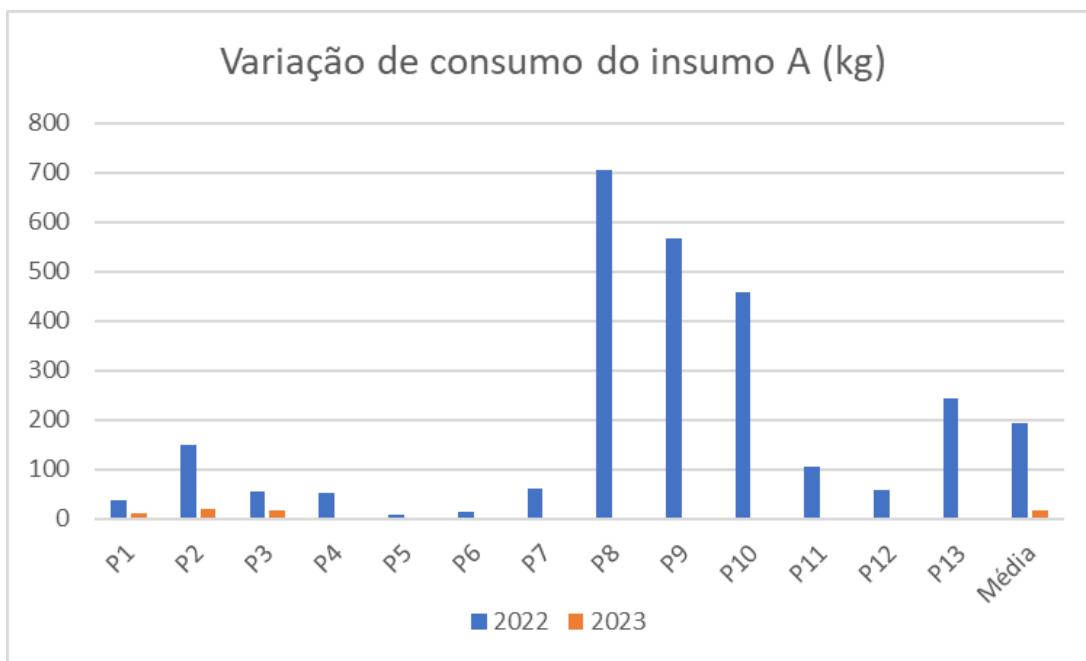
4.2.3. Checagem dos Resultados

Nesta etapa, foi verificado o resultados das ações realizadas anteriormente. Como mencionado anteriormente, foi escolhida um tipo de produto específico para realização do estudo, de forma a verificar a efetividade das ações realizadas e o seu impacto no processo produtivo.

Assim, foram realizados a coleta dos dados anteriores a aplicação do ciclo PDCA deste produto, referente ao ano de 2022 e foram coletados os dados do ano de 2023 até o mês de março, após a aplicação do ciclo PDCA em questão.

A Figura 12 apresenta os dados de 2022 e 2023, referente a variação de consumo do insumo A, em quilogramas.

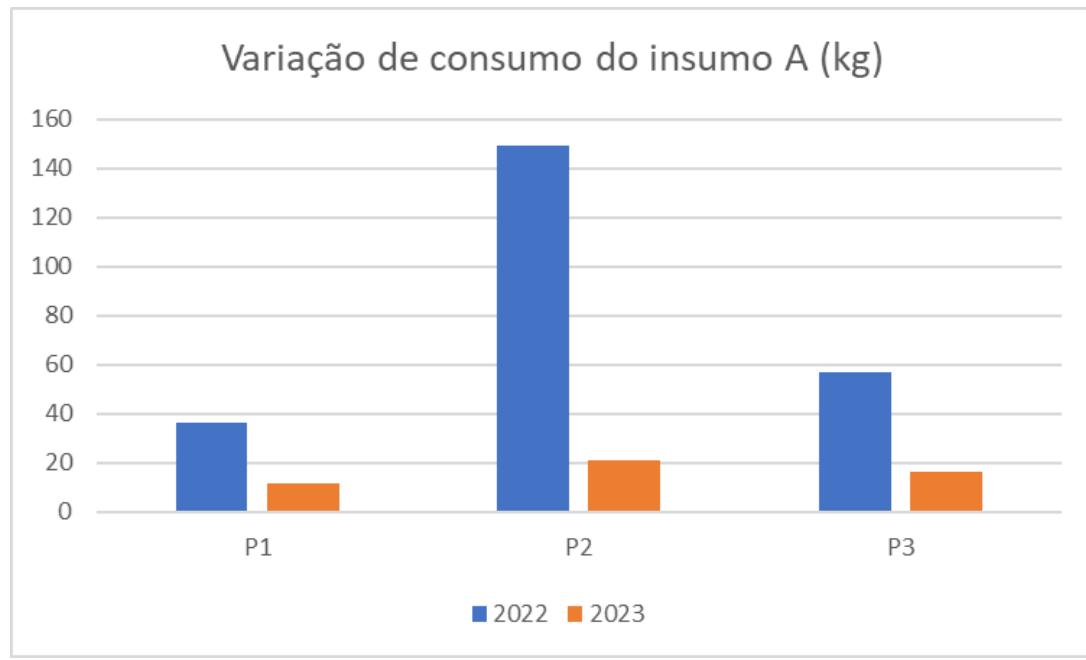
Figura 12 – Dados coletados do consumo do insumo A.



