

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

Mariana Barbosa Reis

Aplicação do ciclo PDCA na redução de perdas por descarte
em uma indústria de *petfood*

ITUIUTABA
2022

Mariana Barbosa Reis

Aplicação do ciclo PDCA na redução de perdas por descarte
em uma indústria de *petfood*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa

ITUIUTABA
2022

Aplicação do ciclo PDCA na redução de perdas por descarte em uma indústria de *petfood*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal, aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela banca examinadora formada por:

Ituiutaba, 30 de março de 2022.
Banca Examinadora:

Profa. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa (orientadora), Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Fernando Costa Malheiros, Universidade Federal de Uberlândia

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

A minha família, meus pais e minha irmã que sempre me apoiaram nessa trajetória.
Aos profissionais da educação que colaboraram direta e indiretamente para minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Ana Cláudia e Roni, e a minha irmã Ana Laura que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória, sem eles nada disso seria possível. A todos meus professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia, pela excelência da qualidade técnica de cada um. Agradeço em especial a minha orientadora Profa. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa, por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa e sempre se fez disponível para auxiliar-me.

Também quero agradecer a todos os meus amigos do curso de graduação que compartilharam dos desafios que enfrentamos.

Agradeço a empresa na qual realizei o projeto e a todos que participaram para que conseguíssemos atingir os resultados.

*“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou,
mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.”*

(Abraham Lincoln)

RESUMO

Nos últimos anos o mercado pet vem ganhando notória importância, em um novo contexto em que se observa mudança de comportamento dos tutores de animais de estimação, que assumem um papel diferenciado que se reflete no consumo de produtos pets e, principalmente, na compra do alimento destes animais. Logo, percebe-se o aumento da competitividade, gerada pela atratividade e globalização deste mercado, sendo necessária a implementação de práticas de gestão eficazes para melhoria da eficiência produtiva. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo aplicar o ciclo PDCA em uma indústria de alimentos para animais de estimação, a fim de eliminar desperdícios e aumentar a eficiência da fábrica. Quanto ao procedimento metodológico trata-se de um estudo de caso, realizado na fábrica instalada em Mogi Mirim, no estado de São Paulo. Para aplicação da ferramenta PDCA foram seguidos os dez passos definidos pela empresa pois a mesma adaptou a ferramenta a sua realidade. O foco do estudo foi analisar as perdas relacionadas ao descarte de produtos na máquina *pouch filler*. Os resultados mostraram que após a aplicação do ciclo PDCA o descarte nesta máquina diminuiu e foi possível manter os valores dentro da meta de empresa. Com relação ao OEE da máquina, este aumentou de 70% para 72%.

Palavras-chave: PDCA. OEE. Eficiência.

ABSTRACT

In recent years, the pet market has been gaining notorious importance, in a new context in which there is a change in the behavior of pet guardians, who assume a differentiated role that is reflected in the consumption of pet products and, especially, in the purchase of food from these animals. Therefore, there is an increase in competitiveness, generated by the attractiveness and globalization of this market, and it is necessary to implement effective management practices to improve productive efficiency. In this sense, this work aims to apply the PDCA cycle in a pet food industry in order to eliminate waste and increase factory efficiency. As for the methodological procedure, this is a case study, carried out at the factory located in Mogi Mirim, in the state of São Paulo. For the application of the PDCA tool, the ten steps defined by the company were followed. The focus of the study was to analyze the losses related to the disposal of products in the pouch filler machine. The results showed that after the application of the PDCA cycle the disposal in this machine decreased and it was possible to maintain the values within the company goal. Regarding the OEE of the machine, it increased from 70% to 72%.

Keywords: PDCA. OEE. Efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Diagrama de Ishikawa.....	17
Figura 2	Perdas médias das máquinas nas fábricas da Rússia e de Mogi Mirim.....	24
Figura 3	Causas das perdas relacionadas à categoria “outras paradas”.....	24
Figura 4	Processo de fabricação do sachê.....	25
Figura 5	Quantidade de descarte no ano de 2020.....	26
Figura 6	Diagrama de Ishikawa das perdas por descarte.....	27
Figura 7	Relação entre o OEE e descarte da máquina <i>pouch filler</i>	31

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IPB	Instituto Pet Brasil
ABINPET	Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
JIT	<i>Just in time</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	12
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	13
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	13
1.3	JUSTIFICATIVA	13
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	14
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	15
2.1.1	DIAGRAMA DE ISHIKAWA	16
2.1.2	MÉTODOS DOS CINCO PORQUÊS	17
2.1.3	PDCA.....	18
2.1.4	<i>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</i>	19
3	METODOLOGIA.....	21
4	RESULTADOS.....	23
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	23
4.2	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	23
4.3	ETAPA PLANEJAR (<i>PLAN</i>).....	25
4.4	ETAPA EXECUTAR (<i>DO</i>).....	27
4.5	ETAPA CHECAR (<i>CHECK</i>).....	29
4.6	ETAPA AGIR (<i>ACTION</i>)	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O mercado de alimentos para animais de estimação vem aumentando de forma considerável no País. De acordo com o Instituto Pet Brasil (IPB), o faturamento no segmento, em 2019, teve um aumento de 3% comparado a 2018 (MARTINS, 2020). Atualmente, o Brasil tem cerca de 54 milhões de cachorros e 24 milhões de gatos, sendo o terceiro maior mercado de pets no mundo (ABECH, 2020).

Segundo a Euromonitor Internacional, durante o período de recessão ocasionado pela pandemia do COVID-19, os donos de animais dedicaram mais gastos à saúde dos pets à medida que a tendência de humanização se intensificava (MARTINS, 2020). O estudo feito pela ABINPET (Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação), em outubro de 2020, demonstra que as projeções para o ano de 2021 indicavam um aumento de 6% no faturamento e 3,4% no volume de produção de alimentos para animais de estimação.

A partir de um estudo feito pela Euromonitor Internacional (2020), estima-se que o crescimento do mercado pet deve alcançar 42,7% entre 2020 e 2025. Esses dados, somados a todas as necessidades impostas devido à pandemia, fizeram com que as indústrias de *petfood*, *petvet* e *petcare* investissem mais em seus sistemas produtivos e melhoria de processos, visando aumentar a qualidade de seus produtos e, assim, se manterem competitivas no mercado.

Neste sentido, a gestão da qualidade apresenta uma metodologia de análise que se baseia na integração de técnicas e ferramentas que contribuem para a tomada de decisão, fundamentada em fatos e na melhoria contínua dos processos e, conseqüentemente, de seus respectivos resultados (LIMA, 2007).

Dentre as principais ferramentas da qualidade pode-se citar os fluxogramas, o Diagrama de Ishikawa, o gráfico de Pareto e o ciclo PDCA. O uso das ferramentas da qualidade tem como fim mensurar e controlar os processos que estão sendo implantados ou utilizados na gestão geral de determinado segmento, pois são os instrumentos utilizados para o desenvolvimento, medição, análise e melhoria da qualidade nas organizações (ALSALEH, 2007; BAMFORD; GREATBANKS, 2005).

