



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIAS E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

JÚLIA SILVESTRE DE SENA

**APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO DA PERDA
DE CARBONATO DE SÓDIO EM UMA FÁBRICA DE DETERGENTE EM PÓ.**

Recife

2023

JÚLIA SILVESTRE DE SENA

**APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO DA PERDA
DE CARBONATO DE SÓDIO EM UMA FÁBRICA DE DETERGENTE EM PÓ.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Graduação em Química Industrial da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial à obtenção do título
Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Glória Maria Vinhas

Recife
2023

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

de Sena, Júlia Silvestre.

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO
DA PERDA DE CARBONATO DE SÓDIO EM UMA FÁBRICA DE
DETERGENTE EM PÓ / Júlia Silvestre de Sena. - Recife, 2023.

59 : il., tab.

Orientador(a): Glória Maria Vinhas

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Química Industrial -
Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Detergente em Pó. 2. Ferramentas da Qualidade. 3. Perdas no Processo. 4.
Ciclo PDCA. I. Vinhas, Glória Maria. (Orientação). II. Título.

540 CDD (22.ed.)

Dedico esse trabalho aos meus pais, Altahides Nunes e Maria Suzana
Silvestre, por todo o incentivo, amor, paciência.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Altahides Sena e Maria Suzana Silvestre, pelo incentivo aos estudos e por todo o apoio prestado durante minha formação profissional, sempre incentivando meu crescimento profissional e me mostrando que sou capaz de ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso. Ao meu irmão, João Pedro Sena, pela companhia e ajuda.

À Universidade Federal de Pernambuco que me proporcionou a capacitação necessária para entrar no mercado de trabalho. A todos os professores do curso de Química Industrial pela elevada qualidade de ensino oferecido, pelas correções e ensinamentos que me permitiram crescer profissionalmente e pessoalmente.

À minha orientadora Glória Maria pelas correções e ensinamentos que enriqueceram o meu trabalho.

A todos os colegas de curso que me apoiaram durante a minha trajetória e pela cooperação mútua durante esses anos. Em especial a meus amigos Danilo Gonzaga, Maria Eduarda Oliveira, Maria Júlia Costa, Sérgio Roberto Junior, Paulo Roberto, Aldo Henrique e Gabriel Reis pelo companheirismo durante a graduação e troca de experiências que me permitiram crescer como pessoa e como profissional.

Agradeço também a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação profissional.

RESUMO

Perdas no processo produtivo é tudo que não agrega valor ao produto final, sendo esse problema inevitável em indústrias. No entanto é fundamental em um mercado competitivo a redução de perdas. Ferramentas da qualidade, como diagrama de causa e efeito e matriz de priorização e a metodologia do ciclo PDCA são muito utilizadas em indústrias para entendimento maior sobre problemas e resolução de problemas, podendo ser utilizadas para diminuição de perdas no processo. Carbonato de sódio é uma importante matéria-prima para fabricação de detergente em pó, em vista que esses insumos atuam na remoção de sujeiras gordurosas e oleosas, importante característica para limpeza de tecidos. Por isso, o presente trabalho tem como fundamento a utilização de ferramentas e ciclo PDCA para identificar a perda de carbonato de sódio em uma fábrica de detergente em pó. Durante a análise de causas para a perda de carbonato de sódio foi identificado que as principais causas para a perda dessa matéria-prima foram os vazamentos, erro de dosagem e imprecisão de dosagem de carbonato de sódio. Com isso, foram definidas as causas raízes para cada ponto de causa e realizado um plano de ação para diminuição da perda, evidenciando que houve diminuição da perda em mais de 40 toneladas e 120 mil reais por mês, o que equivale a uma redução de 43% da perda financeira de carbonato de sódio na fábrica.

Palavras-chave: Detergente em Pó; Ferramentas da Qualidade; Perdas no Processo de Produção; Ciclo PDCA.

ABSTRACT

Losses in the production process is everything that does not add value to the final product, and this problem is inevitable in industries. However, it is essential in a competitive market to reduce losses. Quality tools, such as cause and effect diagram and prioritization matrix and the PDCA cycle method are widely used in industries for greater understanding of problems and problem solving, and can be used to reduce losses in the process. Sodium carbonate is an important raw material for the manufacture of powder laundry detergent, since this raw material acts in the removal of greasy and oily dirt, this is an important characteristic for cleaning fabrics. Therefore, the aim of the present work is to use quality tools and the PDCA cycle to reduce the loss of sodium carbonate in a powder laundry detergent factory. During the analysis of causes for the loss of sodium carbonate it was identified that the main causes for the loss of this raw material were leaks, dosing error and inaccuracy of dosage of sodium carbonate. With this, the root causes for each point of cause were defined and an action plan was carried out to reduce the loss, evidencing that there was a decrease in the loss by more than 40 tons and 120 thousand reais per month, which is equivalent to a reduction of 43% of the financial loss of sodium carbonate in the factory.

Keywords: Powder Laundry Detergent; Quality tools; Losses in the Production Process; PDCA Cycle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação dos tipos de tensoativos.....	14
Figura 2 - Estrutura molecular do Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio.	15
Figura 3 - Estrutura do poliacrilado de sódio.	17
Figura 4 - Processo de funcionamento do ciclone.....	23
Figura 5 - Processo de secagem da pasta.	24
Figura 6 - Filtro de mangas.....	25
Figura 7 - Componentes básicos de uma balança dinâmica para correias transportadoras.	26
Figura 8 - Fluxograma da produção do detergente em pó.	
Figura 9 - Diagrama de Causa e Efeito.	28
Figura 10 - Ciclo PDCA.	33
Figura 11 - Perda Percentual de Carbonato de Sódio.....	34
Figura 12 - Fluxograma para resolução do problema.....	37
Figura 13 - Diagrama de Causa e Efeito para perda de carbonato de sódio.....	43
Figura 14 - Diagrama de Causa e Efeito para perda de carbonato de sódio após seleção.....	45
Figura 15 - Perda média mensal de carbonato de sódio, em toneladas.....	50
Figura 16 - Perda média mensal de carbonato de sódio, em reais.	50
Figura 17 - Perda média mensal de carbonato de sódio (%).....	51

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** - Modelo da matriz de Priorização GUT.....33
- Quadro 2** – Possíveis causas para perda de carbonato de sódio.**Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 3** - Matriz de priorização GUT para os pontos de causa.**Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 4** – 5 porquês para os pontos de causa.....**Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 5** - Plano de ação.....**Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Detergentes.....	13
2.1.1 Tensoativos	14
2.1.2 Sequestrantes	16
2.1.3 Alcalinizantes	17
2.1.4 Estruturantes	18
2.1.5 Antiredepositantes de Sujeira.....	18
2.1.6 Branqueadores Ópticos.....	19
2.1.7 Agentes removedores de manchas.....	19
2.1.8 Agentes Inibidores de Corrosão	20
2.2 Processo Produtivo do Detergente em Pó	20
2.2.1 Produção da Pasta Industrial	20
2.2.2 Secagem	22
2.2.3 Filtro de Mangas.....	24
2.2.4 Balanças Dinâmicas para Correias Transportadoras	26
2.2.5 Fluxograma do carbonato de sódio no processo produtivo	28
2.3 Perdas no processo produtivo.....	29
2.4 Técnicas e Ferramentas da Qualidade para Resolução de Problemas	31
2.4.1 Chuva de Ideias (<i>Brainstorming</i>)	31
2.4.2 Matriz de Priorização.....	32
2.4.3 Diagrama de Causa e Efeito	33
2.4.4 Os 5 Porquês	34
2.4.5 Ciclo PDCA	35
2.4.6 5W2H	36
3 METODOLOGIA.....	37
3.1 Formas de Avaliar Perdas e Ganhos de Matéria-prima	37
3.2 Metodologias para Resolução de Problemas	37
3.2.1 Definição do Problema	38
3.2.2 Chuva de Ideais (<i>Brainstorming</i>)	40
3.2.3 Diagrama de Causa e Efeito	44
3.2.4 Matriz de Priorização.....	45

3.2.5 5 Porquês	46
3.2.6 Plano de Ação	48
4 RESULTADOS E DISCURSÃO	51
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A produção de saneantes é muito antiga denotando de 1000 a.c. em Roma, onde se misturava cinza vegetal, rica em carbonato de potássio, com gordura vegetal, o que veio a ser conhecido como reação de saponificação, reação que ocorre entre triglicerídeos e base forte resultando em glicerol e sais de ácidos graxos (NÓBREGA, 2018).