Fonte: O autor (2023).

Na Figura 13 foi possível observar os dados do mesmo período entre 2022 e 2023, para uma melhor visualização dos resultados obtidos.

Figura 13 – Dados coletados do consumo do insumo A no primeiro trimestre.



Fonte: O autor (2023).

Observando os dois gráficos foi possível observar a efetividade das ações, tendo havido uma redução média de 75% da variação de consumo do insumo A, o que representou ótimos resultados.

4.2.4. Agir

Com os resultados alcançados no produto analisado em questão, reduzindo a variabilidade, foi verificado a existência do problema e que a falta de padronização e de conscientização dos operadores referente ao processo impactavam diretamente no processo e na sua eficiência, diminuindo significativamente as perdas.

Assim, foi necessário que a conscientização fosse algo constante, sendo incluído periodicamente com todas as áreas para reconhecimento da importância do processo e do seu controle. Além disso, incluir no plano anual, o treinamento sobre o processo para manter os dados obtidos.

4.3. SUGESTÕES FUTURAS

Como sugestão para maiores ganhos, a aplicação em outras receitas foi indicada para um melhor resultado, garantindo assim o decréscimo na variação do insumo no processo. O padrão criado poderá ser seguido, visto que não há alterações no processo. As necessidades de expansão seriam a atualização das receitas existentes e acompanhariam, através do SAP, a variação de consumo do insumo.

5 CONCLUSÃO

A partir dos conceitos apresentados neste estudo foi possível desenvolver e aplicar o ciclo PDCA, contando com a participação de um time multidisciplinar para o seu desenvolvimento e execução, alcançado os objetivos inicialmente propostos, obtendo uma visão mais detalhada do processo de empacotamento e podendo atuar onde as maiores perdas eram sentidas.

A utilização de ferramentas auxiliares, como o diagrama de Pareto, *brainstorming*, diagrama de Ishikawa, 5 porquês e 5W2H foram essenciais para fornecer um melhor direcionamento e priorização das atividades, atuando de forma mais eficiente, onde os ganhos seriam maiores, identificando quais eram os reais problemas enfrentados.

A partir dessas atividades e da sua execução, foi possível atingir os objetivos previamente propostos, que seria da redução da variação do consumo do insumo A no processo em que foi utilizado, atingindo uma redução de cerca de 75% da variação, quando o mesmo período foi comparado entre os dois anos.

Dessa forma, pode-se observar o bom retorno do ciclo PDCA aplicado, sendo recomendado sua reaplicação para uma redução ainda maior da variabilidade, garantindo a melhoria contínua do processo e obtendo uma maior eficiência do processo.

Como sugestões para estudos futuros foi sugerido a extensão do ciclo PDCA aplicado e as ações que dele surgiram em outros produtos, para uma redução da variabilidade do processo como um todo. Além disso, expandir para o outro equipamento presente, focando nos produtos menores. Assim, seria possível manter a constante melhoria dos processos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma.** 1 ed. Belo Horizonte: INDG, 2002, 232 p.
- ALVES, B. N. de P. **A utilização da ferramenta 5W2H: uma proposta de melhoria no setor produtivo de uma empresa industrial de artefatos em acrílico.** 2021. 64f. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN.
- ANDRADE, F. F. de. **O método de melhorias PDCA.** 2003. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- ARRUDA, José R. C. **Políticas & Indicadores de Qualidade na Educação Superior.** Rio de Janeiro: Qualitymark/Dunya, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. **Manual Pet Food Brasil.** 10. ed. São Paulo, 2019. 568 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. **Mercado Pet Brasil 2022.** São Paulo, 2022. 11 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos de inspeção por atributos.** Rio de Janeiro, 1985. 63 p.
- BARBOSA, H. D. P. **Combinação dos princípios do lean manufacturing e manufatura ágil: estudo de caso numa indústria de embalagens de alumínio.** 2021. 73f. Dissertação (Mestrado profissional em Gestão Competitiva). Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP.
- BARCELLOS, U. da S. **Revisão Sistemática das Ferramentas de Qualidade mais utilizadas nas indústrias.** 2017. 27f. Monografia (Especialização em Produção). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- BELLAVER, C., NONES, K. **A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola.** In: IV SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2000, Goiana. Goiás. 18 p.
- BESSANT, J. et al. **Rediscovering continuous improvement.** Technovation, v.14, i.1, p.17-29, 1994.
- BIAGI, J. D. **Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de peletes e na economia da produção de rações.** In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇOES PARA AVES E SUINOS, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPACNPSA, 1998. 74p. p.57-70.