Desse modo, o sistema de gestão PDCA (*Plan* – planejar, *Do* – fazer, *Check* – certificar, *Action* – agir) se destaca por ser a base da melhoria contínua. Segundo Orofino (2009), a melhoria contínua aplicada aos processos objetiva a eliminação da causa de uma falha qualquer, a partir da identificação pelos mecanismos de controle do processo. Sendo assim, esse método

ataca as causas raízes de um processo em que se observa que possa haver melhorias e desenvolve planos de ação em prol de buscar maior eficiência e reduzir desperdícios.

Neste contexto, a seguir são apresentados os objetivos do trabalho.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

Aplicar o ciclo PDCA em uma indústria de alimentos para animais de estimação, a fim de eliminar desperdícios e aumentar a eficiência da fábrica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar o processo;
- Identificar as perdas;
- Identificar as causas raízes;
- Realizar um plano de ação;
- Desenvolver e validar as soluções.

1.3 Justificativa

O método PDCA é utilizado pelas organizações para gerenciar os seus processos internos de forma a garantir o alcance de metas estabelecidas, tomando as informações como fator de direcionamento das decisões (CAMPOS, 1992).

Sendo assim, este trabalho justifica-se uma vez que a aplicação do ciclo PDCA na empresa em estudo tem como foco analisar as causas raízes de paradas e perdas da máquina, sejam elas operacionais ou de manutenção e realizar planos de ação para sanar as dificuldades e buscar maior eficiência da máquina.

1.4 Delimitação do trabalho

A aplicação do ciclo PDCA apresentada no trabalho limita-se em aumentar a eficiência de uma máquina da linha de produção de alimentos para *pet*, considerada o gargalo do processo produtivo, e apresenta ações para reduzir a quantidade de descarte que é gerado pela mesma.

1.5 Estrutura do trabalho

Em primeiro momento é apresentada a contextualização e justificativa do trabalho, trazendo informações sobre a indústria de alimentos para animais de estimação e explicação sobre as ferramentas e conceitos utilizados. Ademais, são apresentados os objetivos, justificativa e delimitação do trabalho.

Como próximo passo, é apresentado a fundamentação teórica a partir de referências de pesquisas produzidas por autores renomados, trazendo antecedentes históricos e aplicações das metodologias trabalhadas na empresa. No tópico metodologia, a pesquisa é caracterizada de acordo com os métodos e procedimentos evidenciados.

Em resultados, o estudo de caso é apresentado em detalhes. São expostas informações sobre a fábrica onde o trabalho foi realizado, dados e análises da situação que se encontravam os setores e também as melhorias implementadas.

Finalmente, nas considerações finais, são avaliados os resultados obtidos com o projeto, as limitações da pesquisa sugestões de trabalhos futuros que podem ser realizados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema Toyota de Produção

De acordo com Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu no Japão na década de 40, tendo como objetivo uma gestão de produção enxuta por meio da eliminação de desperdícios e perdas, tais como os defeitos, excesso de produção, estoques, processamento desnecessário, movimento desnecessário, transporte desnecessário e espera (WERKEMA; 2008).

Sendo um dos pilares do STP, o *Just in Time* (JIT) é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades com *lead time* curtos, para atender às necessidades específicas do cliente (LIKER, 2005). O uso do *just in time* representa produzir a peça certa, na quantidade certa e no tempo certo.

Assim, para compreender as perdas é necessário compreender que aumentar a eficiência só faz sentido quando o objetivo é reduzir custos e deve haver melhoria nos estágios da produção (OHNO, 1997). As perdas são classificadas como:

- Excesso de produção: pode esconder as outras perdas. É uma perda por produzir além do programado ou previsto (GHINATO, 1996);
- Transporte desnecessário: fluxo de materiais ou pessoas que não agrega valor gerando custos e despesas desnecessários (ANTUNES et al., 2008);
- Processamento desnecessário: atividades em manufatura que não agregam valor ao processo (ANTUNES et al., 2008);
- Defeitos: Produção de peças ou produtos com defeitos, características fora das quais foram projetados (PAIM et al., 2009);
- Estoques: acontece, por exemplo, quando um lote de 1000 peças está em processamento e após a primeira peça ser processada esta ficará aguardando as outras 999 peças passar pelo mesmo processamento para completar o lote e seguir adiante, e cada peça passa pela espera da anterior (GHINATO, 1996). Também pode ser causado por matérias-primas ou produtos dentro do depósito aguardando algum tipo de processamento (OISHI, 1995);
- Movimento desnecessário: movimento excessivo ou desnecessário dos colaboradores ou materiais (CORRÊA; CORRÊA, 2011);

- Espera: há a perda por espera do trabalhador, quando este deve permanecer junto à máquina acompanhando o processo do início ao fim, e a perda por espera das máquinas, que é a espera por suprimentos ou matéria-prima ou desbalanceamento do fluxo de produção (GHINATO, 1996).

No contexto do STP foram desenvolvidas várias ferramentas *lean*, dentre elas o Diagrama de Ishikawa, Método dos Cinco Porquês e o PDCA. Ainda, foram desenvolvidos sistemas de gestão da manutenção, como o *Total Productive Maintenance*. Esses conceitos serão apresentados a seguir.

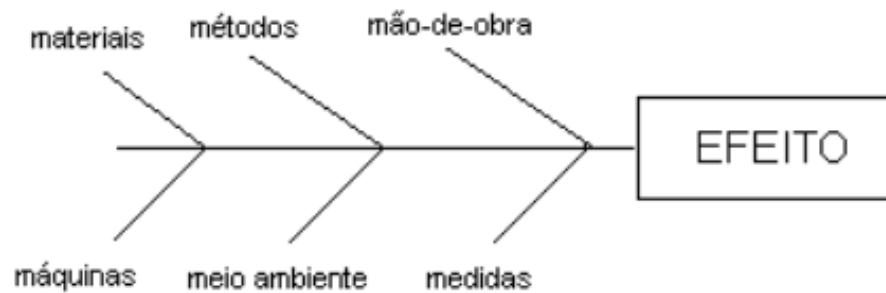
2.1.1 Diagrama de Ishikawa

Segundo Holanda e Pinto (2009), o Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta muito útil na análise dos processos, pois demonstra a relação existente entre os seus resultados e as diversas causas que o afetam, de modo a auxiliar na definição das causas raízes de um problema. Possi (2006) destaca que o diagrama de Ishikawa é uma ótima ferramenta para levantamento de direcionadores, comunicação e detalhamento de causas.

