



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

ELAINE FERNANDA DA SILVA LIMA

**UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA PARA ANÁLISE DE PERDAS NO PROCESSO
PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA DE DETERGENTE EM PÓ**

Recife

2024

ELAINE FERNANDA DA SILVA LIMA

**UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA PARA ANÁLISE DE PERDAS NO PROCESSO
PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA DE DETERGENTE EM PÓ**

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.

Orientador (a): Profa. Dra. Eliane Bezerra de Moraes Medeiros

Coorientador (a): Dr. Bruno Ferreira dos Santos

Recife

2024

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

Lima, Elaine Fernanda da Silva.

Utilização do ciclo PDCA para análise de perdas no processo produtivo em uma indústria de detergente em pó / Elaine Fernanda da Silva Lima. - Recife, 2024.

55 p. : il., tab.

Orientador(a): Eliane Bezerra de Moraes Medeiros

Cooorientador(a): Bruno Ferreira dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Química - Bacharelado, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. PDCA. 2. perdas. 3. detergente em pó. 4. melhoria contínua. I. Medeiros, Eliane Bezerra de Moraes . (Orientação). II. Santos, Bruno Ferreira dos. (Coorientação). IV. Título.

660 CDD (22.ed.)

ELAINE FERNANDA DA SILVA LIMA

**UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA PARA ANÁLISE DE PERDAS NO PROCESSO
PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA DE DETERGENTE EM PÓ**

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: 25/09/2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Eliane Bezerra de Moraes Medeiros (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Nelson Medeiros de Lima Filho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Me. Paulo Henrique Miranda de Farias (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Ao Severino, que enfrentou a pobreza extrema, que persistiu, resistiu e superou desafios. Que a conclusão deste ciclo seja um tributo à sua força e resiliência. Muito obrigada, Vovô!

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria do Carmo, pelo apoio incondicional, incentivo constante e palavras de encorajamento nos momentos mais desafiadores. À minha avó, Maria Tavares (*in memoriam*), pelo carinho e cuidado ao longo dos anos que compartilhamos juntas neste plano. Essas duas mulheres que “possuem a estranha mania de ter fé na vida”, como descreve Milton Nascimento em sua canção, simbolizam amor e força em minha trajetória.

Ao meu querido avô, Severino Euclides (*in memoriam*), que acreditava na educação como chave para um futuro promissor e de transformação pessoal, e que me ensinou que a busca pelo saber nunca deve parar. Seu legado de valorização do conhecimento me inspira a continuar minha jornada. Agradeço por me ensinar a acreditar no amanhã, a buscar o conhecimento e nunca desistir dos meus sonhos.

Aos amigos de jornada, Raissa Aguiar, Jefferson Carlos, Andrew Ribeiro e Neemias Kenji, agradeço a parceria e camaradagem. Juntos, enfrentamos desafios e celebramos conquistas, construindo memórias que levarei para a vida toda. À Rafaela Mendes, Eryka Taynna e Angélica Paz, Amanda Felix, Raiane Maria e Eduardo Lucas, pela amizade, palavras de incentivo e apoio constantes ao longo desses anos. À Pedro Lucas, pela colaboração e incentivo na conclusão deste trabalho.

À minha orientadora, Eliane Medeiros pelas orientações e por sempre estar disponível para me ajudar.

Ao meu coorientador, Bruno Santos pelo suporte e paciência que foram essenciais para alcançar os objetivos desse trabalho.

Às Ruralindas, Tchiara Alves, Letícia Feijó, Rayana Luiza, Amanda Maria, Bruna Ramos e Alessandra Vitorino, com quem compartilhei, ao longo desses 11 anos de amizade, momentos memoráveis, de apoio mútuo e crescimento pessoal.

“Talvez eu só tenha feito isso para ver quem eu realmente sou por dentro.”

(Mulan, 1998)

RESUMO

O detergente em pó desempenha um papel fundamental na higienização das roupas. O aumento do consumo e as crescentes demandas dos consumidores têm impulsionado as indústrias em uma busca perseverante pela melhoria contínua. Esse cenário demanda a aplicação da gestão da qualidade, pois esse princípio, voltado para redução de desperdícios, oferece uma abordagem prática para resolução de problemas complexos e otimização de indicadores de custo e produtividade. Este trabalho descreveu as atividades de análise de perdas no processo produtivo de uma fábrica de detergente em pó localizada no estado de Pernambuco. O presente estudo propôs-se a aplicar a metodologia PDCA para reduzir perdas em uma fábrica de detergente em pó. Para isso, foram utilizadas ferramentas da qualidade e gestão para analisar os dados do primeiro trimestre de 2024, identificar as principais causas das perdas e priorizar as causas fundamentais. Diante de todas as possíveis causas encontradas, definiram-se que as causas com maior prioridade, estavam relacionadas à operação fora da especificação de uma válvula on/off no sistema e dosagem percentual de dois insumos diferente da receita. Após isso, foram elaborados os planos de ação para resolver o problema, contemplando manutenção na válvula e treinamento dos operadores da sala de máquinas para seguir a receita conforme definida. Como resultado obteve-se uma redução de 80,27% da perda de um dos insumos utilizados na fabricação do detergente em pó, equivalente a uma diminuição de R\$ 593.690,17 de perda financeira em relação ao mês de março de 2024. Além disso, foi realizada a padronização das ações eficazes para garantir a melhoria contínua ao longo dos meses subsequentes. Constatou-se, assim, que a metodologia PDCA foi eficaz na resolução do problema encontrado no processo industrial, impactando positivamente nos resultados.

Palavras chave: PDCA, perdas, detergente em pó, melhoria contínua.

ABSTRACT

Powder detergent is essential for keeping clothes clean. With increasing consumption and rising consumer demands, industries are continually striving for improvement. This makes quality management crucial, as it helps reduce waste and offers practical solutions for complex problems while optimizing costs and productivity. This study focused on analyzing losses in the production process of a powder detergent factory in Pernambuco. The goal was to use the PDCA methodology to minimize these losses. We used quality and management tools to analyze data from the first quarter of 2024, identify the main causes of the losses, and prioritize the most critical ones. We found that the biggest issues were a malfunctioning on/off valve and incorrect dosage percentages of two ingredients. To fix these problems, we created action plans that included repairing the valve and training machine operators to follow the recipe correctly. This led to an 80,27% reduction in the loss of one of the ingredients, saving R\$ 593.690,17 in March 2024. We also standardized these solutions to ensure continuous improvement in the following months. This shows that the PDCA methodology was effective in solving the issues in the production process, resulting in positive outcomes.

Keywords: PDCA, losses, powder detergent, continuous improvement

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Representação de um diagrama de Ishikawa	25
Figura 2 -	Representação de um gráfico de Pareto	27
Figura 3 -	Representação da matriz GUT	29
Figura 4 -	Diagrama de Pareto com as três maiores perdas monetárias de insumos entre janeiro e março de 2024	34
Figura 5 -	Detalhamento da perda monetária do insumo A entre os meses de janeiro e março de 2024	35
Figura 6 -	Fluxograma geral do insumo A	36
Figura 7 -	Fluxograma do insumo A no processo produtivo	37
Figura 8 -	Diagrama de Ishikawa para análise das causas da perda do insumo A	38
Figura 9 -	Critérios de priorização das causas associadas à perda do insumo A	39
Quadro 1 -	Plano de ação para causas relacionadas à perda do insumo A	40
Quadro 2 -	Análise dos 5 porquês do mau funcionamento da válvula on/off	42
Quadro 3 -	Análise dos 5 porquês da dosagem percentual dos insumos A + D para produção da mistura ácida	43
Figura 10 -	Comparação de dados pré e pós-execução do plano de ação	44
Figura 11 -	Fluxograma do insumo A e do insumo D no processo produtivo após a inserção da válvula de retenção	45
Quadro 4 -	Plano de ação para causas relacionadas à perda do insumo A	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de priorização GUT das causas da perda do insumo A	39
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPLA	Associação brasileira das indústrias de produtos de higiene, limpeza e saneantes de uso doméstico e de uso profissional
GUT	Gravidade, urgência, tendência
IBGE	Instituto brasileiro de geografia e estatística
ISO	Organização internacional de padronização
LAS	Alquilbenzeno linear sulfonado
PDCA	Planejar, executar, verificar, agir
RDC	Resolução da diretoria colegiada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	CONTEXTO HISTÓRICO DO SABÃO E DETERGENTE SINTÉTICO	16
2.2	COMPONENTES DO DETERGENTE	17
2.2.1	Estruturantes	17
2.2.2	Agentes de branqueamento	18
2.2.3	Surfactantes	18
2.3	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE DETERGENTE EM PÓ	19
2.3.1	Granulação em leite fluidizado	19
2.3.2	Equipamento de leite fluidizado	20
2.3.2.1	Estação de tratamento de ar	20
2.3.2.2	Bacia e placa de distribuição	21
2.3.2.3	Pistolas de aspersão	21
2.3.2.4	Filtros de exaustão e exaustor	21
2.4	PERDAS NO PROCESSO PRODUTIVO	21
2.5	GESTÃO DA QUALIDADE	22
2.6	CICLO PDCA	23
2.7	FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE	24
2.7.1	Diagrama de Ishikawa	25
2.7.2	Gráfico de Pareto	26
2.7.3	Fluxograma	27
2.8	FERRAMENTAS DE GESTÃO	28
2.8.1	Brainstorming	28
2.8.2	5W1H	28
2.8.3	Matriz GUT	29
2.8.4	Método dos 5 Porquês	30
3	METODOLOGIA	31
3.1	PLANEJAR	31
3.1.1	Identificação do problema e coleta de dados	31

3.1.2	Observação	31
3.1.3	Análise do problema	32
3.1.4	Plano de ação	32
3.2	EXECUTAR	32
3.2.1	Ação	32
3.3	CHECAR	33
3.3.1	Verificação	33
3.4	AGIR	33
3.4.1	Padronização	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	PLANEJAR	34
4.1.1	Identificação do problema e coleta de dados	34
4.1.2	Observação	36
4.1.3	Análise do problema	38
4.1.4	Plano de ação	40
4.2	EXECUTAR	42
4.2.1	Ação	42
4.3	CHECAR	43
4.3.1	Verificação	43
4.4	AGIR	44
4.4.1	Padronização	44
5	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO ELABORADO PARA AS CAUSAS ASSOCIADAS À PERDA DO INSUMO A	54

1 INTRODUÇÃO

O setor de produtos de limpeza apresentou um crescimento contínuo nos últimos anos. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Higiene, Limpeza e Saneantes de Uso Doméstico e de Uso Profissional (ABIPLA), baseados na Pesquisa Industrial Mensal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), houve um aumento de 9,7% na fabricação de produtos de limpeza no Brasil no primeiro semestre de 2023. Já para o primeiro semestre de 2024, esse crescimento foi ainda mais significativo, com alta de 10,9%, refletindo a expansão constante da indústria (ABIPLA, 2023; ABRE, 2024).

Dentro do cenário de crescimento dos produtos de limpeza, destaca-se que o detergente em pó continua sendo o principal produto em termos de faturamento no mercado brasileiro. No período de 12 meses até outubro de 2023, essa versão gerou R\$ 12,8 bilhões superando R\$ 2,3 bilhões das versões líquidas. Mesmo com o detergente líquido apresentando um acelerado crescimento, com variação de 46% em valor contra 25% do detergente em pó, o lava roupas em pó permanece essencial para 85% dos lares, consolidando a sua liderança nas rotinas domésticas (Moratelli, 2023; Johnny, 2023).

A manutenção desse crescimento e liderança está diretamente ligada à aplicação da melhoria contínua. Essa prática de gestão é fundamental para sustentar a competitividade do mercado pois, com a busca constante por aperfeiçoamentos em processos e inovação, as empresas podem responder de forma mais eficiente às demandas. Dessa forma, o foco na melhoria contínua contribui para maximizar os resultados financeiros e reforçar o posicionamento estratégico de produtos essenciais para o consumidor (Nonato, 2023).