Detergente é um tipo de produto saneante utilizado em uso doméstico com o objetivo de promover ou auxiliar o processo de remoção de sujeiras, especialmente causadas por gorduras. Eles diferem dos sabões em relação à sua composição, visto que sabões são compostos por ácidos graxos com sódio ou potássio em sua estrutura, enquanto detergentes são compostos por várias substâncias ou aditivos de acordo com a ação de limpeza desejada. A composição diferente do detergente, quando comparado com sabões, apresenta uma importante vantagem para esse domissanitário, pois o detergente não reage com ácidos e minerais presentes na água, como cálcio e magnésio, o que promove maior eficiência no processo de limpeza (NÓBREGA, 2018; LOPES, 2017).

O processo para produção de saneantes domésticos é um ramo da indústria química que está em constante expansão e desenvolvimento, sendo essencial para saúde e bem-estar da população. Essa atividade tornou-se mais complexa e moderna com o incremento matérias-primas para melhoria de qualidade dos produtos, como a adição de removedores de manchas, modificadores de pó e alcalinizantes (LOPES, 2017).

Com o desenvolvimento de novas operações unitárias, a produção do detergente foi aprimorada, atualmente estão presentes nas atividades industriais desse segmento a filtração, processos de atomização e secagem (NÓBREGA, 2018).

Com uma maior complexidade do processo e maior diversidade de produtos, a possibilidade de perda de matéria-prima torna-se algo comum em indústrias. Devido a isto, é importante que exista um controle do processo para evitar a perda de matéria-prima, que além de gerar uma inadequação da qualidade do produto final que resulta em perdas financeiras para a indústria.

O detergente em pó consiste nos seguintes insumos: o tensoativo que é a principal matéria-prima do detergente, ele atua diminuindo a tensão superficial de forma que a sujeira é removida e é dosado na ordem de 17 a 32% da sua fórmulação (OSORIO, 2001).

Além dos tensoativos, há outros insumos dosados no detergente, como substâncias alcalinas que auxiliam na remoção de sujeiras gordurosas, oleosas e ácidas, como o carbonato de sódio e silicato de sódio (OSORIO, 2001).

Além de atuar na remoção de sujeiras gordurosas, o carbonato de sódio também atua reagindo com cátions de cálcio e magnésio. A presença desses cátions na água não é interessante, pois a parte aniônica do tensoativo reage com os cátions formando compostos insolúveis em água que se aderem ao tecido, impedindo que o tensoativo atue diretamente com a sujeira presente no tecido. Com a presença de aditivos como fosfatos, carbonatos ou silicatos, os íons do aditivo irão reagir com os cátions presentes na solução de modo que o tensoativo tem uma atuação efetiva (OSORIO, 2001).

Outras substâncias como agentes anti-redeposição, enzimas, corantes, branqueadores ópticos e perfumes também são adicionados à composição do detergente em pó, no entanto o teor de dosagem dessas matérias primas é de 1% ou menos (OSORIO, 2001).

Devido ao exposto, a dosagem incorreta do carbonato de sódio afeta a qualidade do produto final e resulta em perdas financeiras para a indústria, fazendo-se necessário seu controle. A perda desse insumo para a fábrica pode ocorrer devido há diversas situações, como a dosagem incorreta, através da dosagem maior de carbonato de sódio do que indicado em fórmula, sobre peso do produto final e vazamentos na fábrica, de forma que o alcalinizante não está contido no produto final.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar a perda de carbonato de sódio, uma matéria-prima alcalinizante do detergente em pó, através de técnicas e ferramentas da qualidade com o intuito de reduzir sua perda no processamento do detergente em pó.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Detergentes

Segundo a Lei nº 6.360 de 23 de setembro de 1976, saneantes domissanitários são “substâncias ou preparações destinadas à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos e/ou públicos, em lugares de uso comum e no tratamento de água” (BRASIL, 1976).

Os detergentes são definidos como saneantes que possuem a finalidade de limpeza devido a ser composto por substâncias orgânicas sintéticas que podem apresentar características aniônicas, catiônicas, anfóteros ou não iônicas quando presente em meio aquoso (ALANOCA, 2015).

Devido a essa característica, os detergentes possuem a capacidade de diminuir a tensão superficial de líquidos, favorecendo o seu espalhamento e contato mais próximo entre a água e o objeto a ser limpo (CASTRO, 2001).

Para obter o efeito da diminuição da tensão superficial é necessário acrescentar outras substâncias à água, favorecendo, assim, o espalhamento da água e umedecimento das superfícies. Desta forma, a sujeira é removida devido ao seu espalhamento e dispersão. Substâncias que promovem essa mudança na tensão superficial da água são denominadas de tensoativos (PEREIRA, 2010).

Além dos tensoativos, outras substâncias fazem parte da fórmulação de detergentes em destaque, tem-se:

- a) Coadjuvantes: Sequestrantes, alcalinizantes, estruturantes, antiredepositantes e enzimas;
- b) Branqueadores;
- c) Pigmentos;
- d) Perfumes.

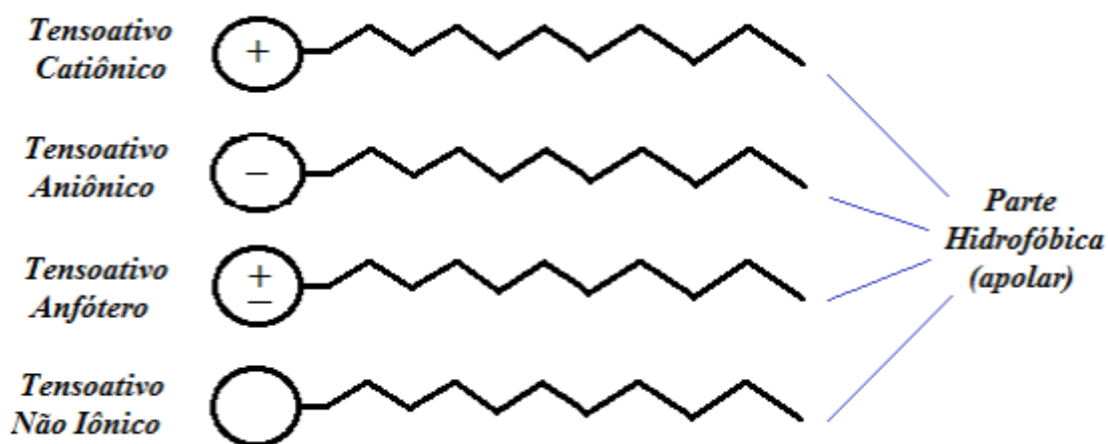
Os coadjuvantes são uma classe de matéria-prima para produtos com objetivo de limpeza que atuam melhorando a eficiência do tensoativo. Eles podem atuar de diversas formas, desde sequestrando os íons de cálcio e magnésio até atuando como dispersante de sujeira (ALANOCA, 2015).

2.1.1 Tensoativos

Os tensoativos conseguem alterar as propriedades físicas de uma superfície, reduzindo a tensão superficial. Isso ocorre devido à sua estrutura molecular, pois eles apresentam uma cabeça hidrofílica, que tem afinidade com a água, e uma cauda hidrofóbica, que tem pouca ou nenhuma afinidade com a água. A parte hidrofílica das moléculas do tensoativo aderem às moléculas de água, quebrando as suas atrações intermoleculares, reduzindo assim a tensão intramolecular, e esta parte da cadeia frequentemente é composta por átomos de halogênios. A parte apolar da molécula apresenta afinidade com solventes orgânicos e polares e corresponde à parte hidrocarbonada longa da cadeia (PEREIRA, 2010).