Segundo Campos (1999), as causas podem ser divididas em seis categorias, consideradas como 6 Ms (Fig. 1), sendo elas: i) materiais: analisa se a matéria prima está de acordo com as especificações, revisão de receitas, lotes e fornecedores; ii) métodos: considera especificações, parâmetros, procedimentos, instruções de trabalho; iii) mão-de-obra: analisa qualificação dos colaboradores (conhecimento, treinamento, comportamento); iv) máquinas: analisa se a máquina está em boas condições de trabalho (itens de desgaste, manutenções) e adequada ao processo; v) meio ambiente: verifica se iluminação, temperatura, vibrações, o ambiente externo interfere no processo; vi) medida: considera aspectos relacionados à a manutenção e calibração da máquina.

De acordo com Ishikawa (1993) o agrupamento dos fatores deve ser corretamente controlado a fim de que os processos sejam transformados em causas que resulte em bons produtos e efeitos.

Figura 1 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Campos (1999)

2.1.2 Método dos Cinco Porquês

Segundo Lucinda (2010), o método dos cinco porquês foi criado pelo Professor Taiichi Ohno e consiste em descobrir, por meio de perguntas, as causas profundas de um determinado problema em questão. De acordo com Werkema (1995) apesar de ser uma técnica simples, o método dos “5 Porquês” costuma apresentar resultados significativos.

A análise dos por quês inicia-se com o estabelecimento do problema e a pergunta “por que o problema ocorreu?”. Uma vez que as causas da ocorrência do problema tenham sido identificadas, cada uma das causas é tomada por sua vez e, novamente, é feita a pergunta por que essas razões ocorreram e assim por diante (SLACK *et al.*, 2009).

Weiss (2011) descreve de forma simplificada os 5 passos que devem ser dados para aplicar o método:

- Inicie a análise com a afirmação da situação que se deseja entender – ou seja, deve-se iniciar com o problema;
- Pergunte por que a afirmação anterior é verdadeira;
- Para a razão descrita que explica por que a afirmação anterior é verdadeira, pergunte por que novamente;
- Continue perguntando por que até que não se possa mais perguntar mais por quês;
- Ao cessar as respostas dos por quês significa que a causa raiz foi identificada.

2.1.3 PDCA

A ferramenta PDCA foi desenvolvida na década de 30 por Walter Shewhart e que, futuramente foi disseminada por W. Edwards Deming. Para Costa (2007) o conceito da metodologia do PDCA não consiste somente na implantação das mudanças estratégicas, mas também organizar as melhorias sucessíveis em círculos, composto de quatro fases: planejar (*plan*), executar (*do*), verificar ou controlar (*control, check*) e atuar (*action*).

O PDCA é uma ferramenta de apoio ao processo, que contribui no processo de tomada de decisão garantindo o sucesso de uma indústria (GOIÁS, 2009). Ainda de acordo com Goiás (2009), ele é organizado por etapas, as quais são:

- P (*plan* - planejar): situado no início do ciclo, esta etapa visa descrever as atividades e processos por meio de um cronograma de atividades e planejamento de metas, definições dos objetivos que uma organização pretende alcançar;
- D (*do* - executar): na segunda etapa, a organização executa o planejamento realizado na primeira etapa, assim, torna-se fundamental o treinamento da equipe, e algumas modificações culturais na empresa. Nesta fase, deve-se implantar os processos e atividades planejadas;
- C (*check* - checar): a terceira fase do ciclo é basicamente a verificação das ações, a análise do que foi planejado e o que foi realmente executado. A comparação será sempre realizada por meio de políticas e objetivos dos clientes;
- A (*action* - agir): na última etapa, se forem identificados erros, é necessário programar soluções que alterem as suas causas; caso não identifiquem erros, é possível reconhecer futuros desvios e realizar um trabalho preventivo para uma melhoria contínua.

Para Couto e Marrash (2012) a etapa “P” do ciclo PDCA, determina aonde se quer chegar impondo um planejamento eficaz, atingindo um caminho para uma situação desejada, na sua implementação a prática do “D” traz a incerteza da realização de uma atividade importante, pois através de auditorias é encontrado um grande número de atividades fora do seu procedimento e seguindo a etapa “C” identifica-se algo que não está saindo conforme o planejado. Por fim, a etapa “A”, responsável para fechar o ciclo PDCA, segundo os autores é pouco praticada, mas através de ações convincentes e com base nos insucessos nas etapas anteriores garante problemas decorrentes dando sentido a um ciclo de melhoria contínua de um determinado processo.

2.1.4 *Total Productive Maintenance*

A *Total Productive Maintenance* (TPM) tem como objetivo apoiar o sistema *lean* de produção por meio da eliminação das perdas geradas no fluxo de produção através da integração dos setores de manutenção e operações. O TPM distingue seis fontes principais causadoras de perdas (NAKAJIMA, 1989):

- perdas por quebra em equipamentos;
- perdas por ajustes na preparação;
- perdas por paradas curtas de produção;
- perdas por velocidades abaixo da nominal;
- perdas devidas a peças defeituosas e retrabalhos;
- perdas decorrentes de startup (regime de partida).

O TPM tem pilares básicos que devem ser seguidos e trabalhados durante sua implementação para que os resultados sejam atingidos. De acordo com Nakajima (1989), os pilares do TPM são:

- melhorias específicas: reduzir perdas e aumentar potencial dos ativos da empresa;
- manutenção autônoma: capacitação (habilidade técnica na máquina);
- manutenção planejada: quebra zero (aumentar eficiência da máquina);
- educação e treinamento: elevação do nível de capacitação;
- controle inicial: redução do tempo de operação;
- manutenção da qualidade: zero defeito, trabalho e rejeito;
- TPM nas áreas administrativas: reduzir perdas, aumentar potencial;
- segurança, higiene e meio ambiente: zero incidentes e contaminação ambiental.

A filosofia *lean* entende que concentrar esforços na redução ou na eliminação de cada um destes desperdícios gera valores nos quesitos de qualidade, custo ou entrega das empresas e reduz a quantidade de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço (WERKEMA, 2011). Para garantir tais esforços o TPM trabalha com alguns indicadores como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), ou “eficiência global dos equipamentos”, que é uma métrica utilizada para calcular a eficiência dos equipamentos.

Segundo Ljungberg (1998), houve uma gradual evolução na forma de avaliação das perdas que impactam na disponibilidade dos equipamentos. O *Overall Equipment*

Effectiveness (OEE) que mede a utilização efetiva da capacidade dos equipamentos foi então proposto como um indicador que cumpre essa função de controle gerencial (NAKAJIMA, 1989; LJUNGBERG, 1998).

Rouse (2017) definiu o OEE como uma medida de desempenho e produtividade das operações de produção, que é expressa como uma porcentagem, indica o grau em que um processo de fabricação é verdadeiramente produtivo e serve como uma medida geral e inclusiva sobre o desempenho das operações de manufatura de uma empresa.