Além disso, a implementação da melhoria contínua contribui para a redução e até eliminação de perdas nos processos organizacionais, sem a necessidade de investimentos expressivos (Slack *et al.*, 2010). Para atingir esses objetivos, são utilizadas diversas metodologias e ferramentas de gestão, como o ciclo PDCA, que avalia o problema é realizada em quatro etapas: Planejar, executar, averiguar, agir (Costa, 2007). Este ciclo dispõe de várias ferramentas complementares e cada uma delas pode ser utilizada em uma etapa do processo de melhoria (Machado, 2012).

Diante disso, o desenvolvimento deste trabalho se justifica pela necessidade de avaliar as perdas de um insumo no processo produtivo de detergente em pó e que representa uma perda de R\$ 1.721.350,11 no intervalo de 3 meses na empresa estudada.

Em vista disso, o objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso consiste em analisar o processo produtivo de detergente em pó utilizando a metodologia PDCA e ferramentas auxiliares para identificar as principais causas das perdas relacionadas ao insumo estudado. A partir desta análise, busca-se propor melhorias com objetivo de reduzir tais perdas, seguindo o conceito de melhoria contínua.

Para este fim, os objetivos específicos são:

- Identificar as possíveis fontes de perdas do insumo estudado no processo produtivo de detergente em pó.
- Analisar as causas raízes das perdas do insumo no processo produtivo.
- Implementar ações de melhoria focadas na redução de perdas do insumo.
- Criar padrões operacionais que possam evitar recorrência da perda pela mesma causa raiz.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DO SABÃO E DETERGENTE SINTÉTICO

Ao longo dos anos, o homem tem utilizado sabão em seus processos de limpeza e lavagem, beneficiando-se da reconhecida capacidade desse produto de remover gorduras e impurezas biológicas de roupas. O sabão é produto do tratamento de óleos, gorduras e sebos de animais com hidróxidos de metais alcalinos (Waite *et al.*, 1984).

Entretanto, durante a I Guerra Mundial, a escassez de gordura para produção de sabão tornou-se evidente, pois ela era utilizada majoritariamente para alimentação. Diante desse cenário, os cientistas começaram a pesquisar alternativas ao sabão tradicional, o que culminou, em 1916, com o desenvolvimento do primeiro sabão artificial por Friz Gunther, marcando uma transição importante na história dos agentes de limpeza (Waite *et al.*, 1984). A comercialização do detergente doméstico teve início em 1932 nos Estados Unidos, estes se diferenciavam do sabão por utilizarem sais de sódio de um ácido orgânico sulfonado em vez de ácido carboxílico. Duas características marcantes deste novo composto eram a sua melhor solubilidade e a ausência de formação de compostos insolúveis com íons divalentes (Baird, 1995).

Ao longo das décadas, este setor tem sido impulsionado por constantes inovações, desde o surgimento dos primeiros detergentes sintéticos ele não parou de evoluir. A introdução de detergentes em pó representou uma solução prática e poderosa para remoção de manchas e sujeiras. Com o passar do tempo, as inovações continuaram a transformar o mercado combinando as múltiplas tecnologias para uma limpeza cada vez mais profunda, superando as expectativas dos consumidores (ABIPLA, 2024).

Este avanço contínuo da indústria é regulado por normas que definem os requisitos técnicos para esses produtos. Conforme citado por Bruna e Graziano (2023) e de acordo com as diretrizes estabelecidas na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 15 de 15 de março de 2012, detergentes são produtos químicos destinados à limpeza de superfície e objetos. Esses detergentes atuam pela redução da tensão superficial da água e são formulados com substâncias sintéticas, em formatos líquidos ou em pó. Além disso, contêm agentes umectantes e emulsificantes, que auxiliam na

suspensão da sujeira e evitam a formação de resíduos insolúveis ou espuma excessiva nas superfícies tratadas.

Para garantir um desempenho eficaz, é essencial compreender a composição química dos detergentes, já que seus componentes afetam diretamente fatores como solubilidade, formação de espuma e proteção das superfícies tratadas. A seguir, são apresentados os principais elementos que compõem o detergente em pó e suas respectivas funções.

2.2 COMPONENTES DO DETERGENTE

O detergente é formado por mais de 25 componentes diferentes, estes podem se dividir em subgrupos como: os estruturantes, os agentes de branqueamento e surfactantes (Boerefijn; Dontula; Kohlus, 2007). Além disso, muitos destes constituintes são responsáveis pela maciez e frescor do tecido, outrossim características como condições de lavagem, dosagem do produto, quantidade de roupas, tipo e nível de sujeira muitas vezes são direcionadores para a inclusão ou não de determinados insumos na formulação do detergente (Boerefijn; Dontula; Kohlus, 2007).

Segundo Castro (2009), o detergente possui capacidade de diminuir a tensão superficial da água, o que facilita a sua dispersão e penetração nas superfícies a serem limpas. O agente responsável por esta modificação das propriedades da água é o surfactante, também denominado tensoativo, que é um componente químico formado por uma cadeia molecular hidrofóbica ligada a um grupo de átomos que são hidrofílicos (Castro, 2009). O principal surfactante utilizado na fabricação do detergente é o Alquilbenzeno linear sulfonado (LAS) que após uma completa reação de neutralização com uma fonte alcalina possibilita boa qualidade do pó, pois caso contrário, se houver algum ácido residual este pode ocasionar descoloração do pó final ou interferir no perfume, por exemplo (Boerefijn; Dontula; Kohlus, 2007).

2.2.1 Estruturantes

Os estruturantes desempenham um papel fundamental na formação e estabilização dos grânulos de detergente em pó. Além de contribuir com a propriedade citada, esses compostos são empregados objetivando economizar custos de produção, pois constituem matérias primas mais acessíveis, o que permite reduzir a quantidade de ingredientes de custo mais alto, como os tensoativos (Alanoca, 2015).

Compostos que desempenham papel de agente estruturantes são: cloreto de sódio, sulfato de sódio e silicato de sódio. Dentre eles, o silicato de sódio, além de estruturante, possui função de alcalinizante e inibidor de corrosão (Alanoca, 2015).

2.2.2 Agentes de branqueamento

Os agentes de branqueamento cumprem o papel de clarear e eliminar o amarelamento dos tecidos, uma ocorrência relativamente comum em peças brancas após várias lavagens consecutivas. Esses agentes colaboram para a percepção de uma eficácia aprimorada do detergente utilizado, conforme destaca Amaral (2007). De acordo com o mesmo autor, o efeito dessas substâncias se dá a partir da absorção de raios ultravioletas seguindo da reflexão dos raios violetas, fenômeno chamado de fluorescência e como resultado o tecido demonstra estar mais branco.

2.2.3 Surfactantes

O agente surfactante ou tensoativo, é uma substância que, quando dissolvida em água diminui a tensão superficial facilitando assim a ação de limpeza das roupas, este composto tem capacidade de formar micelas demonstrando eficácia na emulsificação de gorduras e óleos (Mezzanotte *et al.*, 2003). Os surfactantes são compostos constituídos por cadeias moleculares orgânicas que possuem uma parte hidrofóbica, com 10 a 20 átomos de carbono, incluindo substâncias como alquilbenzenos, alquilfenóis, álcoois e parafinas. Além disso, eles apresentam uma parte hidrofílica que pode incluir grupos que se ionizam em água, como sulfatos, carboxilatos, sulfonados ou grupos quaternários de amônio (Colpani, 2012).

Os surfactantes podem ser categorizados em quatro grupos: catiônicos, não iônicos, anfóteros e aniônicos. Os catiônicos são os compostos que possuem a parte hidrofílica carregada positivamente, comumente empregados em amaciantes, germicidas e emulsificantes por que boa parte das superfícies apresenta carga negativa, então os cátions com carga positiva não contribuem para redução da tensão superficial da água (Pereira, 2010; Alanoca, 2015).

Segundo Alanoca (2015), no que se refere aos surfactantes não iônicos, estes não contêm a fração iônica da molécula e sim uma parte mais polar do que a outra. Essa característica proporciona a eles afinidade pela água. Nesse sentido, a parte hidrofílica não é capaz de se dissociar na água, o que resulta na ausência do processo de ionização. Já os surfactantes anfóteros possuem em sua estrutura molecular

grupos ácidos e básicos o que confere a eles uma carga negativa e outra positiva na mesma molécula e conseqüentemente podendo apresentar comportamento catiônico e aniônico a depender do pH da solução que estiverem em contato (Pereira, 2010).

As características intrínsecas do grupo hidrofóbico e hidrofílico na molécula de surfactante desempenham um papel importantíssimo na especificidade de limpeza, como destacado por Karsa e Porter (1995). Esse efeito direto é evidente na formulação de produtos como detergentes em pó, desinfetantes domésticos, limpadores de vidro, onde é frequentemente empregado o surfactante aniônico.

O surfactante aniônico possui ampla aplicabilidade na produção de detergentes em pó e líquido para lavagem de roupas, sua popularidade é decorrente da notável efetividade na limpeza dos tecidos, custo de produção e rápida biodegradabilidade (Alanoca, 2015). Nas últimas décadas a sociedade testemunhou um crescimento exponencial na produção de surfactantes, acompanhado pelo avanço das indústrias que utilizam este componente como matéria prima para fabricação de seus produtos (Di Corcia, 1998), como destacam Garcia *et al.* (2005), as características moleculares e físico-químicas, assim como o custo foram essenciais para posicionar o LAS como o surfactante aniônico de maior destaque no contexto global de fabricação.

2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO DETERGENTE EM PÓ

A produção de detergente em pó através do processo de fluidização é uma técnica que envolve a suspensão dos ingredientes sólidos em um leito fluidizado por meio de uma corrente de ar, promovendo a mistura e aglomeração controlada dos componentes (Souza *et al.*, 2019).

2.3.1 Granulação em leito fluidizado

A granulação é uma operação que se destina ao aumento de tamanho de partículas sólidas através da aglomeração, este processo visa a obtenção de grânulos com propriedades que incluem melhoria do escoamento e manuseio, redução da quantidade de finos, controle das taxas de dissolução e aumento da densidade de superfície aparente e é uma prática de grande importância em indústrias farmacêuticas e de detergente em pó, por exemplo (Tardos *et al.*, 1997; Iveson *et al.*, 2001). A granulação em leito fluidizado é um processo bastante complexo, envolvendo diversas etapas, o que torna essencial controlar o tipo e a proporção de cada matéria-

prima utilizada na formulação para alcançar a reprodutibilidade deste método (Summers, 2005).

Desenvolvida em 1922 com aplicação pioneira na gaseificação do carvão, a tecnologia de leito fluidizado expandiu-se para diversas áreas, integrando processos físicos como mistura, classificação, secagem e granulação (Mörl; Heinrich; Peglow, 2007). A fluidização de sólidos granulares ocorre quando a força de arraste provocada pelo fluido, geralmente um gás, supera o peso total das partículas. Inicialmente, quando o gás está em baixa velocidade, o leito é considerado fixo e a queda de pressão é reduzida à medida que a velocidade do gás é aumentada. Conforme a velocidade mínima de fluidização é atingida, as partículas assumem um comportamento semelhante ao de um líquido, caracterizando o estado conhecido como leito fluidizado (Mujumdar, 2015).

Durante o processo de fluidização, ocorre a aspersão de uma solução aglutinante, que desempenha um papel crucial ao estimular a formação dos grãos. Esta solução é pulverizada conforme as partículas se movimentam. Após essa etapa, os grânulos são submetidos a um procedimento secagem para consolidar sua formação. (Burggraeve *et al.*, 2013; Lipsanen, 2008; Liu *et al.*, 2013). A secagem reduz o teor de umidade dos grânulos para níveis que certificam a estabilidade da substância ativa e confere propriedades físicas essenciais para o processamento nas etapas subsequentes (Burggraeve *et al.*, 2013; Lipsanen, 2008).