Os tensoativos podem ser classificados de acordo com sua estrutura molecular em aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfotéricos (PEREIRA, 2010). A Figura 1 pode-se observar a representação dos diferentes tipos de tensoativos.

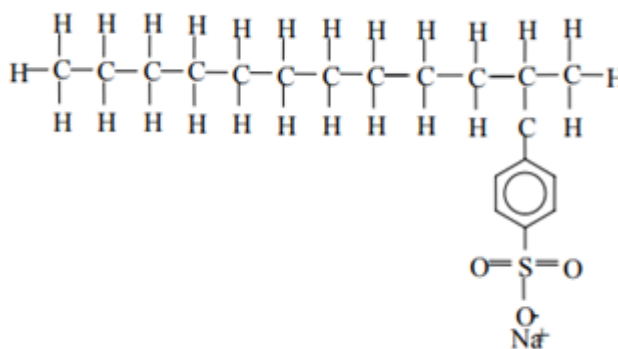
Figura 1 - Representação dos tipos de tensoativos.



Fonte: Lopes, 2017.

Os aniônicos têm a parte hidrofílica da molécula carregada negativamente, exemplos desse tipo de tensoativo é o Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio que é muito utilizado em detergentes na forma líquida, pó e em barra (PEREIRA, 2010). A estrutura molecular do Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio está apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura molecular do Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio.



Fonte: Peres, 2005.

A característica anfifílica do tensoativo provoca uma diminuição da tensão superficial da água. Isso porque a parte hidrofílica (SO_3^-) interage fortemente com as moléculas de água e a outra parte hidrofóbica (cadeia apolar de hidrocarbonetos) interage fracamente com as moléculas de água e interage fortemente com compostos apolares como óleos e gorduras. Então, essa característica do tensoativo permite que ocorra a diminuição da tensão superficial e remoção das sujidades do tecido (PERES, 2005).

Os tensoativos aniônicos são os mais utilizados em detergentes em pó e líquidos para lavagem de roupa. Seu uso comum é devido a sua excelente capacidade de limpeza em produtos de uso doméstico e em aplicações industriais, capacidade com os novos processos de fabricação, flexibilidade de formulações, baixo custo de fabricação, baixa toxicidade para o ambiente aquático e rápida biodegradabilidade (ALANOCA, 2015).

Além dessas características, os tensoativos aniônicos apresentam alta umectância e alto poder espumante. Alquil Sulfonados, Alquil Éter Sulfonados e Alquil Sulfossuccinonados são os tensoativos aniônicos mais utilizados para fabricação de detergentes (SILVA et al, 2011).

Os tensoativos catiônicos tem a parte hidrofílica da molécula carregada positivamente, por isso eles apresentam pouca utilidade para limpeza, visto que a maioria das superfícies tem carga negativa, e os cátions que tem carga positiva não diminuem a tensão superficial. Por isso, os tensoativos catiônicos são normalmente utilizados em amaciantes, germicidas e emulsificantes (PEREIRA, 2010; ALANOCA, 2015).

Tensoativos não iônicos não apresentam parte iônica na molécula, mas uma parte mais polar que a outra, o que proporciona afinidade com a água. Esses tensoativos não se ionizam em solução aquosa, pois a parte hidrofílica não tem a capacidade de dissociação (ALANOCA, 2015).

Comercialmente, os mais utilizados são os alquil etoxilados e os alquil fenólicos e álcool graxos. Esse tipo de tensoativo é muito utilizado nas formulações de detergentes líquidos ou em indústria cosmética como emulsificantes (PEREIRA, 2010).

Tensoativos anfóteros ou anfotéricos tem em sua estrutura molecular grupamentos ácido e básico, apresentando uma carga positiva e negativa em uma mesma molécula, podendo ter comportamento aniônico ou catiônico, dependendo do pH da solução em que se encontram (PEREIRA, 2010).

2.1.2 Sequestrantes

Alguns sais provocam a dureza da água (como sais de cálcio e magnésio), fazendo com que os tensoativos percam sua eficiência, é necessário incluir na fórmulação coadjuvantes sequestrantes como tripolifosfato de sódio (STPP) que neutraliza a ação desses íons (ALANOCA, 2015).

Os sequestrantes atuam de tal forma que reagem com os íons de cálcio e magnésio presentes na solução, formando, assim, produtos solúveis na água, dessa forma os íons metálicos não interferem na ação do tensoativo (ALANOCA, 2015).

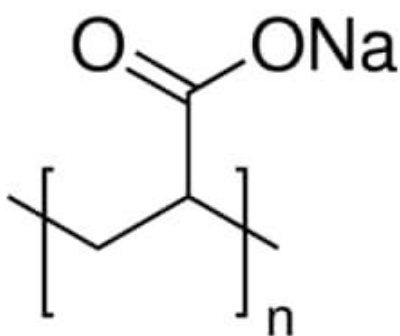
No entanto, essa não é a única função dos sequestrantes, eles ainda possuem a característica de manter em suspensão, materiais insolúveis que podem estar presentes no tecido, como sujeiras. E ainda tem a propriedade de emulsificar materiais graxos e oleosos. Além disso, tais substâncias atuam prevenindo a coagulação e mantendo partículas sólidas finamente divididas (PEREIRA, 2010).

Sequestrantes também promovem uma alcalinidade adicional para o detergente, ajudando a limpeza de alguns tipos de sujeira. No entanto, a aplicação do sequestrante tripolifosfato de sódio é otimizado à pH entre a faixa de 9 a 10, devido a isto é preferível adicionar alcalinizantes (ALANOCA, 2015).

O uso de polímeros na fórmulação do detergente é muito benéfico, visto que podem ajudar na dispersão ou extração de impurezas sólidas, como sequestrante de cátions de cálcio e magnésio, inibindo o crescimento dos cristais de carbonato de sódio, prevenção da redeposição de sujeiras e anti-incrustação de sais no tecido (CARRIÓN, 1998).

Um exemplo de polímero utilizado para prevenção da precipitação de sais inorgânicos é o poliacrilato de sódio, que tem comprovada utilização para diminuir a incrustação de tecidos de algodão em detergentes comerciais com carbonato de sódio. Outra propriedade desse polímero é a melhora na ação de detergência, onde observa-se que o uso do poliacrilato de sódio aumenta a ação de detergência quando utilizado em uma fórmulação com tensoativo aniônico (CARRIÓN, 1998). A estrutura molecular do poliacrilato de sódio está representa na Figura 3.

Figura 2 - Estrutura do poliacrilato de sódio.



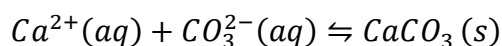
2.1.3 Alcalinizantes

Os alcalinizantes neutralizam a acidez da sujeira e permitem que o pH não se eleve em demasia. Esse fato, facilita a remoção de sujeiras oleosas, os alcalinizantes mais comuns em detergentes são o carbonato de sódio e silicato de sódio (AMARAL, 2007).

O fenômeno conhecido como dureza da água ocorre devido a presença de íons de cálcio e magnésio na água, isso é um problema para diversos processos como lavagem de tecidos. Na lavagem de tecidos isso é um problema, pois tensoativo aniônico, que é o tipo de tensoativo mais utilizado para atuar na remoção de sujidades, reage com os cátions presentes na água, resultando em um composto insolúvel em água que se adere à superfície dos tecidos (OSORIO, 2001).

Por isso, é adicionado uma substância para reagir com esses cátions, aumentando a eficiência do tensoativo. No detergente, é comum substâncias terem mais de uma funcionalidade, como é o caso do carbonato de sódio que além de atuar como alcalinizante, atua reduzindo a dureza da água, pois retira da solução de lavagem, através da precipitação, os íons de cálcio e de magnésio presentes no carbonato de cálcio e magnésio. Outro alcalinizante comum na indústria é o silicato de sódio que auxilia na remoção de sujidades oleosas e ácidas (AMARAL, 2007). A reação do íon carbonato com íon de cálcio está representada na Reação 1 (OSORIO, 2001).