De acordo com Ravishankar *et al.* (1992), a metodologia OEE incorpora métricas de todas as diretrizes de fabricação de equipamentos em um sistema de medição que ajuda as equipes de fabricação e operação a melhorar o desempenho do equipamento, reduzindo assim o custo de manutenção. Para calcular o OEE utiliza-se a Eq. (1):

$$\text{OEE} = (\text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}) * 100 \quad (1)$$

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa possui natureza aplicada, pois é dedicada à geração de conhecimento para a solução de problemas específicos e houve uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante o estudo (THESAURUS, 2016). Quanto ao problema, caracteriza-se como uma pesquisa quali-quantitativa a qual busca mensurar os dados, levando em consideração a realidade subjetiva dos indivíduos envolvidos na pesquisa. Dessa forma, a combinação de ambas as abordagens proporciona uma visão mais ampla e completa (MATIAS-PEREIRA, 2012). Por sua vez, o objetivo da pesquisa é descritivo, uma vez que estuda características específicas de determinado equipamento baseando em questionários, observação e levantamento de dados (RAMPAZZO, 2010). Por fim, quanto ao procedimento trata-se de um estudo de caso, no qual selecionou-se um objeto de estudo com o propósito de aprofundar seus aspectos característicos (GIL, 2006).

A coleta de dados iniciou a partir dos dados de eficiência e paradas das máquinas que o software da fábrica calcula. Após definição das principais paradas a equipe se dividiu para tratar cada uma em grupos envolvendo a participação dos operadores da fábrica em reuniões com os líderes do projeto, a fim de entender o funcionamento dos equipamentos e compreender as causas das perdas. Através da ferramenta *Microsoft Excel* foi realizada a coleta das informações obtidas nas reuniões.

Quanto à técnica de análise de dados foi realizada uma análise descritiva. Para tanto, utilizou-se um software da empresa que calcula a eficiência dos equipamentos, bem como valeu-se dos códigos que os operadores usam para indicar quais os motivos das paradas das máquinas. Desse modo, foi possível fazer um rastreamento das causas que mais impactavam no processo.

Quanto às etapas da execução do estudo de caso, para aplicar a ferramenta PDCA a empresa adaptou a teoria à sua realidade e identificou dez passos de prática, alinhando esses passos com as 4 etapas do PDCA, estabelecendo a seguinte sequência:

Etapa Planejar (*plan*):

1. Identificação de onde será feita a melhoria;
2. Descrição da melhoria;
3. Entender o processo;
4. Reunir e analisar os dados;
5. Identificar causas potenciais;

Etapa Executar (*do*):

6. Verificar causa raiz;
7. Desenvolver e validar as soluções;
8. Planejar e executar;

Etapa Checar (*check*):

9. Treinar e padronizar o sistema;

Etapa Agir (*action*):

10. Verificar a eficácia.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da empresa

A empresa em que foi realizado o estudo de caso é uma indústria de alimentos para animais de estimação, proprietária de algumas marcas mundialmente conhecidas, sendo uma das maiores corporações privadas dos Estados Unidos. Os alimentos fabricados pela empresa são: sachês para gatos e cachorros, rações, petiscos para gatos e biscoitos para cachorros.

A empresa possui cerca de 125 mil colaboradores espalhados em mais de 80 países, entre fábricas e polos administrativos. As indústrias encontram-se instaladas em países como Estados Unidos, México, Rússia, Alemanha e Brasil. No Brasil há três fábricas, sendo uma delas localizada na cidade de Mogi Mirim, no estado de São Paulo, onde foi realizado o presente estudo de caso.

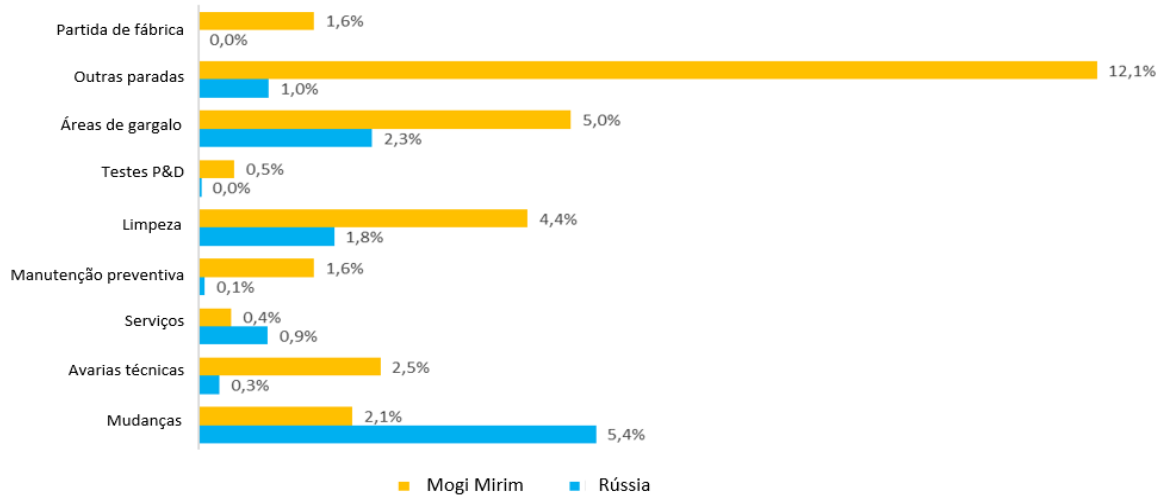
4.2 Caracterização da empresa

O crescimento do mercado de *petfood* nos últimos anos levou ao aumento da demanda dos produtos da empresa. No entanto, considerando o contexto da pandemia, em que os recursos estavam mais escassos e custosos, investir em uma expansão física da fábrica não era uma opção viável. Assim, a indústria investiu em ações para aumentar a sua eficiência.

Neste contexto, em um *benchmarking* interno, em que foram comparados os dados de eficiência da fábrica de Mogi Mirim com aqueles de uma fábrica instalada na Rússia, foi observado que a grande maioria das perdas por eficiência nas máquinas da fábrica de Mogi Mirim eram significativamente maiores que as perdas da fábrica da Rússia.

Na Figura 2, dentre as perdas apresentadas no gráfico pode-se notar que enquanto na fábrica da Rússia as perdas na categoria “outras paradas” eram de 1,0%, na fábrica de Mogi Mirim essas chegavam a 12,1%. Assim, a indústria de Mogi Mirim teve como foco analisar as perdas na categoria “outras paradas”, fossem elas operacionais ou de manutenção, a fim de realizar planos de ação para sanar os problemas e buscar maior eficiência das máquinas.