2.3.2 Equipamento de leito fluidizado

O granulador de leito fluidizado é composto por diversos elementos, tais como: estação de tratamento de ar, bacia e placa de distribuição, pistolas de aspersão, filtros de exaustão e exaustor. Cada um desses elementos será abordado mais adiante.

2.3.2.1 Estação de tratamento de ar

Comumente, emprega-se o ar ambiente no processo de fluidização das partículas. No entanto, o ar deve estar isento de poeira e outros contaminantes e para assegurar esta condição é necessária uma estação de tratamento de ar onde ele será filtrado, aquecido, resfriado e desumidificado (Parikh; Jones, 2010).

2.3.2.2 Bacia e placa de distribuição

Nesta etapa, é importante garantir que o ar inserido atinja velocidades uniformes em todos os pontos da placa de distribuição certificando assim a perfeita fluidização dos sólidos presentes. Para garantir a adequação do processo, a bacia deve ser preenchida com pelo menos 40% do seu volume e não ultrapassar 90% (Parikh; Jones, 2010).

2.3.2.3 Pistolas de aspersão

O processo de atomização consiste em fragmentar um líquido em pequenas gotículas, ampliando a área de superfície de massa líquida para sua dispersão na área do produto. Neste processo, o líquido perpassa pelo bico da pistola de aspersão, normalmente impulsionado por ar comprimido. Adicionalmente, bombas peristálticas desempenham o papel de mecanismo auxiliar no bombeamento da solução aglutinante (Parikh; Jones, 2010).

2.3.2.4 Filtros de exaustão e exaustor

O ar, que contém pequenas partículas em suspensão, passa por um sistema posicionado no topo da câmara do leito fluidizado. A finalidade é reintroduzir essas partículas no leito fluidizado, evitando assim o entupimento do sistema de filtros. A seleção dos filtros de exaustão leva em consideração características como facilidade de limpeza e custos de manutenção. O exaustor desempenha a função de manter o sistema com uma pressão inferior à pressão atmosférica circundante, recebendo assim o ar que passa pelo sistema de filtragem (Parikh; Jones, 2010).

Em síntese, os equipamentos de leito fluidizado desempenham um papel fundamental na eficiência e uniformidade no processo produtivo. Sendo assim, diante da compreensão da importância desses equipamentos, surge a necessidade de analisar as perdas que podem ocorrer ao longo de um processo produtivo e que impactam diretamente na eficiência dos resultados.

2.4 PERDAS NO PROCESSO PRODUTIVO

No processo produtivo, é comum que ocorram perdas que não agregam valor ao produto. Portanto, é fundamental identificar e controlá-las quantitativamente, objetivando desenvolver planos de ação para reduzi-las, o que resultará na diminuição

do prejuízo financeiro para a empresa (Lacerda, 2019). Segundo Ohno (1997), para eliminar desperdícios é necessário analisar todas as atividades executadas e remover aquelas que não contribuem para o valor do produto, porque um sistema de produção eficaz apresenta entre suas características básicas a busca constante pela redução e até mesmo a eliminação de perdas, o que está diretamente ligado ao objetivo de diminuição de custos (Ghinato, 1996).

De acordo com Shingo (1996), é importante que a organização analise seus desperdícios e perdas, não os aceitando como algo normal ou corriqueiro no ambiente fabril. Liker e Meier (2007) destacaram que ao se observar um processo como uma linha temporal de atividades, é possível analisá-lo em sua totalidade, do início ao fim, o que permite identificar as perdas de forma mais abrangente. É importante ressaltar que a eliminação das perdas possibilita a melhoria do fluxo produtivo, da qualidade dos produtos finais, redução de custos, foco no cliente e eficiência na entrega (Slack *et al.*, 2007).

2.5 GESTÃO DA QUALIDADE

O mercado tem evoluído ao longo dos anos e até a Segunda Guerra Mundial a percepção de qualidade baseava-se na natureza física do produto final, apenas por inspeção. Com a crescente demanda do âmbito comercial, a visão de gestão de qualidade das empresas menos padronizadas foi se alterando para se equiparar àquelas que comandavam o sistema de produção (Lobo, 2020). Os consumidores passaram a questionar a qualidade dos produtos que estavam adquirindo, levando o mercado a iniciar estudos e dar ênfase ao controle da produção (Lobo, 2020). Diante disso, a qualidade dos produtos tornou-se um critério fundamental e deixou de ser apenas um diferencial competitivo, se tornando parte essencial da estratégia organizacional para que ela permaneça em nível competitivo de vendas (Oliveira, 2020).

Conforme estabelecido pela norma ISO 9000 (ISO, 2015) define-se a qualidade dos produtos e serviços de uma empresa, a partir da capacidade que eles têm de atender às expectativas dos clientes e pelos resultados planejados e não planejados sobre as partes interessadas. A gestão da qualidade, na visão de Silva *et al.* (2016), é definida como uma filosofia composta por práticas, ferramentas e princípios que

englobam valores com o foco no cliente e a busca por melhoria contínua além da tomada de decisões baseada em fatos.

Neste contexto de melhoria contínua, Sanchez e Blanco (2014) destacaram que as mudanças do cenário industrial, juntamente com a emergência por novos sistemas de gestão e a crescente importância na gestão da qualidade, são fatores condicionantes para a valorização desse processo nas organizações. A melhoria contínua é vista como um ciclo que visa eliminar desperdícios e promover a identificação de novas oportunidades em qualquer área que seja aplicada.

2.6 CICLO PDCA

O ciclo PDCA, criado por Walter A. Shewhart na década de 1930 e difundido por William Edwards Deming nos anos 1950, começou a ser amplamente adotado pelas empresas japonesas com o objetivo de melhorar a qualidade de seus processos (Werkema, 2014). Este método é utilizado para gerir os processos internos, visando garantir o alcance das metas estabelecidas, utilizando as informações como guia de direcionamento nas tomadas de decisões (Campos, 2004).

Dividido em quatro etapas: planejar (Plan), executar (Do), verificar (Check) e agir (Act) (Werkema, 2014), o ciclo consiste em uma estruturação de passos aplicáveis na busca de alcançar metas, visando oferecer condições para uma gestão eficaz. Esta metodologia possui características que a tornam circular, com foco na melhoria contínua (Mendonça, 2010).

Neste sentido, segundo Mendonça (2010), a utilização do PDCA viabiliza o controle dos processos e pode ser usado de forma contínua para o gerenciamento de uma empresa. A seguir, serão detalhadas as etapas do ciclo PDCA:

Planejamento (Plan): nesta etapa, o problema é identificado como uma meta ou objetivo relevante para a aplicação do método e ações são formuladas (Aguilar, 2002). Essa fase inicial costuma ser mais exigente e demorada. Contudo, quanto mais dados forem inseridos no ciclo durante esta etapa, maiores serão as probabilidades de sucesso (Cunha, 2013). Ela se subdivide em outras quatro: Identificação do problema, observação do problema, análise do problema e plano de ação (Aguilar, 2002).

Execução (Do): nesta fase, o plano de ação é posto em prática. É importantíssimo que toda a equipe tenha uma boa aceitação das ações planejadas. Com o consentimento de todos e após a remoção de quaisquer obstáculos, as ações são implementadas. Se necessário, um acompanhamento da execução pode ser realizado para assegurar que as ações ocorram conforme planejado (Aguiar, 2002).

Checar (Check): aqui, são analisados os resultados obtidos após a implementação das ações, assim como é feita uma avaliação da eficácia delas através de uma comparação dos estados anterior e posterior à execução, utilizando os dados coletados na fase de planejamento e após a execução dos planos de ação. Se os resultados forem insatisfatórios, faz-se necessário retornar à fase de planejamento para identificar as causas do insucesso (Werkema, 2012).

Agir (Act): nesta etapa, as práticas bem-sucedidas são incorporadas à rotina da organização. Há padronização das ações para assegurar a execução adequada das atividades por meio de procedimentos estabelecidos e treinamento dos colaboradores. Quando os resultados alcançados estão assegurados, é possível finalizar o ciclo PDCA e iniciar um novo ciclo sempre que necessário para ajustes ou validações do processo facilitando assim a melhoria contínua do mesmo (Cunha, 2013).

Diante do exposto, o ciclo PDCA demonstra ser uma metodologia que viabiliza a implementação de melhoria contínua de maneira acessível no cotidiano, sendo aplicável em qualquer tipo de organização. Ela possibilita alcançar elevados patamares de melhoria além de uma certa vantagem competitiva, uma vez que os problemas são identificados e resolvidos. E ao adicionar a metodologia na rotina da empresa, promove a qualidade do produto (Arruda, 1997).

2.7 FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade empregadas no processo de gestão foram gradualmente desenvolvidas, especialmente a partir da década de 1950, com base em conceitos e práticas já existentes (Marshal, 2010). Segundo César (2011), essas ferramentas podem ser utilizadas para coletar, processar e analisar dados. No contexto da análise de dados, as ferramentas da qualidade proporcionam uma compreensão clara e objetiva, permitindo entender a origem dos problemas e, assim,

determinar as possíveis soluções. Em outras palavras, elas podem contribuir para a tomada de decisões embasadas em dados e fatos (Vieira Filho, 2003).

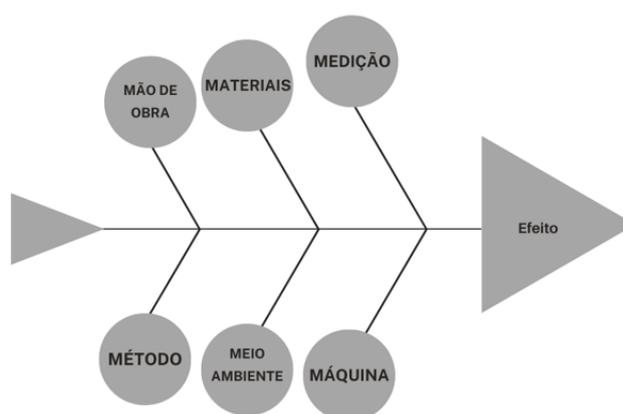
As sete ferramentas básicas da qualidade incluem: Diagrama de Pareto, Fluxograma, Diagrama de Ishikawa, Histograma, Folha de verificação, Diagrama de dispersão e Gráficos de controle (Werkema, 2012).

A seguir, serão abordadas as ferramentas da qualidade e técnicas auxiliares utilizadas no decorrer deste trabalho.

2.7.1 Diagrama de Ishikawa

Conforme Ramos (2017), o diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de espinha de peixe, foi criado por Kaoru Ishikawa para analisar as operações dos processos produtivos. Este diagrama tem uma estrutura que lembra uma espinha de peixe: o eixo principal representa o fluxo básico de informações, enquanto as ramificações laterais indicam as contribuições secundárias ao processo. De acordo com Ramos (2017), os estudos de Ishikawa culminaram em um método eficaz para identificação e análise de problemas, sendo amplamente aplicado no setor industrial devido à sua simplicidade, o diagrama está representado na Figura 1.

Figura 1 - Representação de um Diagrama de Ishikawa



Fonte: A autora (2024).

Diante da Figura 1, é possível observar que esta ferramenta é fundamental para esclarecer a relação entre o efeito e as causas que influenciam o processo. No entanto, é importante notar que, embora o diagrama seja eficaz para analisar e

detalhar problemas, ele não diferencia nem prioriza as causas, cabendo a equipe utilizar uma outra ferramenta para executar esse papel (Martinelli, 2021). Segundo César (2011), as causas são variáveis que levam à ocorrência de um efeito específico, enquanto o efeito é o resultado dessas causas.

O diagrama apresenta 6 categorias, chamadas de 6 M's, porém nem sempre todos os M's serão relevantes para todas as circunstâncias, os 6 M's estão apresentados abaixo (Jeison, 2018):

- **Matéria-prima:** causas associadas ao material utilizado.
- **Método:** causas relacionadas à forma como o trabalho é realizado, incluindo procedimentos e instruções de trabalho.
- **Máquina:** causas ligadas às ferramentas e máquinas empregadas.
- **Mão de obra:** causas vinculadas aos trabalhadores que executam a tarefa.
- **Meio ambiente:** causas relacionadas ao ambiente, como poluição, calor, espaço de trabalho.
- **Medição:** causas referentes aos instrumentos de medição, sua calibração e a precisão em mostrar variações de resultados.