Reação 1 - Reação entre íon carbonato e íon de cálcio.



2.1.4 Estruturantes

Estruturantes são substâncias que auxiliam na formação e manutenção dos grânulos do detergente em pó. Além dessa propriedade, substâncias estruturantes são utilizadas com o intuito de baratear os produtos, visto que são matérias primas menos custosas e não contribuem para o processo de limpeza, diminuindo assim a quantidade de matéria-prima mais custosa, como os tensoativos (ALANOCA, 2015).

Exemplos de matéria-prima estruturante é o cloreto de sódio, sulfato de sódio e silicato de sódio, tendo esse último três funções: estruturante, alcalinizante e inibidor de corrosão (ALANOCA, 2015).

2.1.5 Antiredepositantes de Sujeira

A redeposição ocorre porque as sujeiras tem grande afinidade pelas fibras das roupas, assim, a tendência é que tornem a se aderir. Então agentes antidepositantes de sujeira atuam aumentando a carga negativa sobre a superfície, repelindo assim as partículas de sujeira, que possuem carga negativa. Uma substância que atua impedindo a redeposição na sujeira na roupa é a carboximetilcelulose de sódio (SCMC) (ALANOCA, 2015).

2.1.6 Branqueadores Ópticos

O amarelamento das roupas ocorre por acúmulo de quantidade residual de sujeira permanecer no tecido após a lavagem, mesmo com o uso de detergentes muito eficientes (AMARAL, 2007).

Sendo assim, branqueadores ópticos tem como função branquear e eliminar o amarelamento nos tecidos, que ocorre em tecidos brancos após repetidas usos e lavagens. Adição de branqueadores ópticos dá a impressão que a performance do detergente é consideravelmente aumentada (AMARAL, 2007).

Essas substâncias atuam através da absorção de raios ultravioletas e refletindo os raios violeta (ou azulados), fenômeno esse conhecido como fluorescência, parecendo visualmente menos amarelos, mais brilhantes e mais brancos aos olhos humanos. Para uma boa aplicação dos branqueadores ópticos é necessário que eles sejam resistentes à luz solar e elevada estabilidade, mesmo em sistemas clorados (AMARAL, 2007).

2.1.7 Agentes removedores de manchas

Enzimas são substâncias proteicas, e atuam catalisando reações químicas das células, ou seja, aceleram a velocidade da reação, sem alterar o equilíbrio da reação (NELSON, 2014).

Em detergentes atuam eliminando as manchas dos tecidos, visto que manchas produzidas por proteínas são difíceis de serem eliminadas pela ação do detergente, pois algumas proteínas são insolúveis em água, como colágeno presente em alimentos como gelatina e carne, e se aderem as fibras do tecido impedindo assim a ação do detergente (ALANOCA, 2015).

Então, utiliza-se enzimas na fórmulação do detergente com o intuito delas catalisarem a proteólise das proteínas, formando peptídeos solúveis em água e aminoácidos. Moléculas que se aderem menos firmemente ao tecido e podem ser removidas pelos outros componentes do detergente (ALANOCA, 2015).

2.1.8 Agentes Inibidores de Corrosão

Os tensoativos sulfatados tem ação corrosiva na estrutura metálica da máquina de lavar, por isso é comum utilizar agentes inibidores de corrosão na fórmulação de detergentes em pó (ALANOCA, 2015).

Um exemplo desse tipo de coadjuvante são os silicatos de sódio que são substâncias que em baixas concentrações possuem a capacidade de formar uma película sobre as superfícies metálicas, protegendo contra a corrosão. Além disso, tais silicatos tem a capacidade de reduzir o efeito de separação em camadas do detergente, estabilizando a mistura e melhorando a solubilização do detergente (ALANOCA, 2015).

2.2 Processo Produtivo do Detergente em Pó

O processo produtivo do detergente em pó é formado pelas etapas de produção da pasta industrial (manufatura do tensoativo) e secagem da pasta, gerando o detergente em pó (CASTRO, 2001).

2.2.1 Produção da Pasta Industrial

Na etapa de manufatura do tensoativo ocorrem duas importantes reações: a sulfatação e neutralização. Na sulfatação ocorre a obtenção do ácido sulfônico através de uma reação de alcano e ácido. Tal reação está representada na Reação 2 (NOBREGA, 2018).

Reação 2 - Reação para formação do ácido sulfônico.



Fonte: Nobrega, 2018.

Na etapa de produção da pasta industrial ocorre uma reação de neutralização que produz o tensoativo do detergente. Tal reação está representada na Reação 3 (NOBREGA, 2018).

Reação 3 - Reação para formação do tensoativo.



Fonte: Nobrega, 2018.

Para a etapa de neutralização também são comumente utilizados outros alcalinizantes como a trietanolamina, carbonato de sódio e silicatos alcalinos, a reação ocorre em reatores em batelada sob homogeneização na presença de água até a solução atingir o pH neutro (PEREIRA, 2010).

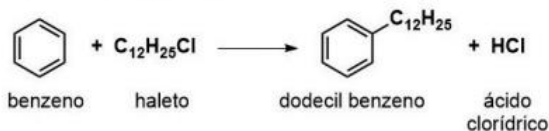
Além disso, outras reações também podem ocorrer antes da reação de sulfonação para obtenção de detergentes, como a rota da Reação 4, que utiliza a reação de alquilação de Fridel-Crafts (NOBREGA, 2018).

Reação 4 – Reações para produção do tensoativo do detergente.

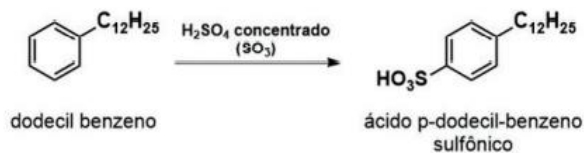
Etapa 1: produção do haleto de alquila



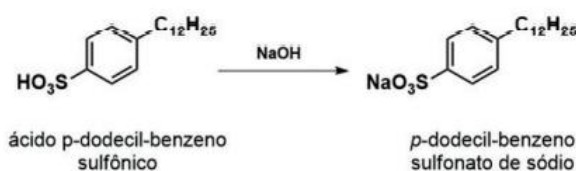
Etapa 2: alquilação do anel benzênico



Etapa 3: sulfonação



Etapa 4: neutralização



Fonte: Nobrega, 2018.

Para a produção da pasta industrial também são acrescentados os coadjuvantes, como branqueadores ópticos, corantes e sequestrantes, de forma que

o produto gerado é um produto pastoso contendo a maior parte das matérias primas do detergente em pó (PEREIRA, 2010).

A dosagem de matéria-prima, ocorre em reatores ou esteiras dosadoras. As matérias primas dosadas em reatores são armazenadas em silos ou transportadas através de uma tubulação, sua dosagem é controlada através do sistema chamado de *Programmable Logic Controller* (CLP) – Controlador Lógico Programável, onde informa uma fórmula padrão com todas as quantidades a serem dosadas e através da medição de células de cargas presentes no reator, o sistema CLP controla as válvulas de abertura do silo e tubulações para que a dosagem das matérias-primas esteja conforme a fórmula padrão.

Já a dosagem em esteiras dosadoras ocorre apenas para matérias-primas sólidas, onde células de carga medem a massa presente em um perímetro da esteira e medem a velocidade da esteira, de modo que se pode calcular a vazão, podendo dosar outra matéria-prima em função da vazão de uma esteira (SILVA, M., 2002; THOMAZINI, 2009).

2.2.2 Secagem

Após a preparação da pasta, existe a secagem desse fluido viscoso e denso em um pó seco. Esse processo ocorre em uma torre de secagem à altas temperaturas, onde o ar atmosférico é aquecido para secagem dessa solução pastosa, gerando o pó soprado (PATEL, 2009).