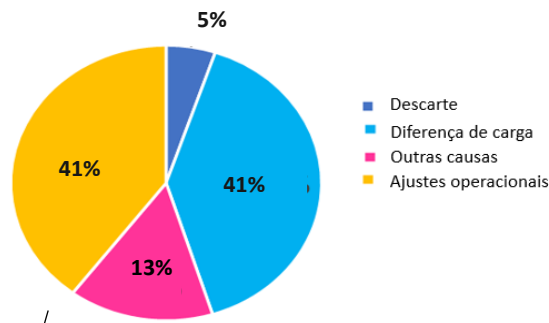
Figura 2 – Perdas médias das máquinas nas fábricas da Rússia e de Mogi Mirim



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A Fig. 3 apresenta a quantidade percentual das causas das perdas relacionadas à categoria “outras paradas”.

Figura 3 – Causas das perdas relacionadas à categoria “outras paradas”



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

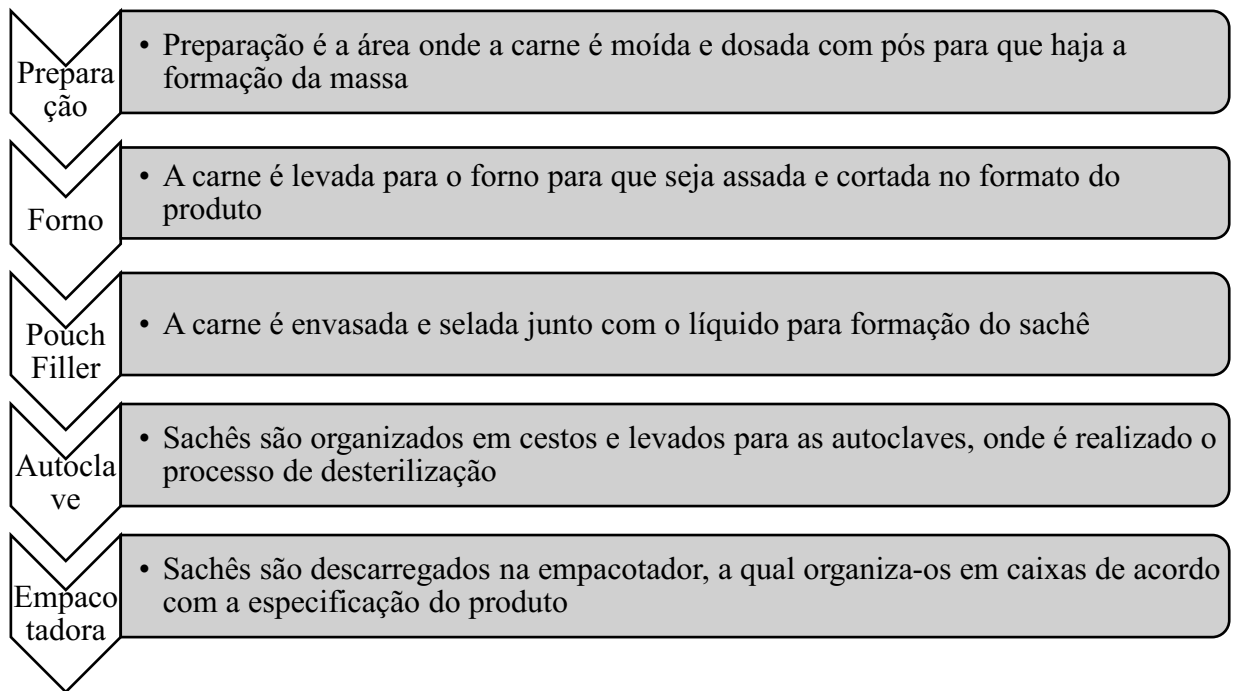
Na Figura 3, as perdas por descarte estão relacionadas a tudo que é jogado fora na produção, seja por má qualidade do produto ou embalagem, sobrepeso ou subpeso, varreduras, entre outros. Por sua vez, as perdas por diferença de carga se referem à subutilização da capacidade produtiva das máquinas, causada por fatores como, por exemplo, velocidade da esteira ou parâmetros dos equipamentos. Já as perdas por ajustes operacionais ocorrem devido a ajustes indevidos feitos pelos operadores e que interferem no bom funcionamento da máquina, ocasionando paradas. Exemplos são ajustes de posição de pegadores de embalagem, ajustes de altura de componentes da máquina, etc. Por fim, as perdas classificadas como “outras causas” são a somatória de todas as outras paradas que ocorrem e que não são classificadas como descarte, diferença de carga ou ajustes operacionais.

A partir dos dados apresentados na Fig. 3, aplicou-se o ciclo PDCA, seguindo os dez passos apresentados na metodologia, com o objetivo de otimizar os recursos para reduzir as perdas e aumentar a eficiência da fábrica. Os resultados são apresentados a seguir.

4.3 Etapa planejar (*plan*)

Por meio de uma análise do processo (Figura 4) foi possível iniciar o estudo para identificar onde seria a melhoria, a qual é realizada no passo 1. Desse modo, de acordo com o time de engenharia industrial foi relatado que havia uma perda média de 12% de OEE em uma máquina denominada *pouch filler* (responsável por preencher de carne e líquido o sachê e selar o mesmo).

Figura 4 – Processo de fabricação do sachê



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

No passo 2, na descrição da melhoria, a partir da análise dos dados, em um *brainstorming* realizado com os gestores da área foi definido que a ferramenta PDCA seria aplicada a fim de diminuir as perdas por ajustes operacionais, descarte e diferença de carga na máquina *pouch filler*, e que a meta seria, para o período de janeiro de 2021 a junho de 2021, reduzir 7% dessas perdas.

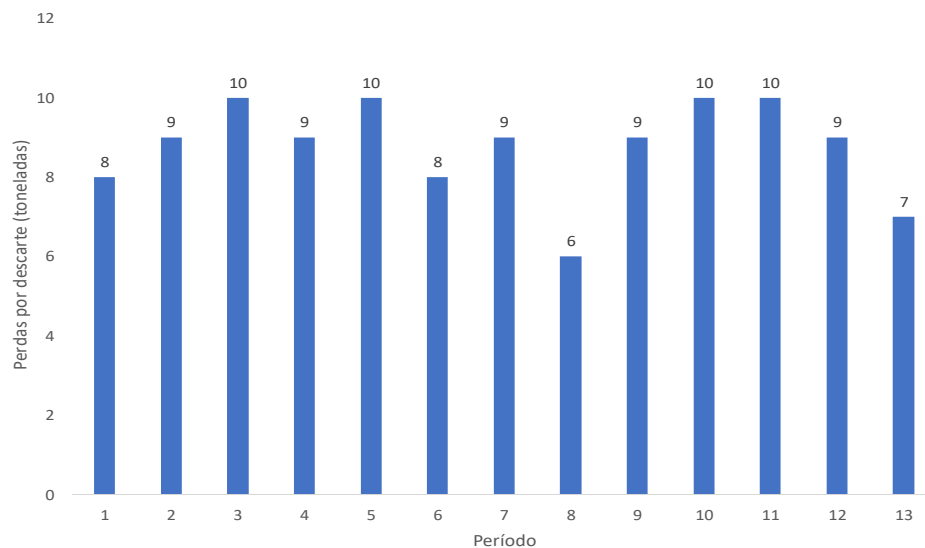
Nos passos 3 e 4, para entender o processo, reunir e analisar os dados, foram definidas equipes compostas por:

- líder: responsável em fazer com que as ações tomadas fossem realizadas;
- operadores: conhecimento prático sobre o processo e os equipamentos;
- manutencistas e eletricitas: conhecimento técnico dos equipamentos;
- técnico de segurança e qualidade: responsáveis por garantir que as melhorias a serem feitas seguiriam os critérios de qualidade e segurança tanto dos colaboradores quanto do alimento produzido.