2.7.2 Gráfico de Pareto

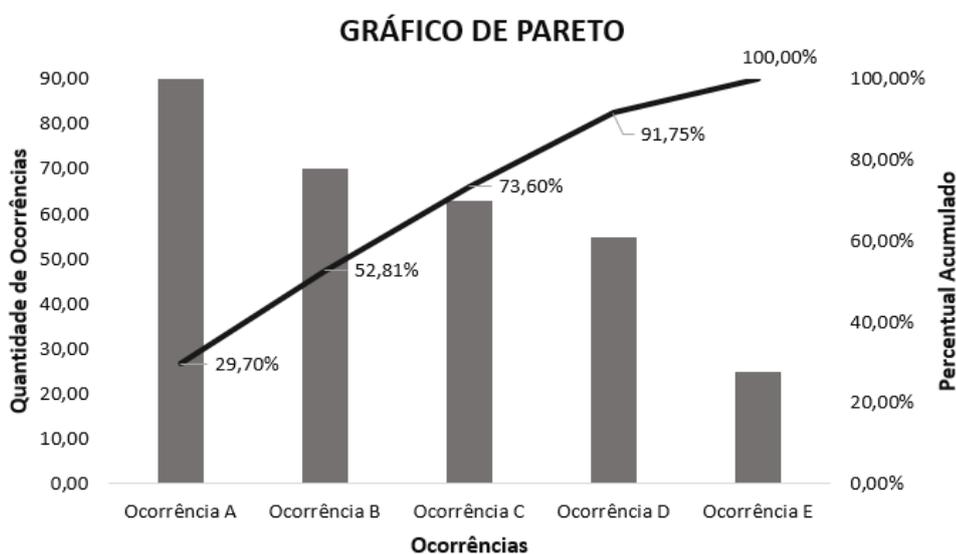
Segundo Campos (2004), o diagrama de Pareto é uma ferramenta simples que oferece uma representação gráfica de estratificação em uma análise de processo, sendo útil para identificar a origem dos problemas. Maiczuk e Júnior (2013) afirmam que a principal finalidade da ferramenta é remover todas as causas associadas às perdas nos processos, priorizando especialmente aquelas mais preocupantes. É importante salientar que, quando as questões mais simples puderem ser prontamente resolvidas, é essencial corrigi-las imediatamente para evitar que se agravem.

O diagrama de Pareto foi desenvolvido a partir das observações de Vilfredo Pareto, que identificou que 80% da riqueza estava concentrada nas mãos de 20% da população, após realizar um estudo sobre a distribuição de renda. No entanto, foi Joseph Juran quem adaptou essa descoberta para a gestão da qualidade (Leite, 2019). Esse diagrama consiste em um gráfico de barras que organiza, em ordem decrescente, a frequência de ocorrência de determinado problema, com intuito de

facilitar a visualização e a definição das prioridades, ajudando a decidir por onde começar a implementar melhorias (Silveira, 2013).

A principal ideia do diagrama de Pareto é mostrar que a maior parte dos problemas é gerada por uma pequena quantidade de causas. Embora a teoria 80/20 seja frequentemente utilizada, indicando que 20% das causas são responsáveis por 80% dos problemas, essa proporção não é uma regra fixa. O diagrama pode ser usado para identificar e priorizar até mesmo uma única causa, com o objetivo de resolver o problema de maneira mais eficiente (Soares, 2022). A Figura 2 apresenta detalhes contidos no gráfico de Pareto.

Figura 2 - Representação de um Gráfico de Pareto



Fonte: A autora (2024).

2.7.3 Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta que permite visualizar as etapas de um processo de forma organizada e clara, facilitando a compreensão de como determinado processo é realizado (Lélis, 2018). Em linhas gerais, representa uma das ferramentas iniciais para aprimorar os processos de fabricação por meio de uma abordagem direta e compreensível que facilita a realização de tarefas, guiando de forma sequencial as etapas a serem seguidas. Adicionalmente, ele viabiliza a detecção de potenciais problemas nas linhas de produção ao evidenciar elementos supérfluos durante o processo (Maiczuk; Júnior, 2013).

2.8 FERRAMENTAS DE GESTÃO

Carvalho e Paladini (2015) afirmaram que as ferramentas de gestão são essenciais para o gerenciamento de projetos, pois permitem análises objetivas dos processos. Essas ferramentas orientam os usuários na geração de ideias, na definição de prioridades e na identificação de causas, com objetivo de resolver problemas complexos. A aplicação dessas técnicas proporciona uma abordagem prática e voltada para a melhoria contínua. Diante disso, neste trabalho serão utilizadas algumas ferramentas de gestão e elas estão apresentadas a seguir:

2.8.1 Brainstorming

O *brainstorming* significa tempestade de ideias, este é um processo realizado por um grupo em que as pessoas contribuem livremente com suas ideias a fim de identificar a causa de um problema (Vieira Filho, 2003). Esta ferramenta se diferencia de outras ferramentas de criatividade pela liberdade de expressão. Lobo *et al.* (2015) destacaram algumas atitudes que devem ser seguidas na aplicação do brainstorming: não realizar comentários até que todas as ideias sejam apresentadas, criar um ambiente seguro para garantir que ninguém se sinta ameaçado, facilitando a geração de diversas ideias e incentivar a produção coletiva da criação de ideias em grupo, pois assim o resultado pode ser mais satisfatório do que individualmente.

2.8.2 5W1H

O método 5W1H é uma ferramenta de gestão capaz de estruturar planos de ação claros e objetivos, fornecendo questões essenciais que ajudam a garantir a execução de uma atividade através da orientação de ações, definição de soluções e responsabilidades para execução (Gonçalves; Gasparotto, 2019). O nome é uma sigla derivada de cinco palavras em inglês que começam com W e uma que começa com H (Pinto, 2018). Segundo Meter (2014), o fator prazo é fundamental na utilização da ferramenta 5W1H, pois define um início, meio e fim. Além disso, foco e planejamento são cruciais para desenvolver e executar um plano de ação bem-sucedido.

Este método consiste em um checklist que inclui atividades, os responsáveis por elas e os motivos que justificam sua realização dentro da organização. Além disso, ela evidencia as principais necessidades de execução, ou seja, o que é preciso para que essas atividades sejam efetuadas (Freire *et al.*, 2019). Maiczuk e Júnior (2013)

ênfatizam que esse método é composto por seis elementos organizados em uma tabela em que cada coluna possui as seguintes perguntas: What? (o quê?), When? (quando?), Where? (onde?), Why (por quê?), Who (quem?) e How? (como?). As respostas para tais perguntas são elaboradas pelos membros envolvidos com a situação do processo e são vinculadas às atividades correspondentes servindo como possíveis soluções para o problema analisado.

2.8.3 Matriz GUT

Segundo Marshall (2012), a matriz GUT é empregada para representar problemas por meio de quantificações com objetivo de determinar prioridades para sua resolução. Essa matriz é utilizada na hierarquização de problemas e avaliação de riscos, em que os problemas são enumerados e avaliados com base na sua gravidade (G), urgência (U) e tendência (U). Para cada dimensão é atribuída uma pontuação de 1 a 5, sendo 5 o maior grau e 1 o menor. Ao multiplicar os valores presentes em G, U e T é obtido uma pontuação para cada problema analisado, aqueles com pontuação mais alta são considerados como prioritários no momento da intervenção (Gallegos, 2023). A Figura 3 apresenta detalhes contidos na matriz GUT.

Figura 3 - Representação da Matriz GUT

PRIORIZAÇÃO	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irã piorar a longo prazo
3	Grave	Merece atenção a curto prazo	Irã piorar a médio prazo
4	Muito grave	Muito urgente	Irã piorar a curto prazo
5	Extremamente grave	Ação imediata	Irã piorar rapidamente

Fonte: A autora (2024).

Hékis *et al.* (2013) argumentaram que a matriz GUT fornece respostas lógicas para perguntas como: “qual é a prioridade?” e “por onde começar?” e é nesta linha de pensamento que a implementação desse método pode ser simplificada em quatro etapas: começar por listar os problemas em análise, atribuir uma pontuação a cada problema seguindo os critérios estabelecidos, classificá-los com base em sua priorização e, por fim, tomar as decisões estratégicas necessárias (Sotille, 2014).

2.8.4 Método dos 5 Porquês

Segundo Oribe (2020), a ferramenta chamada Os 5 Porquês é um método estruturado para análise de causas raízes. Esta técnica consiste em questionar de forma sequencial o motivo de um determinado problema, construindo um mapa de causas até chegar à raiz do problema. Ele também destaca que a quantidade de vezes que se pergunta “por quê” é apenas uma referência, pois o número cinco não é uma regra fixa, podendo variar para mais ou para menos.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho está fundamentado em um estudo de caso que empregou uma abordagem qualitativa e quantitativa, utilizando dados do processo produtivo de detergente em pó em uma indústria localizada na Região Metropolitana do Recife, no estado de Pernambuco. Este estudo foi conduzido utilizando o ciclo PDCA junto às ferramentas da qualidade e de gestão para identificar de forma mais precisa o problema, planejar as ações necessárias, implementá-las e avaliar os resultados.

3.1 PLANEJAR

Fase responsável pela identificação do problema, a análise das causas e a definição das ações corretivas. Com extrema importância para coleta dados, identificação das causas principais e desenvolvimento do plano de ação claro (Cunha,2013).

3.1.1 Identificação do problema e coleta de dados

Nesta fase inicial, identificou-se o insumo que estava causando os maiores prejuízos financeiros à fábrica através de dados fornecidos pela empresa, utilizando software de planilhas eletrônicas e o diagrama de Pareto, uma ferramenta da qualidade, para uma análise mais detalhada. Para quantificar o tamanho da perda foi realizado uma diferença entre o consumo real versus o consumo dos insumos, de acordo com a receita no mesmo período.

Visando entender o comportamento do insumo analisado, coletaram-se os dados entre janeiro e março de 2024 através do histórico de perdas da empresa. Este histórico foi construído ao longo do tempo e dos inventários realizados para controle da organização.

3.1.2 Observação

Posteriormente, uma equipe multidisciplinar conduziu um *brainstorming* com o intuito de compreender todo o fluxo pelo qual o insumo passa, desde sua entrada na fábrica até o momento em que é utilizado no processo produtivo do detergente em pó. O objetivo desse exercício foi gerar hipóteses sobre os possíveis pontos de perda desse insumo além de elaborar um fluxograma para mapear o curso que ele executa

desde a entrada na fábrica até utilização no processo produtivo e um segundo fluxograma que aborda todo o percurso do insumo no processo produtivo.

3.1.3 Análise do problema

Após a realização de um *brainstorming* para identificar os possíveis elementos contribuintes para a perda do insumo, foi conduzida uma análise para determinar suas causas principais. Neste processo, utilizou-se um Diagrama de Ishikawa para uma investigação mais aprofundada das possíveis origens do problema. Em seguida, foi empregada a matriz de priorização GUT que é essencial para guiar o plano de ação. Considerando que se trata de um problema complexo com várias causas influenciando-o em diferentes graus, a matriz GUT ajuda a identificar quais causas devem ser abordadas primeiro, permitindo um foco mais eficaz nas causas mais críticas.

3.1.4 Plano de ação

Foi elaborado um plano de ação com o propósito de eliminar as causas fundamentais, empregando a ferramenta 5W1H para elaborar uma estratégia detalhada. Esta ferramenta permitiu definir o que deve ser feito (WHAT), porque é necessário (WHY), onde será realizado (WHERE), quando será implementado (WHEN), quem será responsável pela execução (WHO) e como será realizado (HOW).

3.2 EXECUTAR

Implementação do plano de ação desenvolvido na fase anterior. Nesta fase, as ações precisam ser realizadas de acordo com o que foi planejado, garantindo adesão aos processos estabelecidos (Filho,2022).