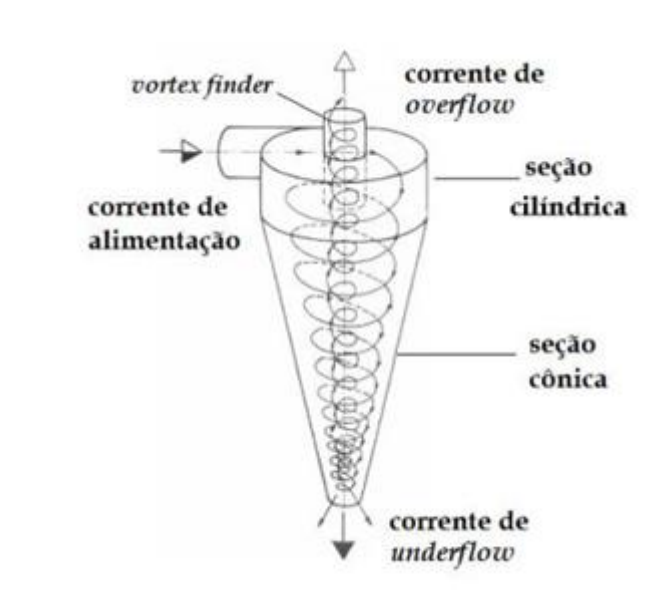
Um método usual para secagem do detergente é a secagem com spray (*spray drying*) que consiste em nas seguintes etapas (PATEL, 2009):

- a) Preparação: a pasta é preparada para atomização através de uma filtração magnética retirando todos os possíveis materiais metálicos dos reatores, tubulações e instrumentos utilizados para preparação da pasta.
- b) Atomização: a torre de secagem contém anel de jatos (bico de pulverização) que é uma tubulação presente na torre em sentido circular. Essa tubulação é responsável por atomizar a pasta e aspergir para dentro da torre de secagem, criando assim a situação ótima para evaporação secando o produto, e gerando o produto com as características ideais.

c) Secagem: nessa etapa o produto atomizado é exposto ao calor gerado pela queima de gás natural no equipamento queimador industrial. O gás está a altas temperaturas e devido a sua baixa densidade ele tende a subir na torre de secagem, e nesse processo ocorre a evaporação de parte da água contida no produto, transformando a pasta atomizada em pó seco.

d) Separação: após a secagem é necessário separar as partículas sólidas dos gases presentes na mistura. O processo de separação ocorre devido à significativa velocidade do ciclone e densidade das partículas sólidas, visto que as partículas são mais densas que os gases, elas apresentam maior tendência de permanecer em trajetória rotativa colidindo com as paredes da câmara, e com a colisão as partículas sólidas perdem velocidade caindo em direção ao fundo da câmara onde são separadas. Na Figura 4 observa-se a ilustração do processo de funcionamento do ciclone.

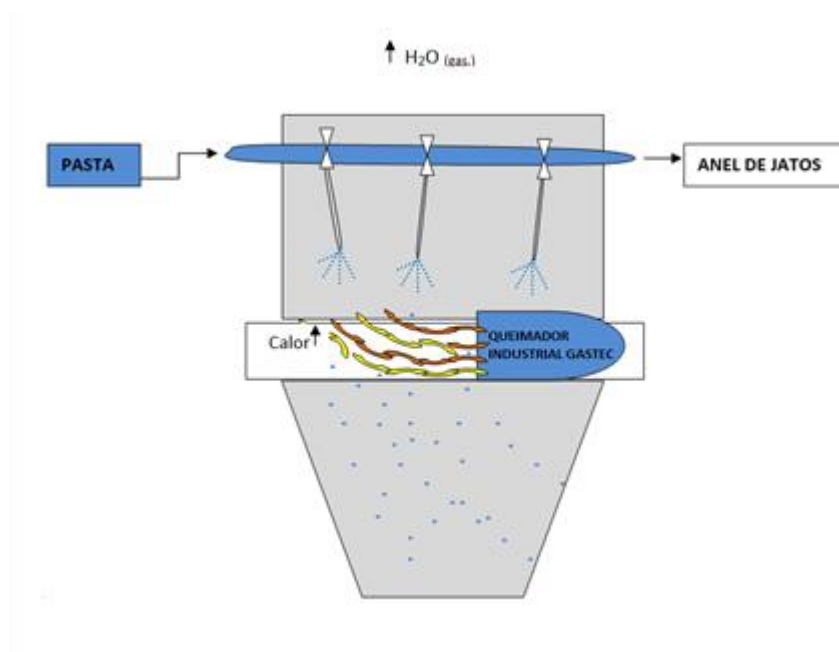
Figura 4 – Processo de funcionamento do ciclone.



Fonte: Adaptado de SVAROVSKY, L., 1984.

O processo de secagem descrito está ilustrado na Figura 5 para melhor entendimento do assunto.

Figura 5 – Processo de secagem da pasta.



O método de secagem em spray apresenta diversas vantagens como a densidade e solubilidade do produto, produção em larga escala e maior variedade de fórmulas que podem ser preparadas usando o mesmo equipamento. Uma desvantagem desse método é o custo inicial envolvido na montagem de um sistema de secagem (CHUPA, 2017).

Posterior a secagem, algumas matérias primas sensíveis à altas temperaturas como enzimas e alguns removedores de manchas podem ser acrescentados ao produto. Além disso, sais estruturantes podem ser adicionados a fórmula final promovendo uma redução de custo, formação e manutenção da estrutura dos grânulos do detergente em pó (CHUPA, 2017).

2.2.3 Filtro de Mangas

Após a separação do detergente em pó do ar comprimido, o detergente é armazenado em silos, para material a granel é comum utilizar transporte pneumático para o transporte da matéria-prima para o silo.

O ar proveniente do transporte pneumático deve ser retirado do interior do silo e retornar ao meio ambiente, para garantir que a matéria-prima não saia do silo em conjunto com o ar, utiliza-se um filtro de mangas no silo. Esse equipamento contém

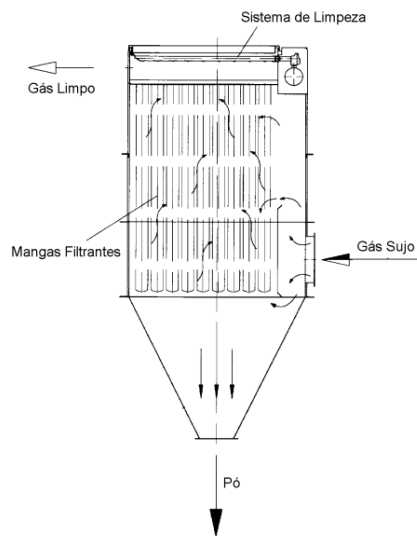
tecidos especiais que atuam como filtros mecânicos separando micro poluentes sólidos dos gases (VENTEC, 2010).

O filtro de mangas é composto por os seguintes componentes (VENTEC, 2010):

- a) Mangas filtrantes: São tecidos que possibilitam a passagem de ar, enquanto retêm partículas sólidas. Devido ao acúmulo de partículas sólidas nas mangas filtrantes, é necessário que elas sejam higienizadas, esse processo ocorre através de jatos de ar comprimido que é injetado no tecido ocorrendo o desprendimento da sujeira particulada das mangas, tais partículas permanecem no silo, enquanto o ar é levado para outro processo ou para atmosfera.
- b) Gaiolas: São armações metálicas que tem como função sustentar as mangas filtrantes.
- c) Válvula diafragma: São válvulas que controlam a passagem de ar comprimido utilizado para limpeza das mangas.

O processo de funcionamento do filtro de mangas pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Filtro de mangas.