BHUIYAN, N. et al. **A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company.** International Journal of Productivity and Performance Management. v. 55, n. 8, p. 671-687, 2006.

BORGES, W. K. L. **Avaliação da qualidade de uma mistura com uso de microtracer.** 2019, 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas. Rondonópolis. MT.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade:** conceitos e técnicas. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2017, 248 p.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e de Operações:** uma abordagem estratégica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 446 p.

COSTA, E. A. **Gestão estratégica:** da empresa que temos da empresa que queremos. 2. ed. São Paulo: Saraiva. 2007. 464 p.

COSTA, T. B. da S.; MENDES, M. A. **Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10, 2018, São Cristóvão. **Analís...** Sergipe: 2018. 680 p. p. 1-11.

FABRIS, C. B. **Aplicação das ferramentas da qualidade em um processo produtivo em uma indústria de ração.** 2014. 74p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, PR.

FUCILLINI, D. G.; VEIGA, C. H. A. da. **Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso.** Revista Custos e @gronegócio on line. Recife, PE, v. 10, n. 4, p. 221-240. 2014.

FURUKITA, A. C. **Aplicação do Ciclo PDCA para redução do desperdício de embalagens de papelão: Estudo de caso em uma indústria alimentícia.** 2017. 54p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, PR.

HILSDORF, W. de C. et al. **Aplicação De Ferramentas Do Lean Manufacturing: Estudo De Caso Em Uma Indústria De Remanufatura.** Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 19, n. 1, p. 640-667, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Nota de conjuntura nº 57,** de 02 de dezembro de 2022. São Paulo, 2022. 22 p.

KRAJEWSKY, L., et al. **Administração da produção e operações.** 8 ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MACHADO, S. **Gestão da Qualidade.** Inhumas, GO: e-Tec Brasil, 2012

MAGALHÃES, C. C. **Parâmetros operacionais do processo de extrusão termoplástica para a produção de rações secas para animais.** 2019. 41 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN.

MAICZUK, J.; ANDRADE JÚNIOR, P. P. **Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso.** Qualitas Revista Eletrônica, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 1-14. 2013.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa Nº 04/2017**, de 23 de Fevereiro de 2007. Brasília, 2007.

MOEN, R.; NORMAN, C. **Evolution of the PDCA Cycle.** In: ASIAN NETWORK FOR QUALITY, 7, 2009, Tóquio. **Anais...** Tóquio: 2009. 11 p.

MOURA, A. de G. et al. **Uma proposta de melhoria de processos de negócio para os Institutos Federais.** Revista de Gestão & Tecnologia. v. 19, n. 4, p. 212-243, jul./set. 2019.

NOGUEIRA, S. L. **Produção de ração para animais não ruminantes na PAP Rações.** 2018, 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Cuiabá, MT.

OELKE, C. A. **Tecnologia de rações.** Frederico Westphalen: UFSM, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen; Rede e-Tec Brasil, 2013. 142 p.

POMPEU, A. M., RABAIOLI, V. **A Filosofia Lean Manufacturing: seus princípios e ferramentas de implementação.** Multitemas. Campo Grande, MS, n. 46. p. 77-94, jul./dez. 2014.

RIBEIRO, E. C., et al. **Aplicação do Lean Manufacturing Em Conjunto Com A Manufatura Aditiva Na Redução De Desperdícios Em Processos.** Revista Pesquisa e Ação. Mogi das Cruzes, SP, v. 6, n. 1, p. 81-104, 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Ferramenta: 5W2H - Plano de Ação para Empreendedores.** São Paulo, 2017.
TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção:** Teoria e prática. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009. 208 p.

SILVA, P. S. de M. **Processo Produtivo e Boas Práticas em Fábrica de Ração.** 2022, 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia). Instituto Federal Goiano, Campus CERES, Ceres, GO.

VILLA, M. A. M. **Proposta De Um Modelo de Referência Para A Implementação De Práticas De Liderança Lean Em Um Ambiente De Manufatura.** 2021. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

WEISS, A. E.; **Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know.** 1. ed. Grã-Bretanha: Pearson Education Limited, 2011. 201 p.

APÊNDICE A – Planilha para coleta das amostras

AMOSTRAGEM DO INSUMO A

Amostra	Peso	Data	RAÇÃO
1			
2			
3		Turno	
4			
5			
6			
7		Associado que realizou a paletização	
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			