3.2.1 Ação

Foram implementadas as contramedidas acordadas na fase anterior, com o propósito de neutralizar as causas fundamentais identificadas. Durante essa etapa, as ações estabelecidas previamente foram executadas envolvendo o técnico mecânico e o instrumentista para assegurar a confiabilidade dos planos elaborados. Depois de executar as ações, adicionalmente, foi adotada a técnica dos 5 porquês, uma maneira

sistemática de investigar as causas subjacentes do problema promovendo uma compreensão mais profunda da questão enfrentada.

3.3 CHECAR

Avaliação dos resultados alcançados em relação aos objetivos estabelecidos inicialmente. Nesta fase há possibilidade de analisar o desempenho e, se necessário, identificar ações corretivas a serem implementadas para conseguir alinhar os resultados às expectativas iniciais (Curcio et al., 2018).

3.3.1 Verificação

Na etapa de verificação do controle de perdas foram analisadas as condições do processo após a aplicação dos planos de ação e observaram-se os efeitos das mudanças realizadas. Para facilitar essa análise, foi criado um gráfico, o qual permitiu comparar os resultados pré e pós-execução do plano de ação, visando verificar se as melhorias planejadas foram alcançadas.

3.4 AGIR

Com os objetivos atingidos, as boas práticas são padronizadas e integradas ao cotidiano do processo, nesta etapa o objetivo é prevenir o reaparecimento do problema (Souza, 2012).

3.4.1 Padronização

Na etapa final do ciclo, a partir dos resultados avaliados e das hipóteses confirmadas, foram empregadas padronizações para as ações bem-sucedidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da metodologia PDCA facilitou a análise da perda do insumo no processo produtivo de detergente em pó. As causas fundamentais foram identificadas e intervenções direcionadas foram implementadas seguindo de forma sistemática as fases do ciclo PDCA.

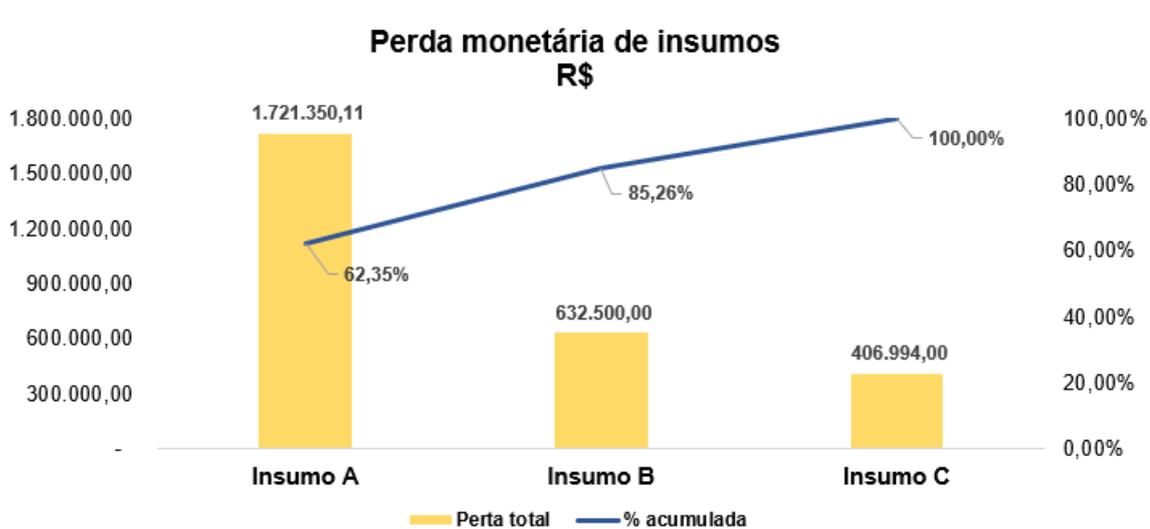
4.1 PLANEJAR

4.1.1 Identificação do problema e coleta de dados

A identificação do problema teve início com a análise dos dados fornecidos pelo sistema interno da empresa, utilizado para gerenciar a produção, com informações referentes a todos os insumos utilizados no processo produtivo. A perda dos insumos foi definida como a diferença entre o consumo efetivo, apontado durante a produção, e o consumo previsto, determinado pela receita, diante da produção no mesmo período. Os dados foram coletados no período de janeiro a março de 2024.

Após isso, foram filtrados os três insumos que estavam apresentando maiores perdas durante o período pré-determinado. Para visualizar qual deles estava com maior perda monetária foi elaborado um diagrama de Pareto conforme apresentado no gráfico da Figura 4.

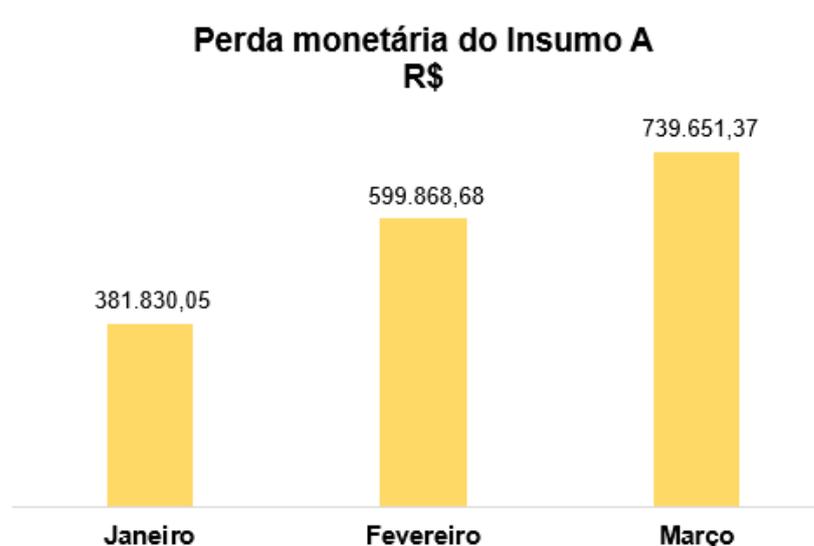
Figura 4 - Diagrama de Pareto com as três maiores perdas monetárias de insumos entre janeiro e março de 2024



Fonte: A autora (2024).

O diagrama de Pareto apresentado destaca a significância monetária de três insumos utilizados na fábrica. Cada barra representa um insumo analisado, os quais foram nomeados como insumo A, B e C e exibe uma ordem decrescente de impacto monetário. Através da porcentagem acumulada apresentada pela linha azul, observou-se que os insumos A e B juntos representam 85,26% da perda em reais nos meses analisados. No entanto, constatou-se que o Insumo A corresponde a 62,35% da perda total, o que equivale a um valor financeiro de R\$ 1.721.350,11. Diante disso, o objeto principal de estudo adotado foi o Insumo A, em seguida, foi realizada uma observação detalhada e análise minuciosa em busca de informações sobre o comportamento individual do Insumo A entre os meses de janeiro e março, as quais estão explanadas no gráfico da Figura 5 a seguir.

Figura 5 - Detalhamento da perda monetária do insumo A entre os meses de janeiro e março de 2024



Fonte: A autora (2024).

Como pode-se ver, através da Figura 5, o Insumo A teve uma crescente perda monetária nos meses analisados. Essa tendência de perda ao longo do tempo no processo produtivo é motivo de preocupação, pois sugere uma possível ineficiência ou desperdício do insumo no processo produtivo, além de impactar negativamente os custos da produção, como também pode afetar a qualidade e a consistência dos produtos. Foi crucial investigar as causas por trás dessa perda e a análise detalhada dos procedimentos de produção, desde a aquisição do insumo até a etapa final de fabricação, ajudou a identificar os pontos críticos onde ocorrem as maiores perdas.

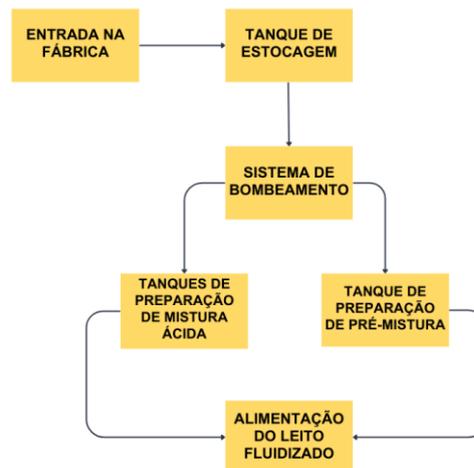
Diante do aumento contínuo das perdas conforme demonstrado na Figura 5, foi definida uma proposta de reduzir em 60% a perda do Insumo A no mês de abril de 2024.

4.1.2 Observação

Assim, uma equipe multidisciplinar foi formada e reuniões foram organizadas para realizar a análise das perdas e resolver as ineficiências produtivas. Inicialmente, realizou-se um *brainstorming*, que através do ambiente colaborativo, objetivou-se encontrar oportunidades e identificar aquelas mais promissoras para continuidade da investigação ao percorrer todo o fluxo Insumo A. Este *brainstorming* proporcionou subsídios para que os próximos passos fossem desenvolvidos.

Nesta etapa também foi desenvolvido um fluxograma para mapear, de forma geral, o trajeto que esse insumo percorre desde a entrada na fábrica até onde é utilizado no processo produtivo. O fluxograma está representado na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma geral do Insumo A



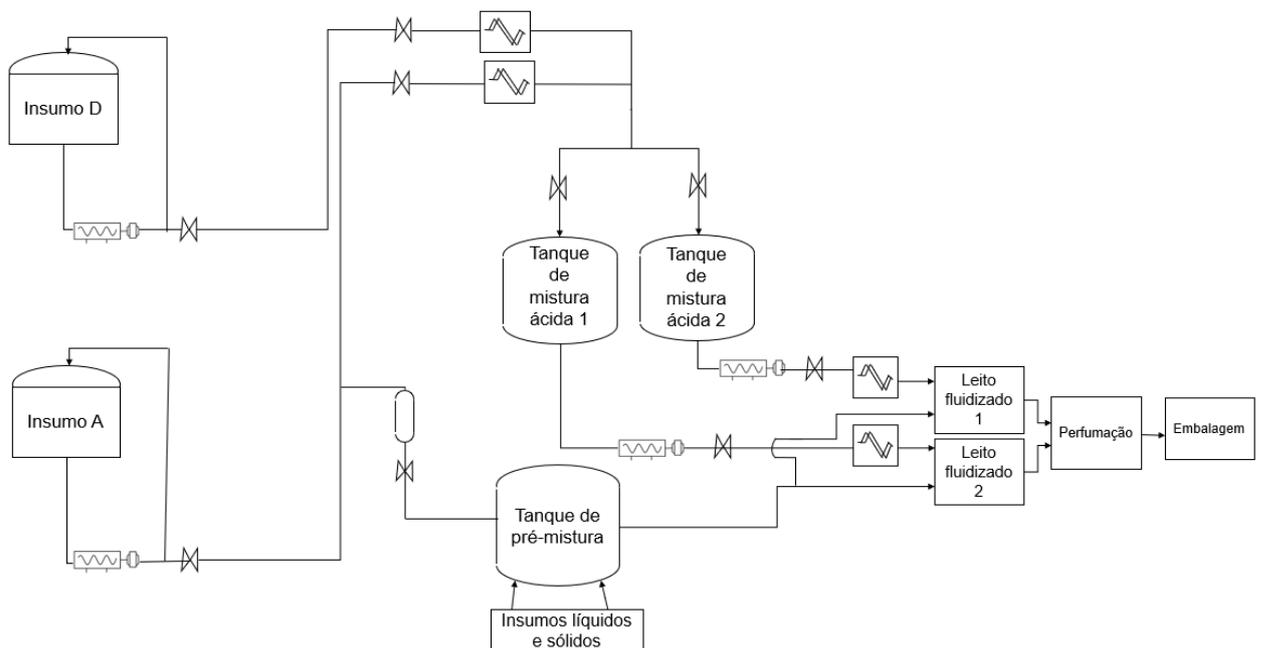
Fonte: A autora (2024).