O foco do presente estudo de caso foi analisar as perdas relacionadas ao descarte de produtos na máquina *pouch filler*, que opera integrada a uma balança de precisão, responsável por pesar os sachês após serem selados.

Para tanto, foi feito um levantamento do histórico de descarte do ano de 2020, em que a porcentagem de descarte gerado ficou acima da meta de 0,6% da empresa, com uma média anual de 1,3%. Nesse período as perdas por descarte totalizaram R\$ 644.000,00, causando impacto negativo no custo de produção. A Fig. 5 apresenta os valores de descarte, em toneladas, referentes ao ano de 2020, por período (o calendário da empresa é organizado em períodos de 28 dias, totalizando em um ano 13 períodos).

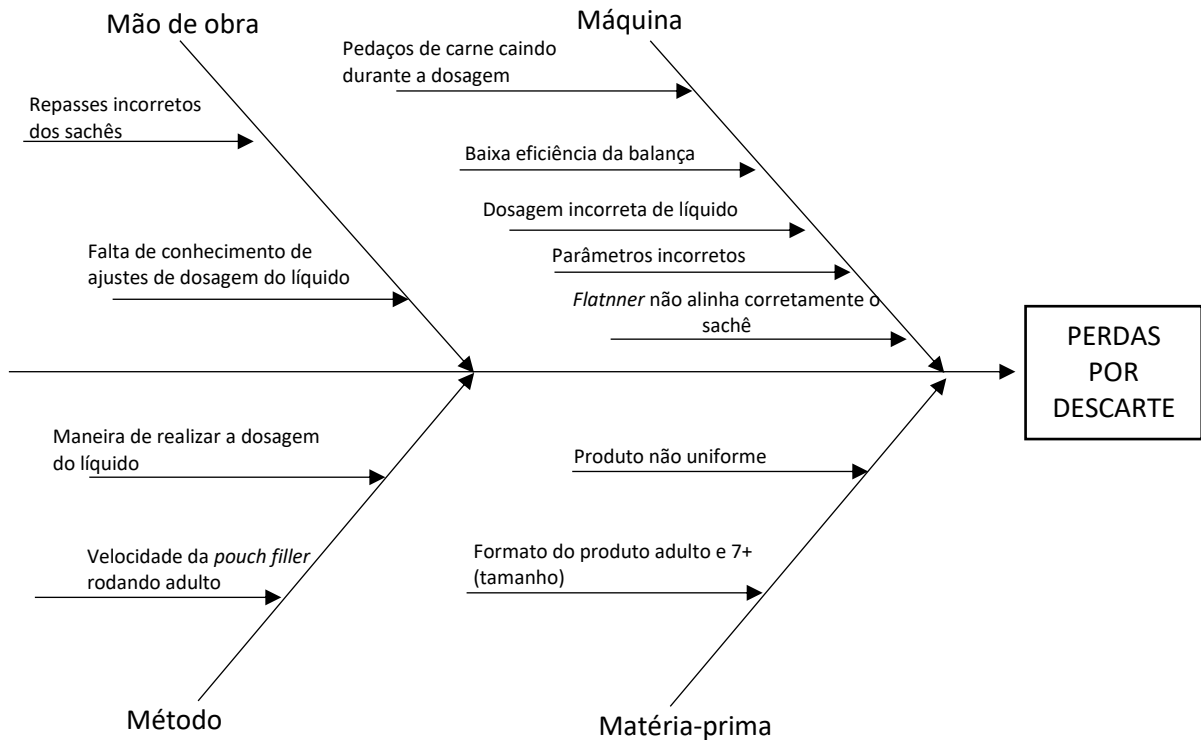
Figura 5 – Quantidade de descarte no ano de 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

No passo 5, após a coleta e análise dos dados referentes às perdas por descarte iniciou-se o processo de identificação das causas potenciais, por meio do diagrama de Ishikawa, apresentado na Fig. 6.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa das perdas por descarte



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Na Figura 6, com relação à mão de obra, quando ocorre algum desvio e os operadores têm que passar os sachês manualmente nas esteiras, estes devem ter uma distância correta para que não passem juntos na balança e sejam descartados. No que diz respeito à falta de conhecimento de ajuste de dosagem do líquido, maneira de realizar a dosagem e dosagem incorreta, existe uma quantidade correta, em kg, para a dosagem do líquido no sachê; a dosagem incorreta pode ocorrer por fatores como ajuste da altura do dosador, desgastes das válvulas de dosagem, etc.

Para a baixa eficiência da balança, como ela é um equipamento de alta precisão, possui uma sensibilidade alta e qualquer alteração seja vibração, quebras, ambiente, entre outros motivos, podem modificar sua eficiência.

No caso da velocidade da *pouch filler* rodando adulto e pedaços de carne caindo durante a dosagem, no produto tipo adulto os pedaços de carne são maiores, e esse fato pode gerar ineficiência na máquina, pois ela tem que dosar menos. Além disso, por serem maiores, pedaços podem cair do sachê durante o processo de dosagem.

Outra causa é com relação ao produto não uniforme, que são aqueles que possuem um formato maior e também durante sua passagem no forno e conseqüente corte, muitos vêm com formatos e textura diferentes. Com relação à balança, pontos de vibração, qualidade das esteiras e velocidade são componentes que podem interferem no desempenho da máquina.

Por sua vez, o *flatner* é um equipamento responsável por achatar levemente o sachê para que o produto fique uniformemente distribuído, e também é uma causa das perdas por descarte, uma vez que acontece de produtos serem avariados durante esta operação. Por fim, com relação aos parâmetros da máquina, como velocidade das esteiras e velocidade do carrossel, se estes estiverem incorretos também podem resultar em perdas por descarte.

4.4 Etapa executar (*do*)

Uma vez levantadas as causas potenciais por meio do Diagrama de Ishikawa, iniciou-se a etapa executar, a partir da realização do passo 6, em que foram validadas as causas raízes, que foram estratificadas e estruturadas nos níveis dos “por quês”. A empresa utiliza o Diagrama para iniciar o estudo e identificar as causas primárias e então através do método dos cinco “por quês” é aprofundado o estudo das causas. A aplicação desta ferramenta teve como objetivo alcançar a causa mais específica do problema que desencadeava toda a reação de causa e consequência. Desse modo, identificando as causas raízes pode-se tratar uma única ocorrência que desencadeou diversos problemas.