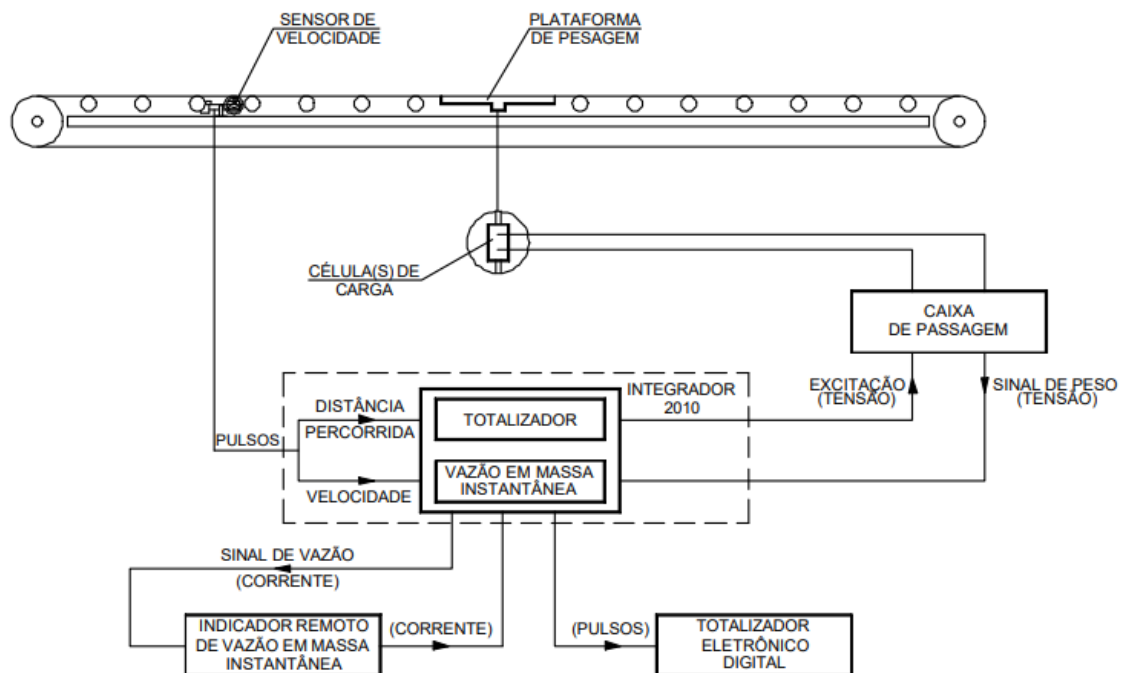
Fonte: INTENSIV-FILTER, 2002.

2.2.4 Balanças Dinâmicas para Correias Transportadoras

Balanças dinâmicas para correia transportadora atuam medindo a vazão em massa do material transportado de forma contínua, apresentando uma grande vantagem para indústrias devido à capacidade de medição em movimento, não necessitando parar o processo (SILVA, M., 2002).

Para realizar essa medição, as balanças dinâmicas para correias transportadoras necessitam de uma medição precisa da massa e da velocidade do material. A massa é medida através de um sensoriamento da força peso transmitida por um ou mais cavaletes (cavaletes de pesagem). Já a velocidade do material transportado é medida através de um sensor que mede a velocidade instantânea da correia transportadora, visto que o material está na mesma velocidade que a esteira quando não há escorregamento do material sobre a correia, é possível determinar a velocidade do material com essa medição. Dessa forma, pode-se observar os componentes de uma balança dinâmica para correias transportadoras na Figura 7 (SILVA, M., 2002).

Figura 7 – Componentes básicos de uma balança dinâmica para correias transportadoras.



Fonte: SILVA, M., 2002.

Sendo assim, a função de cada componente das balanças dinâmicas são (SILVA, M., 2002; THOMAZINI, 2009):

- A plataforma de pesagem: transmite as forças resultantes da carga da correia para a célula de carga;
- Célula de carga: realiza a transformação da força aplicada em sinal elétrico que é levado ao integrador;
- Sensor de velocidade: realiza a medição da velocidade da correia transportadora;
- Integrador: calcula a vazão com base nos dados de massa e velocidade fornecidos pelos sensores, além disso esse equipamento integra a vazão no tempo, obtendo a massa total acumulada.

2.2.5 Fluxograma do carbonato de sódio no processo produtivo

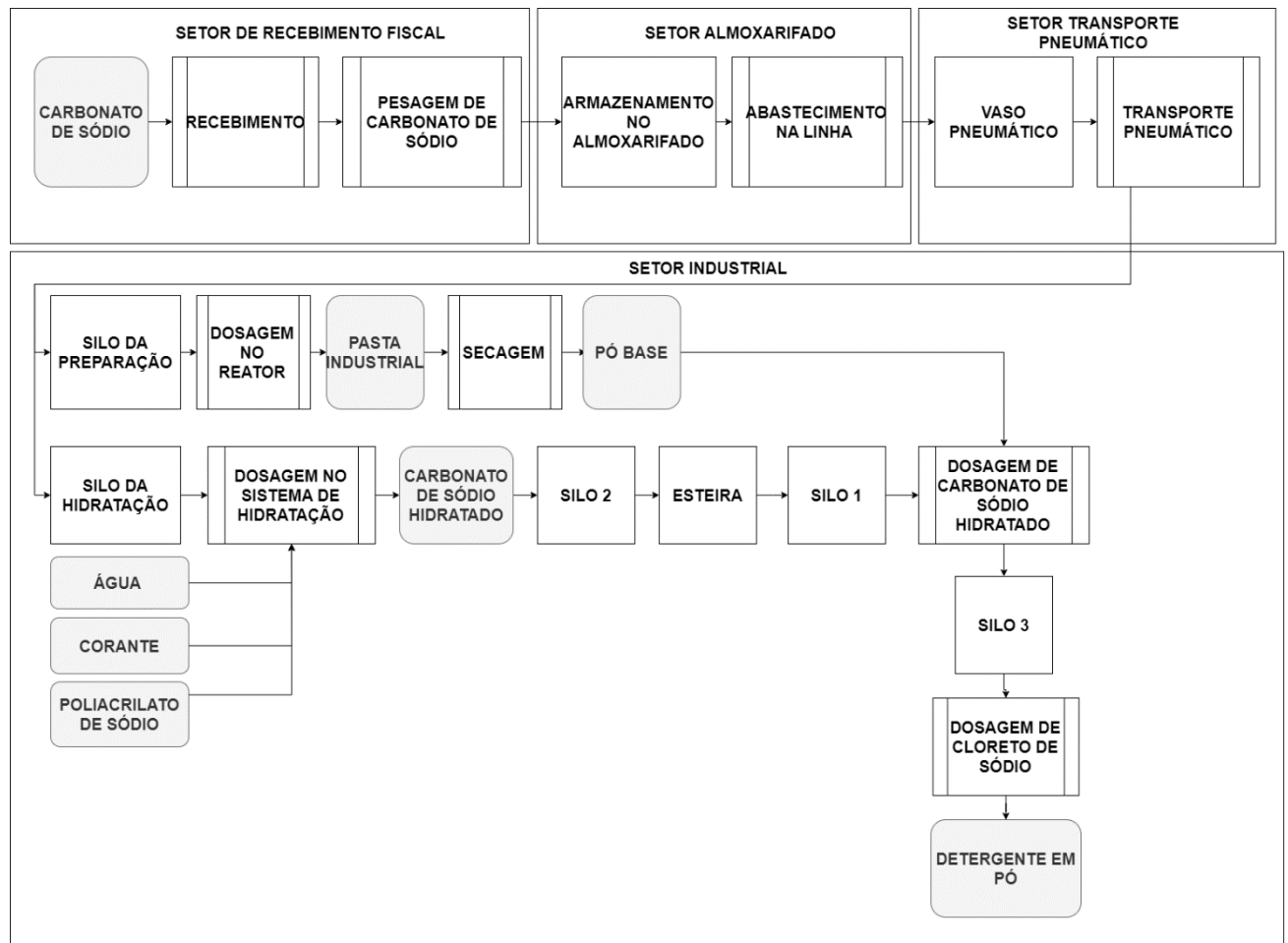
Para a produção do detergente em pó o carbonato de sódio segue um fluxograma (Figura 8) referentes aos setores: recebimento fiscal, almoxarifado, transporte pneumático e setor industrial. No recebimento fiscal, o carbonato de sódio é pesado em uma balança de modo a garantir que a quantidade comprada e determinado em uma nota fiscal condiz com a quantidade recebida.