Na entrada da fábrica, o caminhão carregado com o Insumo A é pesado em uma balança rodoviária para assegurar que a quantidade comprada e especificada na nota fiscal corresponde à quantidade recebida. Após a pesagem, o caminhão é direcionado ao tanque de estocagem para descarregar o material.

No processo de fabricação de detergente em pó, ocorre a produção de uma massa seca chamada pré-mistura, composta por diversos componentes, incluindo o

insumo A. Após sua preparação, a pré-mistura é direcionada ao leito fluidizado. Paralelamente, em outros dois tanques, é produzida uma mistura ácida, uma combinação do insumo A com o insumo D. Esta mistura ácida, assim como a pré-mistura, é encaminhada ao leito fluidizado, onde é atomizada sobre a pré-mistura por meio de lanças de atomização. Na Figura 7 está descrito um fluxo mais detalhado do insumo A, explicitando a passagem deste insumo na preparação da mistura ácida e da pré-mistura.

Figura 7 - Fluxograma do Insumo A no processo produtivo



Fonte: A autora (2024).

Como citado acima, a Figura 7 ilustra o fluxo do insumo A no processo produtivo do detergente em pó. Também é descrito o fluxo do insumo D, um componente muito importante no nosso estudo de caso. Este último insumo é utilizado juntamente com insumo A para produção da mistura ácida. Conforme apresentado no fluxograma, o insumo A e o insumo D, armazenados em tanques de estocagem são direcionados aos tanques de mistura ácida 1 e 2. Após a preparação da mistura ácida, esta é direcionada para os leitos fluidizados 1 e 2, onde ocorrerá o processo de granulação do detergente em pó.

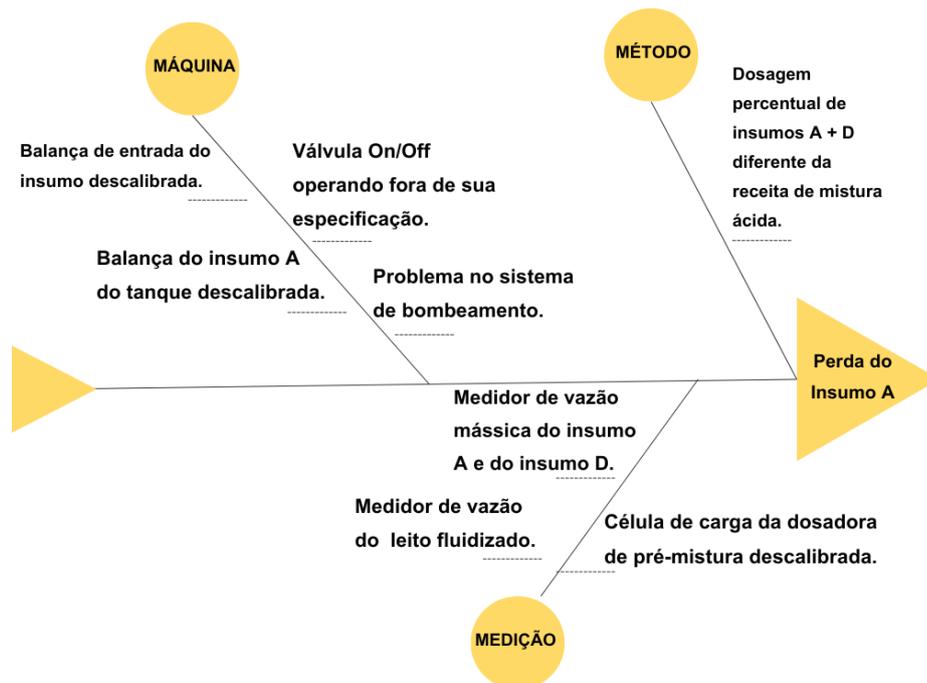
A Figura 7 também demonstra outro caminho percorrido pelo Insumo A. Uma vez que este também está presente na pré-mistura. Nota-se a existência de uma tubulação direcionada ao tanque de pré-mistura onde, além do Insumo A, são

adicionados outros insumos, que podem ser sólidos ou líquidos. Após a finalização da pré-mistura, ela também é direcionada aos leitos fluidizados para reagir com a mistura ácida e continuar o processo de produção do detergente em pó.

4.1.3 Análise do problema

Após a sessão de *brainstorming* e desenvolvimento dos fluxogramas, avançou-se para a fase de desenvolvimento do diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, esta ferramenta visual permitiu mapear de forma sistemática as diferentes áreas e variáveis no problema em questão, não foram identificadas causas relevantes relacionadas às categorias de mão de obra, materiais e meio ambiente, portanto, não foram incluídas na análise. O diagrama está representado na Figura 8 a seguir.

Figura 8 - Diagrama de Ishikawa para análise das causas da perda do insumo A



Fonte: A autora (2024).

Após a construção do diagrama de Ishikawa, constataram-se várias possíveis causas associadas à perda insumo A, porém considerando que nem todas poderiam ser abordadas simultaneamente, foi utilizada uma matriz de priorização do tipo GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) para identificar as causas de maior prioridade de

tratamento com base em sua gravidade, urgência e tendência. Para isso, foi adotada uma escala de 1 a 5 conforme demonstrada na Figura 9.

Figura 9 - Critérios para priorização das causas associadas à perda do Insumo A

PRIORIZAÇÃO	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
3	Grave	Merece atenção a curto prazo	Irá piorar a médio prazo
4	Muito grave	Muito urgente	Irá piorar a curto prazo
5	Extremamente grave	Ação imediata	Irá piorar rapidamente

Fonte: A autora (2024).

Então, os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz de priorização GUT das causas da perda do insumo A

Categoria	Causa	G	U	T	GUT
Máquina	Balança de entrada do insumo descalibrada.	4	3	4	48
	Balança do insumo A do tanque descalibrada.	5	5	3	75
	Válvula On/off operando fora de sua especificação.	5	3	3	45
	Problema no sistema de bombeamento.	4	5	3	60
Método	Dosagem percentual dos insumos A + D diferente da receita de mistura ácida.	5	5	5	125
Medição	Medidor de vazão do leite fluidizado.	5	4	4	80
	Medidor de vazão mássica do insumo A e do insumo D.	5	5	4	100
	Célula de carga da dosadora de pré-mistura descalibrada.	4	4	4	64

Fonte: A autora (2024).

Com base na matriz de priorização GUT apresentada na Tabela 1, é notável que a causa apresentada no método e duas das causas associadas à medição foram identificadas como aquelas que demandam maior priorização. Certamente, estas

questões destacaram-se como prioritárias, não apenas devido à sua gravidade, mas também pela forte influência que exercem sobre o processo produtivo.

Diante disso, analisando cada causa e suas pontuações GUT, a dosagem percentual dos insumos A + D diferente da receita de mistura ácida apresentou maior prioridade, indicando que esta foi a causa raiz mais crítica devido a necessidade de produzir um produto dentro das especificações pré-determinadas. Além disso, a urgência de sua resolução e a tendência de piora levou a essa priorização. Em seguida, o medidor de vazão mássica e os medidores de vazão do leito fluidizado foram as causas julgadas também prioritárias. As causas apresentadas nas categorias de máquina e a célula de carga da dosadora de pré-mistura descalibrada presente na categoria de medição, receberam menor pontuação indicando inicialmente, uma menor prioridade para inspeção. Diante do exposto, os locais indicados foram checados segundo sua pontuação na matriz GUT.

4.1.4 Plano de ação

Com base nas causas identificadas para o problema, foram elaborados planos de ação com objetivo de resolvê-las, de forma eficaz, e para isso, foi adotada a metodologia 5W1H. No Quadro 1 estão detalhados os planos das três causas que receberam maior pontuação. No Apêndice A, o plano de ação para todas as outras causas identificadas.

Quadro 1 - Plano de ação para causas relacionadas à perda do insumo A

O quê? (What?)	Por quê? (Why)	Onde? (Where?)	Quando? (When?)	Quem? (Who?)	Como? (How?)
Reavaliar a dosagem percentual dos insumos A+D da mistura ácida pelos operadores da sala de controle.	O percentual dosado dos insumos A+D pode estar diferente do previsto na receita, resultando em um uso excessivo do insumo A na mistura ácida.	Sistema interno da empresa	03/04/2024	Analista de manufatura	Acessar o sistema interno da empresa, localizar o arquivo da receita da mistura ácida e avaliar o percentual dos insumos A + D dosados.

Continuação do Quadro 1 - Plano de ação para causas relacionadas à perda do insumo A

O quê? (What?)	Por quê? (Why)	Onde? (Where?)	Quando? (When?)	Quem? (Who?)	Como? (How?)
Avaliar a integridade física e funcional dos medidores de vazão mássica do insumo A e insumo D.	Porque a precisão do medidor de vazão mássica é essencial para o controle do processo, leituras incorretas podem resultar em dosagem inadequada dos insumos.	Sistema onde o medidor de vazão está acoplado.	03/04/2024	Instrumentista	Comparação entre o peso medido pelo medidor e o peso da célula de carga do tanque de mistura ácida.
Avaliar a integridade física e funcional do medidor de vazão do leito fluidizado.	Porque a exatidão do medidor de vazão é fundamental para o controle do processo.	Tubulação que liga o sistema ao leito fluidizado	03/04/2024	Instrumentista	Comparação entre o peso medido pelo medidor e o peso da célula de carga do leito fluidizado.

Fonte: A autora (2024).

Com isso, encerrou-se a fase de Planejamento do ciclo PDCA, seguindo-se à execução de cada ação identificada, conforme detalhada no Quadro 1 e apêndice A.

4.2 EXECUTAR

4.2.1 Ação

O plano de ação formulado foi implementado e as atividades intrínsecas a cada um deles foram realizadas o mais rápido possível. Durante a implementação do plano de ação relacionado a cada causa raiz, foram identificadas duas que exerciam influência direta na perda do insumo A. Uma delas foi a causa relacionada à operação habitual da válvula on/off e a outra foram os ajustes da receita, controlada pela equipe da sala de controle, dos insumos A + D estava diferente da receita.

Para a primeira causa, causa relacionada à válvula on/off, conduziu-se uma inspeção mais aprofundada e como resultado dessa inspeção constatou-se que a válvula não estava desempenhando sua função de maneira satisfatória.

Fundamentado a isso, viu-se que o mau desempenho da válvula de on/off estava influenciando de forma direta tanto no consumo do insumo A quanto no

consumo do insumo D. Isso ocorreu porque, ao produzir a mistura ácida, é necessário combinar uma porcentagem do insumo D com uma porcentagem do Insumo A e quando um dos insumos apresenta problema de subdosagem, a proporção da receita fica desbalanceada o que ocasiona um aumento de consumo no outro insumo, neste caso tivemos que a subdosagem do insumo D ocasionou uma superdosagem do insumo A, resultando em uma mistura rica em Insumo A e, conseqüentemente, sua perda. Ao inspecionar a válvula on/off em questão, foi fundamental realizar uma análise dos 5 porquês para examinar a causa raiz dos danos identificados. Esta análise está demonstrada no Quadro 2.

Quadro 2 - Análise dos 5 porquês do mau funcionamento da válvula on/off

Causa	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?
Válvula on/off operando fora da sua função habitual.	Porque houve uma identificação de falsa contabilização de insumo D durante a produção da mistura ácida.	Porque havia entrada de ar na linha do insumo D, que estava sendo erroneamente contabilizado como o próprio insumo.	Porque a válvula on/off na linha do insumo D estava totalmente aberta, deixando a linha vazia quando não estava enviando material ao processo.	Porque o sistema pneumático de controle da válvula estava desconectado.

Fonte: A autora (2024).

Conforme mostrado no Quadro 2, o mau desempenho da válvula on/off decorreu da desconexão do sistema pneumático de controle, ocasionando a entrada de ar no sistema devido a uma abertura contínua na válvula, a qual não deveria existir.