Por exemplo: problema principal “Baixa eficiência da balança” – “por que?” – “Desgaste na fixação da esteira” – “por que?” – “Falha na desmontagem e montagem” – “por que?” – “Falta um padrão de limpeza” – “por que?” – “Não há um procedimento/instrução claro de limpeza”. Como não é possível achar mais respostas para futuros “por quês”, tem-se que a falta de um procedimento de limpeza é a causa raiz.

Uma vez identificadas as causas raízes, prosseguiu-se para os passos 7 e 8, para desenvolver e validar as soluções e para planejar e executar as ações. Sendo assim, o grupo multifuncional iniciou, por meio de reuniões semanais, o desenvolvimento de um plano de ação para sanar essas causas e também identificar possíveis melhorias no processo. As ações foram divididas em três categorias, a saber: prioritárias; complexas; ver e agir.

Ações de ver e agir são aquelas em que a pessoa responsável precisa de um baixo esforço e baixo impacto, por exemplo, ações de revisão de procedimento. Já ações complexas são ações que exigem um alto esforço e um alto impacto; normalmente são ações de melhoria que podem precisar de um alto investimento ou de uma equipe mais especializada, sendo comumente ações de longo prazo. Ações prioritárias são aquelas de alto impacto e baixo esforço, que trazem resultados ótimos em um curto ou médio prazo; são ações como criação de procedimento e troca de peças, por exemplo.

Para o estudo da máquina foram criadas 27 ações, divididas em: 11 complexas, 14 prioritárias e 2 ver e agir. Além disso, também foram divididas em duas outras categorias, sendo elas: ações de melhoria e ações para trazer a máquina à sua condição padrão.

No decorrer do entendimento do processo, na identificação das causas raízes, foi possível avaliar a situação do equipamento com mais atenção, e propor um plano de ação detalhado, apresentado no Quadro 1. Na coluna “Categoria”, retornar ao padrão inicial significa dizer que o equipamento não estava trabalhando em condições ideais e que isso poderia interferir no seu desempenho. Além disso, retornar ao padrão inicial significa colocar o equipamento em seus parâmetros iniciais de trabalho, trocar itens desgastados, lubrificar pontos e limpar a máquina. As melhorias eram esperadas após o tratamento inicial da máquina, visto que ela se encontrava em sua condição ideal e agora podia-se estudar pontos para melhorar a sua eficiência e desempenho.

Quadro 1 – Plano de ação para redução do descarte

Descrição dos problemas	Classificação	Categoria
Parafusos de regulagem e alinhamento com folga - desgaste e falta do parafuso na esteira	Prioritário	Retornar ao padrão inicial
Transferência de vibração dos equipamentos	Complexo	Retornar ao padrão inicial
Folga na correia dentada ajuste de tensão	Prioritário	Retornar ao padrão inicial
Folga na correia dentada desgaste (falta proteção e fixação das correias)	Prioritário	Retornar ao padrão inicial
Desgaste das esteiras da balança por falta de regulagem	Ver e agir	Retornar ao padrão inicial
Falta de sincronia de atuação do flatner	Complexo	Melhoria
Sachês batem na entrada do transfer e em sensores	Complexo	Melhoria
Transfer - roletes de ligação da esteira com o transfer travando ou sem regulagem	Prioritário	Melhoria
Desalinhamento rampa de entrega de produto final da <i>Filler</i>	Prioritário	Retornar ao padrão inicial
Distanciamento mínimo entre os sachês nas esteiras - transfers das <i>fillers</i> não padronizados	Complexo	Melhoria
Desgaste na esteira da balança (sensor detecta fios)	Prioritário	Retornar ao padrão inicial
Desgastes na fixação da esteira (molas de fixação)	Complexo	Retornar ao padrão inicial
Criar histórico de tempo para substituição de peças-acompanhamento para adquirir histórico	Complexo	Melhoria
Corrigir erro de ajuste zero	Complexo	Melhoria
Corrigir lógica de intertravamento	Complexo	Retornar ao padrão inicial
Corrigir fixação da máquina	Complexo	Melhoria
Corrigir itens da máquina	Complexo	Melhoria
Revisar procedimento de desmontagem e montagem do equipamento durante limpeza, calibração estática e dinâmica do equipamento, garantir parametrização da máquina, para dosagem exata de chunk e gravy, repasse de sachês	Ver e agir	Melhoria
Criar método para medição do tensionamento das correiras	Prioritário	Melhoria
Criar checklist visual diário/semanal/limpeza/setup e por turno para ficar próximo a máquina - condições básicas do equipamento - identificar manutenção de operação	Prioritário	
Realizar gestão visual alinhamento de esteira - colante	Prioritário	
Realizar preventiva transfer PF6	Prioritário	
Possibilidade esteira dupla na esteira (mesmo material e velocidade) entre flatner e transfer (tirar flatner) - achatar e alinhar o sachê	Complexo	Melhoria
Criar documento padrão de preventiva específico da CW	Prioritário	Melhoria
Criar timeline de replicação das ações nas outras PF	Prioritário	Melhoria
Levantamento das peças de reposição	Prioritário	Melhoria
Treinamento eletricitas e mecânicos no novo procedimento de preventiva	Prioritário	Melhoria

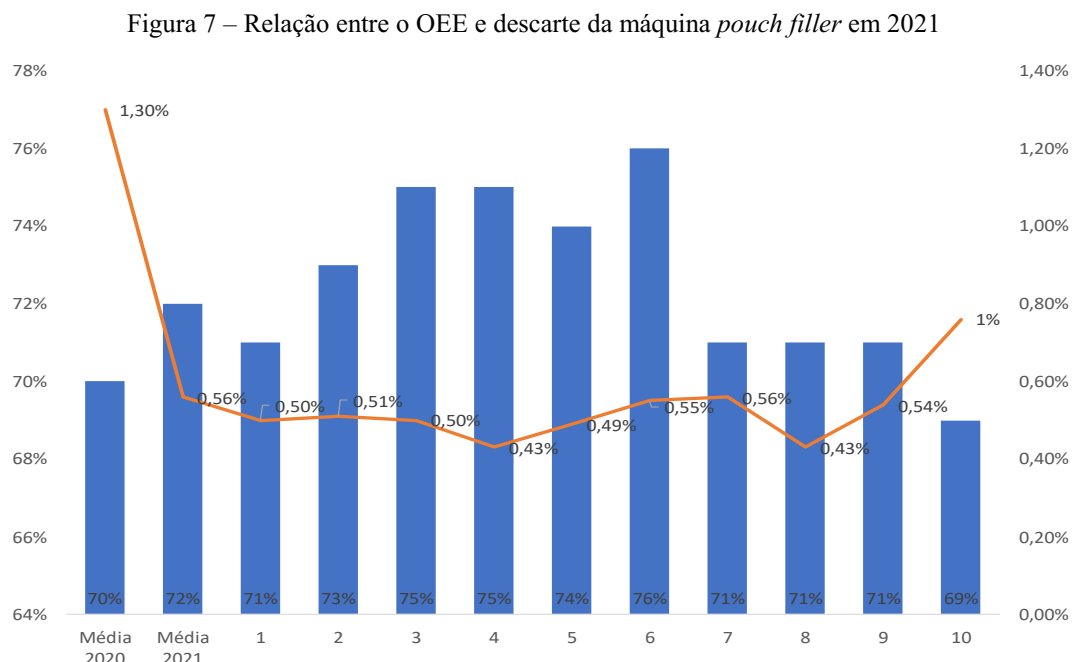
Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.5 Etapa checar (*check*)

Essa etapa consiste no passo 9, de padronização do sistema, em que após implementadas e concluídas as ações, todos os procedimentos criados foram oficializados, e os operadores treinados e capacitados.