No setor de almoxarifado, a fábrica requisita a quantidade necessária para produção e o carbonato de sódio é transportado para o estoque da linha de produção. No setor de transporte pneumático, o carbonato de sódio é transportado através de talhas para o vaso pneumático, então abre-se a válvula mariposa para que o produto seja transportado por tubulações através do ar comprimido.

No setor industrial, existem dois processos: preparação e hidratação. Na preparação, o carbonato de sódio é dosado em um reator e misturado à outras matérias primas para que seja produzida uma pasta industrial, essa pasta industrial é transportada por tubulações até a torre de secagem, produzindo assim o pó base. Já na hidratação, o carbonato de sódio é dosado no sistema de hidratação com água, corante e poliacrilato de sódio, a água atua como meio de reação, o corante altera a coloração do carbonato de sódio de branco para azul, o poliacrilato de sódio atua para impedir as incrustações de carbonato de sódio, gerando um produto de coloração uniforme e sem grúmulos, que é então transportado para um silo, onde é então dosado no pó base em um sistema de balança dinâmica em uma esteira (sistema pós dosado).

O carbonato de sódio com pó base é então transportado para um silo e depois dosado com cloreto de sódio em um sistema de balança dinâmica em uma esteira (sistema pós dosado). O fluxograma da produção do detergente em pó pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma da produção do detergente em pó.



Fonte: A autora, 2023.

2.3 Perdas no processo produtivo

Configuram-se perdas no processo produtivo, tudo que não agrega valor ao produto final. Sendo assim, é muito importante identificar as perdas e ter um controle quantitativo delas para serem traçados planos de ação para diminuí-las, gerando menos perda financeira para empresa (LACERDA, 2019).

Existem diversos tipos de perdas no processo produtivo. O Sistema Toyota identificou sete tipos de perdas sendo elas: por superprodução, por espera, por

movimentação, por estoque excessivo, no transporte, no processamento e pela produção de produtos defeituosos (GHINATO, 1996).

A perda por superprodução tem a capacidade de esconder outras perdas e demanda um maior grau de complexidade para ser eliminada. Ela pode ser subdividida em perda por superprodução quantitativa e superprodução por antecipação. Superprodução por quantidade refere-se a perda por produzir além do programado ou previsto. Já produção por antecipação refere-se a um tipo de produção realizado antes do tempo programado, ou seja, quando se cria um estoque do produto para venda em outro momento (LACERDA, 2019; GHINATO, 1996).

O Sistema Toyota de Produção elimina a perda por superprodução, com a automatização do maquinário, utilizando um dispositivo que consegue interromper o processamento no momento que a quantidade desejada é atingida (LACERDA, 2019).

Perda por espera é devido à inatividade da máquina ou operador, devido à espera por matéria-prima, operação, transporte ou inspeção. Quando ocorre por inatividade da máquina é dito que houve uma perda por espera de suprimentos ou matéria-prima ou desbalanceamento do fluxo de produção (LACERDA, 2019; GHINATO, 1996).

Perda por movimentação são movimentos desnecessários do operador ou máquina que ocorre durante a produção, para tratar dessa perda é necessário realizar uma análise dos métodos e do tempo de produção (LACERDA, 2019).

Perda por estoque excessivo gera atraso no prazo de entrega, dificuldade de melhoria dos processos, uso de espaços desnecessários, necessidade de controle, inspeção e movimentação. Altos estoques também podem ser gerados por uma previsão de demanda equivocada, ocasionando um estoque que não possui saída prevista (LACERDA, 2019).

Perda por transporte ocorre quando a movimentação de um material não gera nenhum valor, e pode ser eliminada pelo mapeamento do processo procurando entender seu funcionamento (LACERDA, 2019).

Perda no processamento são atividades desnecessárias durante o processamento, podendo assim serem eliminadas sem prejudicar as características

do produto final, como por exemplo excesso de embalagem de modo que não agrega valor ao produto final (LACERDA, 2019).

Perda por fabricação de produtos defeituosos é gerada através da produção incorreta, ou seja, produtos gerados fora de especificação da qualidade, não satisfazendo os requisitos para aplicação ou uso. Um dos pontos negativos desse tipo de perda é o custo de reprocesso e a dificuldade em notar a perda com antecedência. No entanto, a automação pode diminuir essa perda, visto que pode-se parar a produção ao primeiro sinal de anormalidade, sendo necessário a equipe atuar na causa do problema para continuar com a produção (LACERDA, 2019).

2.4 Técnicas e Ferramentas da Qualidade para Resolução de Problemas

A análise do problema e uso de ferramentas corretas para tal é fundamental para tomadas de decisões mais precisas e eficazes para resolução dos problemas, para isso deve-se realizar a coleta e interpretação dos dados gerando uma análise profunda dos resultados. Nesse processo, as ferramentas da qualidade atuam com o objetivo de facilitar o entendimento do problema, uma análise de causa eficaz e aumento da produtividade (FILHO, 2022).

2.4.1 Chuva de Ideias (*Brainstorming*)

Em 1941 Alex Osborne, um publicitário, teve a visão de que as ideias que surgem em grupos são mais criativas e com a interação entre os integrantes dos grupos as ideias podem ser unificadas, gerando assim ideias melhores, com isso, surgiu a técnica de chuva de ideias que é aplicada em grupos de pessoas comprometidas com o projeto ou objetivo da análise, podendo ser realizada de duas maneiras: estruturada ou não estruturada (BEHR, 2008; CURCIO, 2018).

Da forma estruturada, cada participante deve dar uma ideia ao chegar na sua vez, dessa forma todos contribuem com o objetivo e todas as ideias são escutadas, quando só restar um participante dando ideias encerra-se a sessão de chuva de ideias. Já na forma não estruturada, o grupo é reunido e cada integrante expõe suas ideias livremente (BEHR, 2008)

Devido à natureza quantitativa da técnica é importante que alguns aspectos sejam seguidos ao conduzir um grupo (BEHR, 2008).

- a. O ambiente deve ser confortável para que todos exponham suas ideias sem julgamento, para que assim as ideias expostas sejam criativas e variadas.
- b. O grupo deve ser distinto, de forma que as ideias expostas serão mais ricas de conhecimentos e variadas.
- c. Para melhor estruturação da seção de chuva de ideias, é importante que tenha um condutor que será responsável por direcionar a seção com objetividade mantendo o foco principal da reunião, garantindo que as ideias sejam originais e espontâneas através da forma de conduzir sem interpretações de ideias ou críticas aos participantes.

A seção de chuva de ideias é composta por algumas etapas: introdução, criação de ideias, revisão, seleção e ordenação (BEHR, 2008).

- a. Na introdução é apresentada a questão a ser pensada;
- b. Na criação de ideias é a etapa onde os participantes expõem suas ideias para o grupo;
- c. Na etapa de revisão observa-se as ideias propostas e retira alguma dúvida sobre entendimento das palavras;
- d. Na seleção as ideias são hierarquizadas e ocorre a eliminação do que, em consenso, não seja adequado;
- e. Na ordenação é realizada uma priorização das ideias restantes, nessa etapa pode-se utilizar de outras ferramentas da qualidade, como uma matriz de priorização.

2.4.2 Matriz de Priorização

Em decisões complexas quando, por exemplo, existe o grande quantitativo de problemas e não existem recursos suficientes para tratar de todos eles, é necessário realizar uma priorização, para orientar as decisões solucionando assim prioritariamente os problemas que geram os maiores impactos (ZANINI, 2022).

Uma excelente ferramenta para tomada de decisões é a matriz de priorização, existem diversos tipos de matriz de priorização, os mais comuns são as matrizes GUT, RICE e CEB.