Para recuperar o estado inicial da válvula on/off, o sistema pneumático foi reativado e sua modulação foi ajustada, passando de uma posição totalmente aberta para uma posição de abertura (quando houver o envio de fluido para o processo) e fechamento (quando estiver em reciclo, evitando o retorno do fluido na tubulação que envia para o processo), permitindo o funcionamento normal deste componente.

Para a segunda causa, relacionada aos ajustes operacionais fora do padrão, também foi realizada uma análise dos 5 porquês para examinar a causa raiz da

dosagem percentual dos insumos A + D da mistura ácida pelos operadores da sala de controle.

Quadro 3 - Análise dos 5 porquês da dosagem percentual dos insumos A + D para produção da mistura ácida

Causa	Por quê?	Por quê?	Por quê?
Dosagem percentual dos insumos A e D, controlada pela equipe da sala de controle, estava diferente da receita.	Porque os operadores estavam alterando a receita sem compreender as perdas que seriam geradas com tais ações.	Porque os operadores não receberam treinamento atualizado sobre mudanças recentes no sistema de controle.	Porque houve falha na implementação da capacitação contínua da equipe.

Fonte: A autora (2024).

Diante do exposto no quadro 2, fica evidente que a ausência de treinamento e uma comunicação ineficiente resultou em ajustes incorretos na dosagem dos insumos A e D. A falha no gerenciamento de treinamentos e capacitação contínua contribuiu para essa discrepância, ocasionando erros no controle manual dos parâmetros de dosagem.

4.3 CHECAR

4.3.1 Verificação

Após a implementação das ações conforme priorização estabelecida, procedeu-se à verificação das perdas do Insumo A referentes ao mês de abril, imediatamente subsequente às intervenções. A comparação dos dados pré e pós-execução das ações estão detalhadas na Figura 10.

Figura 10 - Comparação de dados pré e pós-execução do plano de ação



Fonte: A autora (2024).

Conforme evidenciado na Figura 10, houve uma queda expressiva na perda monetária do Insumo A durante o mês de abril, com a redução percentual de 80,27% em relação à perda de março, equivalente a diminuição de R\$ 593.690,17. Assim, o prejuízo financeiro no mês de abril foi reduzido para R\$ 145.961,20. Este valor representa uma diminuição considerável em relação aos meses anteriores e é importante ressaltar que essa redução superou a meta proposta de 60%, demonstrando que as ações planejadas e executadas foram eficazes e produziram resultados satisfatórios.

4.4 AGIR

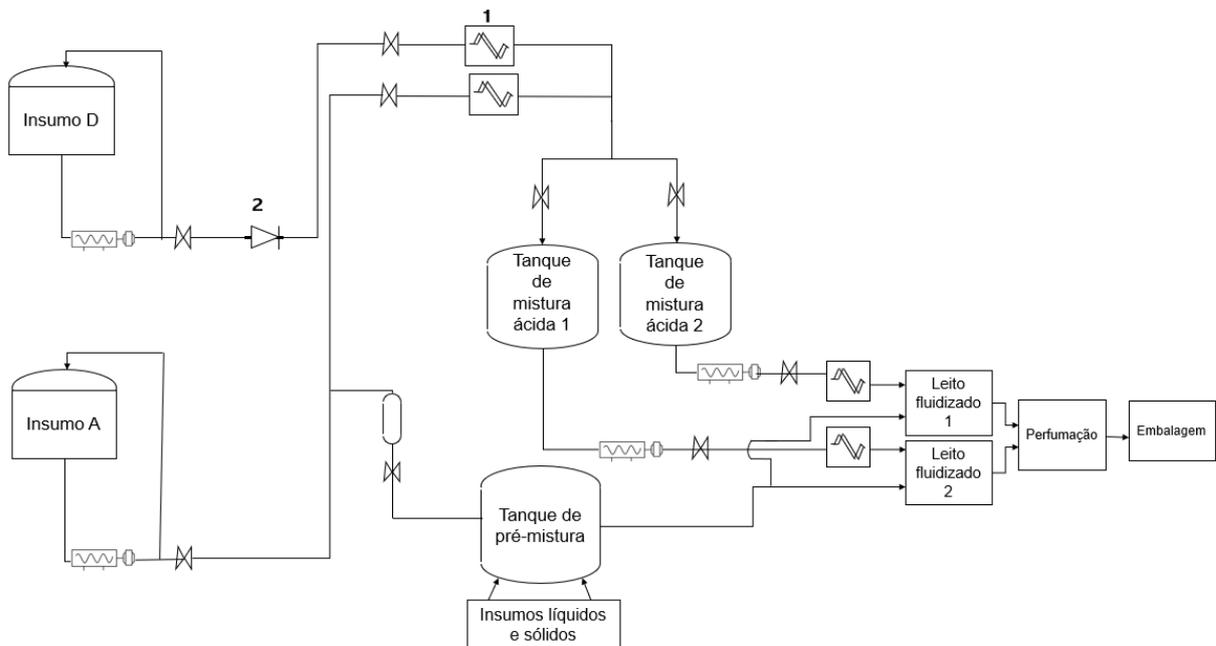
4.4.1 Padronização

Após a implementação do plano de ação, foi criado um plano de padronização para evitar a recorrência do problema. No que diz respeito à causa relacionada à válvula on/off, foi incluída no plano de manutenção da planta a verificação mensal da integridade física e funcional dessa válvula ou sempre que houver um indicativo de perda do insumo A. Além disso, foi instalada uma válvula de retenção no sistema, que permite o fluxo do fluido em uma única direção. A Figura 11 demonstra o fluxograma do insumo A e do insumo D com a válvula de retenção instalada.

Para a causa referente à dosagem percentual incorreta dos insumos A e D na receita da mistura ácida, foi desenvolvido um procedimento de treinamento para a

equipe responsável pela produção das bateladas. Além disso, foi estabelecido um plano de reciclagem anual desse treinamento, ou conforme necessidade, a ser determinado pelos coordenadores da área.

Figura 11 - Fluxograma do insumo A e do insumo D no processo produtivo após a inserção da válvula de retenção.



Fonte: A autora (2024).

Nota: 1-Medidor de vazão mássica da linha do insumo D.
2- Válvula de retenção.

Essa válvula funcionará em conjunto com a válvula on/off, impedindo o retorno do insumo D durante sua recirculação, o que evitará que a tubulação de envio de matéria prima acumule ar, eliminando uma possível nova contabilização de ar na linha e prevenindo a reincidência do problema.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos por meio da análise de perdas de insumo no processo produtivo do detergente em pó comprovaram a eficácia da metodologia adotada. Através da investigação detalhada e sistemática proposta pelo ciclo PDCA (**P**lan, **D**o, **C**heck, **A**ct), foi possível identificar o insumo com maior perda monetária, as causas fundamentais e implementar intervenções direcionadas.

A utilização de ferramentas da qualidade e de gestão proporcionou a identificação dos pontos críticos do processo, o desenvolvimento de planos de ação específicos e a compreensão aprofundada das causas raízes do problema. A implementação das ações mostrou-se eficiente na redução das perdas. A intervenção na válvula on/off, por exemplo, foi fundamental para corrigir a superdosagem do insumo A e subdosagem do insumo D, outra ação com resultado significativo foi a revisão na dosagem dos insumos A e D. A execução das ações propostas, resultou em uma significativa redução de 80,27% nas perdas monetárias em abril, superando a meta estabelecida de 60%.

Finalmente, a fase da ação resultou na padronização a fim de garantir a sustentabilidade dos resultados obtidos. A inclusão de verificações regulares da válvula on/off na manutenção da planta, a implementação de treinamentos regulares e a instalação de uma válvula de retenção no sistema buscaram assegurar que as causas identificadas não voltem a impactar negativamente no processo.

Diante disso, a aplicação do ciclo PDCA, juntamente com ferramentas da qualidade e de gestão provou ser uma estratégia robusta para gestão de perdas de insumos, contribuindo para a resolução de problemas no processo produtivo estudado.

REFERÊNCIAS

ABIPLA. **Produção de saneantes surpreende no 1º semestre e deve crescer acima do esperado em 2023.** ABIPLA, 2023 Disponível em:

<https://abipla.org.br/producao-de-saneantes-surpreende-no-1o-semester-e-deve-crescer-acima-do-esperado-em-2023/>. Acesso em: 22 ago 2024.

ABIPLA. **Cuidados com as roupas:** como se dar bem em um mercado de R\$ 22 bilhões. ABIPLA, 2024 Disponível em: <https://abipla.org.br/cuidados-com-as-roupas-como-se-dar-bem-em-um-mercado-de-r-22-bilhoes/>. Acesso em 15 ago. 2024.

ABRE. **O setor de produtos de limpeza fechou o 1º semestre de 2024.** Abre, 2024. Disponível em: <https://www.abre.org.br/inovacao/comunicacao/setor-de-produtos-de-limpeza-fechou-primeiro-semester-com-crescimento-de-109-na-producao/>. Acesso em: 22 ago 2024.

ALANOCA, Eric Juan Maldonado. **Refórmulacion de Detergentes Liquidos que Sean Biodegradables.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidad Mayor de San Andres. Bolivia, 2015.

AMARAL, L.; JAIGOBIND, A.; JAISINGH, S. **Detergente doméstico.** Paraná: Instituto de Tecnologia do paraná - tecpar, 2007.

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

ARRUDA, J. R. C. **Políticas & Indicadores de Qualidade na Educação Superior.** Rio de janeiro: Dunya, 1997.

BAIRD, C. **Environmental Chemistry,** Nova Iorque: Freeman and Company, 1995.

BRUNA C Q, GRAZIANO K U. **Avaliação do desempenho de detergentes para limpeza:** validação de uma proposta. Acta Paul Enferm. 2023;

BURGGRAEVE, A. MONTEYNE, T.; VERVAET, C.; REMON, J.P.; BEER, T. Process analytical tools for monitoring, understanding, and control of pharmaceutical fluidized bed granulation: A review. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, 2013. 83(1): p. 2-15.

BOEREFIJN, R.; DONTULA, P.; KOHLUS, R. **Handbook of Powder Technology**, (2007), 673-703, 11.

CARVALHO, M. M. DE; PALADINI, P. P. **Gestão da qualidade: Teoria e caos**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2015.

CASTRO, H. F. de. **Sabões e Detergentes. Processos Químicos Industriais II**. Apostila 6. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de Lorena, 2009.

CAMPOS, V. F. TQC: controle de qualidade total (no estilo japonês). 2. ed. Nova Lima/MG, 2004.

CÉSAR, F. I. Giocondo. **Ferramentas básicas da qualidade: instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua**. São Paulo: 24 horas, 2011.

COLPANI, G. L. Preparação e caracterização de adsorventes para remoção de surfactantes aniônicos em águas residuárias. 27 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

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

CURCIO, D. et al. FERRAMENTAS PARA MELHORIA CONTÍNUA NA GESTÃO DA QUALIDADE: Benefícios e desafios do programa 5s nas organizações de pequeno porte. **Revista Dimensão Acadêmica**, 2018. v. 3, n.2, p.19.

CUNHA, L. F. P. O método PDCA como ferramenta de melhoria contínua dos processos e suporte para a elaboração do planejamento estratégico das empresas. **Revista Uniabeu**, p. 366-384, 2013.

Di Corcia A. Characterisation of surfactants and their biointermediates by liquid chromatography-mass spectrometry. **Journal of Chromatography**, 794:165– 85, 1998.

FREIRE, A. S.; Bobot, L.S.; Corrêa, R. A. N.; Vieira, M. D.; Castro, A. O.; Caldas, A. Redução de indicadores de sucata por meio de ferramentas da qualidade: um estudo de caso de uma indústria metal mecânica, segmento duas rodas. **Itegam Jetia**, Manaus, v.5, n. 19, p.136-144, mai./jun. 2019.

FILHO, E.D.S.;BLANCO,E. **Gestão da Qualidade**: métodos de controle de qualidade na indústria com foco na satisfação do consumidor. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2022.