4.6 Etapa agir (*action*)

Finalmente, o passo 10 consistiu na verificação da eficiência, em que durante as reuniões semanais eram revisados os valores de OEE da fábrica, para avaliar se as ações e melhorias que estavam sendo implementadas estavam refletindo positivamente. A Fig. 7 apresenta os valores obtidos de OEE (em barras) e a porcentagem de descarte (em linha) gerado na máquina *pouch filler*, referente aos períodos 1 a 10 (janeiro a outubro) de 2021. A porcentagem de descarte é calculada baseando na quantidade produzida no período.



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Ao analisar a Fig. 7, é notável que a porcentagem de descarte diminuiu e que foi possível manter os valores dentro da meta de empresa (0,6%) em todos os períodos, com exceção do período 10. Nesse período em que o valor de descarte fugiu do padrão foi um período em que a fábrica passou por várias ocorrências de queda de energia e quebra de equipamentos, o que resultou em uma grande quantidade de descarte de produto não planejado. Com relação ao OEE, observa-se que em 2021 este aumentou de 70% para 72%. Logo, as ações de melhoria implementadas por meio da aplicação do ciclo PDCA trouxeram melhorias na eficiência da máquina analisada no estudo de caso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do presente trabalho foi possível melhorar os índices de eficiência reduzindo a quantidade de descarte em uma máquina. Para isso, foram feitos estudos analisando todos os aspectos da produção e do processo, tais como: matéria prima, mão de obra, método e máquina. Utilizando a ferramenta PDCA para auxiliar nesse trabalho, assim como as técnicas dos cinco por quês e o Diagrama de Ishikawa foi possível identificar causas que impactavam na eficiência da máquina e limitavam sua capacidade.

Foi proposto, por meio de reuniões com um grupo multifuncional, um plano de ação que abrangesse todos os pontos analisados durante o estudo. Assim como em todas as reuniões eram feitos acompanhamentos dos resultados das ações com indicadores do processo, sendo um deles o OEE.

Todas as ações que eram voltadas a levar a máquina para sua condição básica foram realizadas no prazo do projeto, o que fez com que o OEE aumentasse significativamente, mas ainda não foi possível alcançar a meta desejada pois durante o projeto houveram alguns desvios do planejado, como quedas de energia e quebra de equipamentos.

Além disso, ações consideradas de melhoria foram selecionadas e estão sendo tratadas em uma segunda onda do projeto, iniciada em 2022. A necessidade de uma segunda onda surgiu devido ao tempo necessário para realizar as ações e também ao fato de que são ações que precisam de um investimento maior, então a empresa optou, em um primeiro momento, em deixar a máquina em sua condição básica e ideal de funcionamento, para agora, em um segundo momento, dar continuidade às ações de melhorias.

Como trabalhos futuros, sugere-se que seja realizada uma abrangência do projeto para todas as máquinas da fábrica de Mogi Mirim para aumentar a eficiência das mesmas e diminuir a quantidade de descarte gerado por elas.

REFERÊNCIAS

- ABECH, T. **Mercado “bom pra cachorro”:** setor pet resiste à pandemia da Covid-19. 11 maio 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/05/11/mercado-bom-para-cachorro-setor-pet-resiste-a-pandemia-da-covid-19>. Acesso em: 31 março 2021. Acesso em: 01 abril 2021.
- CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Bloch, 1992.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. **A administração de Produção e Operações**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- COUTO, B. do A.; ROBERT, M. **Gestão por processos: em sistemas de gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.
- INDUSTRIA HOJE, **O que é o Diagrama de Ishikawa?** Disponível em: <http://www.industriahoje.com.br/diagrama-de-ishikawa>. Acesso em: 03 abril 2021.
- Indústria Pet: Alta de 30% em custos de produção afetam crescimento em 2020.** ABINPET - Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação – imprensa, 23 out. 2020. Disponível em: <http://abinpet.org.br/industria-pet-alta-de-30-em-custos-de-producao-afetam-crescimento-em-2020/>. Acesso em: 31 março 2021.
- ISHIKAWA, V. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MARTINS, R. **Mesmo com a pandemia, mercado pet cresce no Brasil e no Espírito Santo**. 02 março 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/colunas/rachel-martins/mesmo-com-a-pandemia-mercado-pet-cresce-no-brasil-e-no-espírito-santo-0321>
- MELO, C. P. Caramori; E. J. **PDCA Método de melhorias para empresas de Manufaturas**. Versão 2.0 Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.
- Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016.
- MORIM, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2004.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, J. M.; BEZERRA, G. F.; BARBOSA, M. V.; FERREIRA, S. L. **Ferramentas do lean manufacturing como diferencial na redução de custos em estoques e na eliminação desperdícios**. Agosto, 2015.

PAULA, I. D.; ANDRADE, F. De; SOARES, T. M. Z. **A classificação das pesquisas segundo os manuais de metodologia científica: uma reflexão teórico-metodológica.** Workshop de inovação, pesquisa, ensino e extensão, 2., 2016.

RAVISHANKAR, G.; BURCZAK, C.; VORE, R. **Semi-conductor Manufacturing Science Symposium.** ISMSS, IEEE/SEMI International, 1992.

ROUSE, M. **Definition of overall equipment effectiveness.** 2017. Disponível em: <https://searcherp.techtarget.com/definition/overall-equipment-effectiveness-OEE>. Acesso em: 03 abril 2021.

SHINGO, S. O. **Sistema Toyota de Produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Editora Atlas, 2002.

SOUZA, M. Jefferson. **PDCA e Lean Manufacturing: Estudo de Caso de Aplicação de Processos de Qualidade na Gráfica Alf.** Faculdade Anhanguera de Santa Bárbara. São Paulo, 2016.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da Qualidade Total: Uma abordagem prática.** Campinas: Alínea, 2010.

WERKEMA, C. **Seis Sigma: Perguntas e respostas sobre o Lean Seis Sigma.** 1 ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2008.