GALLEGOS, R. A. P. (2023). Ferramentas de Gestão voltadas para melhoria da qualidade nas empresas. 1. ed. Rio de Janeiro: Freitas Barros.

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/209591/epub/0?code=36W24DoGA6zrLlqhaELVYmetAFkWuSQLiKrtmWYO8R2JbAg4HHeDDndyta4mvOMbU2ghO+yUK7UhEHT3ntYVfg==> Acesso em: 21 mar.2024

GARCIA, M. T.; CAMPOS, E.; RIBOSA, I.; LATORRE, A.; SANCHEZ-LEAL, J. Anaerobic digestion of lineal alkybenzenesulphonates : Biodegradation kinetics and metabolite analysis. **Chemosphere**, v. 60, n.11, sep, p. 1636-1643, 2005.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just in time. Caxias do Sul: Editora da UCS, 1996.

GONÇALVES, L. R.; GASPAROTTO, A. M. S. **Um estudo sobre a gestão da qualidade total na indústria de máquinas e equipamentos**. Interface Tecnologia, v. 16, n. 2, 2019

Hékis, H. R., Silva, Á. d., Oliveira, I. M., & Araujo, J. P. Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos do Rio Grande do Norte. Rev. Technol. Fortaleza, v. 34, 20-32. 2013.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9000:2015**: Quality management systems – Fundamentals and vocabulary. Genebra: ISO, 2015.

IVESON, S.M.; LITSTER, J. D.; HAPGOOD, K.; ENNIS, B. J. Nucleation, growth and breakage phenomena in agitated wet granulation processes: a review. **Powder Technology**, v.117, p.3-39, 2001.

JEISON. Diagrama de Ishikawa: O Que É e Como Usar?**Blog da Qualidade**, 2018.Disponível em:<<https://blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-ishikawa-2/>> Acesso em:12 jun.2024

Johnny. **49,9% dos brasileiros usam detergente líquido e em pó para roupas**. Household Innovation, 2023. Disponível em: <https://householdinnovation.com.br/499->

[dos-brasileiros-usam-detergente-liquido-e-em-po-para-roupas/](#) . Acesso em: 22 ago.

2024

KARSA, D. R.; PORTER, M. R. Biodegradability of surfactants. **Blackie Academic and Professional**. 257p.1995.

LACERDA, Tiago; FORTES, Roberto M.B.. Análises das 7 Perdas do Sistema Toyota de Produção Identificadas em uma Distribuidora de Aço. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**. Ed. 21. 10 p. 2019.

LEITE, Gabriel. Gurus da Qualidade: Joseph Moses Juran. **Blog da Qualidade**, 2019. Disponível em: <<https://blogdaqualidade.com.br/gurus-da-qualidade-joseph-moses-juran/>> Acesso em: 12 jun. 2024

LÉLIS, E. C. (2018). *Gestão da qualidade*. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/184057/pdf/0?code=fOsMKBjw5/9744IE1J+PiVcV2fJ1n8mVmjZiIL591f2r0/XEFy+eDlxVODtBGqdnM+FBMzsvbTQByrY7JbrjRQ==>. Acesso em: 20 mar. 2024

LIKER, J. K; MEIER, D. **O modelo Toyota**: manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4 Ps da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007.

Liu, H., et al., Using the Box-Behnken experimental design to optimise operating parameters in pulsed spray fluidised bed granulation. **International Journal of Pharmaceutics**. p. 329-38. 2013.

Lipsanen, T., Process Analytical Technology Approach on Fluid Bed Granulation and Drying. Identifying Critical Relationships and Constructing the Design Space in Division of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmacy. University of Helsinki, Finland: Helsinki. p. 59. 2008.

LOBO, Renato N. **Gestão da Qualidade**, 2º edição. São Paulo. Erica, 2020.

LOBO, R. N., LIMEIRA, E. T., & MARQUES, R. d. Controle da Qualidade Princípios, Inspeção e Ferramentas de Apoio na Produção de Vestuário. São Paulo: Érica, 2015.

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

MAICZUK, Jonas. AGUIAR JÚNIOR, P. P. Aplicações de Ferramentas de Melhoria de Qualidade e Produtividade nos Processos Produtivos: Um estudo de caso.

Qualitas Revista Eletrônica, Paraíba, v.14, n.1, jan. 2013.

MARSHALL JUNIOR, Isnard. **Gestão da qualidade e processos**. Editora Fgv, 2012.

MARTINELLI, F. B. Gestão da Qualidade Total. [s.l.] lesde, 2021.

MENDONÇA, R. R. S. de. **Processos Administrativos**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2010.

METER, G. Administradores.com. Como elaborar um plano de ação utilizando o 5W1H. Disponível em: www.administradores.com.br/artigos/como-elaborar-um-plano-de-acaoutilizando-o-5w1h. Acesso em: 22 mai 2024

MEZZANOTE, V.; CASTIGLIONI, F.; TODESCHINI, R.; PAVAN, M. **Study on anaerobic and aerobic degradation of different non-ionic surfactants**.

Bioresorce Technology, v. 87, p. 87-91. 2003.

Moratelli V. **A maior mania de limpeza dos brasileiros, segundo pesquisa**. Veja, 2023 Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/veja-gente/a-maior-mania-de-limpeza-dos-brasileiros-segundo-pesquisa>. Acesso em: 22 ago. 2024

MÖRL, L; HEINRICH, S; PEGLOW, M. **Handbook of Powder Technology**, , 21-188,11. 2007.

MUJUMDAR, A. S. **Handbook of Industrial Drying**. 4rd ed. Boca Raton: CRC Press. 2015.

NONATO L. **Melhoria Contínua**: o que é, qual o objetivo e os 3 pilares. Aevo,2023. Disponível em: <https://blog.aevo.com.br/melhoria-continua/>. Acesso em: 24 abr 2024

OHNO, T.; **O Sistema Toyota de Produção. Além da Produção em Larga Escala**. 1º Edição. Porto Alegre. Editora Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Otávio J. **Curso básico de gestão de qualidade**. São Paulo.Cengage Learning,2020.

ORIBE, C. **Análise de Causa Raiz**. Qualypro. 2020. Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo. SEGS: Sistema de Excelência em Gestão Sindical.

Parikh, D.M. and D.M. Jones, Batch Fluid Bed Granulation, *in: Handbook of pharmaceutical granulation technology*, D.M. Parikh, Editor. 2010, Informa Healthcare USA: New York. p. xvi, 659 p.

PEREIRA, F.. **Processos Químicos Industriais**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2010.

PINTO, Y. Agrego. Plano de Ação 5W1H: O que é, exemplos e como aplicar em seu negócio. 2018 .Disponível em: <http://www.agrego.net/5w1h/#>. Acesso em: 10 mai.2024

RAMOS, Davidson. Gurus da Qualidade: Kaoru Ishikawa. **Blog da Qualidade**, 2017. Disponível em: <<https://blogdaqualidade.com.br/gurus-da-qualidade-kaoru-ishikawa/>> Acesso em:12 jun.2024

SANCHEZ, Lidia; BLANCO, Beatriz. Three decades of continuous improvement. Total Quality Management & Business Excellence, [S.L.], v. 25, n. 9-10, p. 986-1001, 8 jan.66 2014. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2013.856547>. Acesso em: 10 mai.2024

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Vanajah; GREMYR, Ida; BERGQUIST, Bjarne; GARVARE, Rickard; ZOBEL, Thomas; ISAKSSON, Raine. The support of Quality Management to sustainable development: a literature review. Journal Of Cleaner Production, [S.L.], v. 138, p. 148-157, dez. 2016. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.020>. Acesso em: 15.abr 2024

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci.7 Ferramentas da Qualidade, **Citisystems**, 2013. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/7-ferramentas-da-qualidade>>Acesso em: 20 jun.2024

SLACK, Niguell; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine, HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Operations Management**. 2010

SOARES, Vitor. Diagrama de Pareto: o que é, como usar e modelo para baixar gratuitamente. **NA PRÁTICA.ORG**, 2022. Disponível

em: <<https://www.napratica.org.br/diagrama-de-pareto/>> Acesso em: 20jun.2024

SOUZA, R. L. et al. Optimization of fluidized bed systems in detergent manufacturing. *Chemical Process Engineering*, 2019.

SOUZA, R. Sistema da Qualidade. **Betim: Instituto federal de Minas Gerais**. 2012

SOTILLE, Mauro Afonso et al. Gerenciamento do escopo em projetos. 3 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014

SUMMERS, M.; AULTON, M. E. (Ed.). **Delineamento de formas farmacêuticas**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

TARDOS, G.I.; KHAN, M. I.; MORT, P. R. Critical parameters and limiting conditions in binder granulation of fine powders. **Powder Technology**, v.94, p.245-258, 1997.

VIEIRA FILHO, Geraldo. **GQT – Gestão da qualidade total: uma abordagem prática**. Campinas: Alínea, 2003.

WAITE, T. D. **Principles of Water Quality**, Academic Press, Inc.; Orlando FL. 1984. *Water Resources and Water Quality Management: An International Series of Books*. 1984. 289 p.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WERKEMA, M.C. C. (2012). **Criando uma cultura magra seis sigmas**. Rio de Janeiro: Elsevier.

APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO ELABORADO PARA AS CAUSAS ASSOCIADAS À PERDA DO INSUMO A.

Quadro 4 - Plano de ação para causas relacionadas à perda do insumo A

O quê? (What?)	Por quê? (Why)	Onde? (Where?)	Quando? (When?)	Quem? (Who?)	Como? (How?)
Checar vazamento no sistema de bombeamento da linha de abastecimento.	As características químicas do insumo podem causar furos na linha de abastecimento.	Tanques de abastecimento do insumo A.	06/04/2024	Técnico mecânico	Inspeção visual: busca por sinais visíveis de vazamento como manchas, corrosão, umidade incomum. Verificação de drenagem ou acúmulo de líquidos ao redor da linha de abastecimento
Avaliar integridade da célula de carga da dosadora de pré mistura.	A célula de carga é responsável por medir com precisão a vazão mássica dos insumos e qualquer desvio pode levar a proporções incorretas.	Célula de carga	06/04/2024	Técnico mecânico	Inspeção visual: colocar pesos padrão na célula de carga e verificar se o peso indicado no visor corresponde ao valor esperado de cada peso.
Checar se a balança de entrada de insumos está descalibrada.	A descalibração pode resultar em medições incorretas dos insumos recebido e possíveis perdas associadas ao descarregamento incompleto da matéria prima.	Balança de entrada da fábrica	07/04/2024	Técnico mecânico	Verificação de calibração: Colocando pesos padrão na balança e verificando se o peso indicado no visor corresponde ao valor esperado para cada peso. Verificação o visual: Inspeção visual na balança para verificar a possibilidade de danos físicos

Continuação do Quadro 4 - Plano de ação para causas relacionadas à perda do Insumo A

O quê? (What?)	Por quê? (Why)	Onde? (Where?)	Quando? (When?)	Quem? (Who?)	Como? (How?)
<p>Checar se a balança do Insumo A da preparação da pré-mistura no reator está descalibrada.</p>	<p>A descalibração pode resultar em medições incorretas dos insumos que entram no reator.</p>	<p>Balança do Insumo A no reator.</p>	<p>07/04/2024</p>	<p>Técnico mecânico</p>	<p>Teste de verificação: colocar pesos padrão na balança e verificar se o peso indicado no visor corresponde ao valor esperado para cada peso. Verificação visual: Inspeção visual na balança para verificar a possibilidade de danos físicos e pontos de agarramento.</p>
<p>Verificar a integridade física da válvula on/off, além de fazer o teste de verificação de seu funcionamento.</p>	<p>Problema na válvula on/off pode causar subdosagem de Insumo D fazendo com que o percentual do Insumo A seja maior que o valor contido na receita, causando e superdosagem dele.</p>	<p>No processo produtivo</p>	<p>07/04/2024</p>	<p>Instrumentista</p>	<p>Ir no processo produtivo e fazer as verificações necessárias.</p>

Fonte: A autora (2024).