A matriz GUT consiste em analisa a gravidade, urgência e tendência dos problemas, com isso cada um dos critérios deve ser pontuado em uma nota de 1 a 5, o que cada valor representa está apresentado na Quadro 1. Dessa forma as notas dadas para cada um dos critérios são somadas ou multiplicadas, o problema que apresenta a maior nota deve ser priorizado primeiro (BEHR, 2008).

Dessa forma, a gravidade indica quais são os efeitos que surgirão a longo prazo, qual é o impacto que esse problema tem no resultado, urgência está relacionado ao senso de tempo para agir no problema, avalia o quão urgente é necessária uma ação, já tendência está relacionado a capacidade do problema em aumentar ou diminuir com tempo (SOUZA, 2012). Na Quadro 1 pode-se observar o que cada nota para os atributos da matriz de priorização GUT representa.

Quadro 1 - Modelo da matriz de Priorização GUT

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
1	Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendencia de piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Vai piorar em longo prazo
3	Grave	Urgente	Vai piorar em médio prazo
4	Muito grave	Muito urgente	Vai piorar em curto prazo
5	Extremamente grave	Extremamente urgente	Se não for resolvido, piora imediatamente

2.4.3 Diagrama de Causa e Efeito

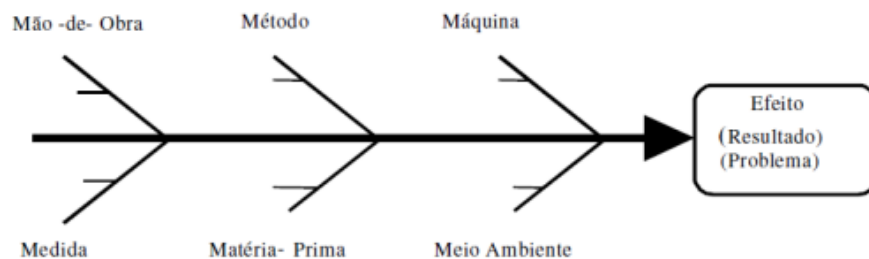
O Diagrama de Causa e Efeito, também chamado de Espinha de Peixe e Diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta da qualidade que demonstra as possíveis causas que podem estar contribuindo para um efeito classificadas em seis tipos de

causas: mão de obra, máquina, método, material, meio ambiente e medida (SOUZA, 2012).

Essa ferramenta foi desenvolvida por Kaoru Ishikawa na década de 40, ela é muito utilizada atualmente em empresas por ser uma ferramenta visual eficaz em identificar as causas e efeitos da maioria dos problemas encontrados nas empresas (CAMPOS, 2004).

No diagrama da Figura 9 é possível observar uma grande seta aponta para a direita onde no topo contém o nome do efeito causado e cada “espinha” é representada por um possível tipo de causa. Na causa de mão de obra são representadas todas as causas relacionadas aos colaboradores, em máquina são causas relacionadas aos equipamentos, em método são causas relacionadas ao método utilizado para realizar uma atividade, em material são causas de matéria-prima ou material do processo, em meio ambiente são causas envolvidas com o ambiente em que ocorre o processo, já medida representa as causas relacionadas à medição do processo (CAMPOS, 2004).

Figura 3 - Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: Campos, 2004.

2.4.4 Os 5 Porquês

Os 5 porquês é uma ferramenta utilizada para se aprofundar no problema com perguntas e respostas com o objetivo de definir a causa raiz do problema. Normalmente, essa ferramenta é aplicada após a identificação das possíveis causas do diagrama de causa e efeito, a ferramenta consiste, então, em perguntar *por que* cerca de cinco vezes para cada uma das possíveis causas, até que a causa raiz seja definida, o que não necessariamente significa que serão utilizados os 5 porquês, para

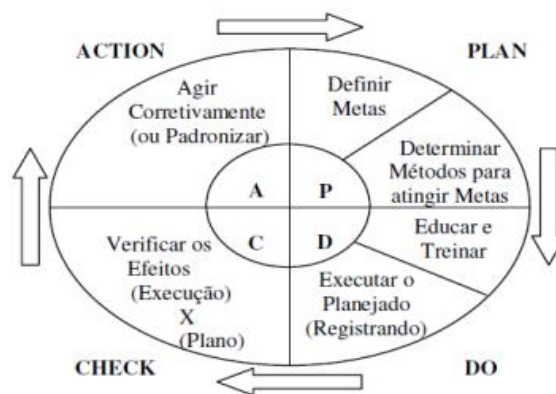
alguns problemas são utilizados menos ou mais etapas de perguntas para definição da causa raiz (WICHER, 2018).

2.4.5 Ciclo PDCA

Ciclo PDCA ou ciclo da melhoria contínua é uma metodologia utilizada em muitas empresas e indústrias que os permite planejar processos, prever falhas, solucioná-las e checar os resultados, para melhoria de processos ou produtos. Ela consiste em quatro fases: planejamento (*plan*), fazer (*do*), checagem (*check*), agir (*act*) (BEHR, 2008; CURCIO, 2018; FILHO, 2022; SOUZA, 2012).

PDCA é um acrônimo onde P remete a “*plan*”, ou seja, o primeiro passo é o planejamento das metas e objetivos do ciclo para que a melhoria aconteça, é importante estabelecer um plano de ação concreto e possível de realizar para não ter nenhum problema nos outros passos. O segundo passo é “*do*”, palavra advinda do inglês que significa fazer ou executar, então nessa etapa o plano de ação que foi estabelecido no primeiro passo será executado. O terceiro passo é checar e analisar os resultados para constar se tudo está sendo realizado segundo o planejamento. E o quarto passo é agir para prevenir o reaparecimento do problema, nessa etapa é onde ocorre a padronização do processo (BEHR, 2008; CURCIO, 2018; FILHO, 2022; SOUZA, 2012). Na Figura 10, é possível observar o ciclo PDCA.

Figura 4 - Ciclo PDCA.



Fonte: Campos, 2004.

Este ciclo é chamado de ciclo da melhoria contínua justamente por ele adotar passos que permitem que o ciclo seja realizado diversas vezes de forma contínua, até

que o resultado desejado seja alcançado, além de compreender como o problema surge e entender como solucioná-lo, visto que esse processo foca na causa, não na consequência do problema (BEHR, 2008; CURCIO, 2018; FILHO, 2022; SOUZA, 2012).

2.4.6 5W2H

A metodologia 5W2H é uma ferramenta muito utilizada em empresas, onde cada letra representa um indicador a ser avaliado (BEHR, 2008).

1. What - O quê?: Indicar a atividade ou assunto que se trata a ação;
2. Who - Quem: Indica quem realizará a ação;
3. Where - Onde?: Indica o local que será realizada a ação;
4. Why - Por quê?: Indica o motivo da ação;
5. When - Quando?: Indica o prazo para ser realizado a atividade;
6. How - Como?: Indica como será realizada a ação;
7. How Much – Quanto?: Indica quanto custa para realizar uma ação.

Sendo assim, na aplicação dessa ferramenta pergunta-se cada uma dessas perguntas e escreve-se as respostas para melhorar a segregação de tarefas de um processo, auxiliando com o cumprimento do plano de ação de maneira organizada. Assim, o plano de ação é realizado de forma clara, objetiva e eficaz, identificando todos os pontos chave para garantir o cumprimento do plano de ação (BEHR, 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 Formas de Avaliar Perdas e Ganhos de Matéria-prima

Para entender a dimensão do problema da perda de carbonato de sódio na fábrica de detergente em pó, primeiramente foi realizada seleção e análise de dados. Esses dados foram obtidos através do relatório de Custo de Produção da fábrica.

A perda ou ganho de matéria-prima foi calculada através da subtração entre o consumo real e consumo teórico. O consumo teórico foi calculado pela multiplicação da quantidade de bateladas feitas e a quantidade dosada do insumo para cada batelada, já o consumo real foi calculado através da subtração entre a quantidade de insumo que havia na fábrica em um período (n) e no período anterior (n-1). Dessa forma, obteve-se a quantidade em Kg ou Toneladas de matéria-prima que foi perdida ou ganha na fábrica.

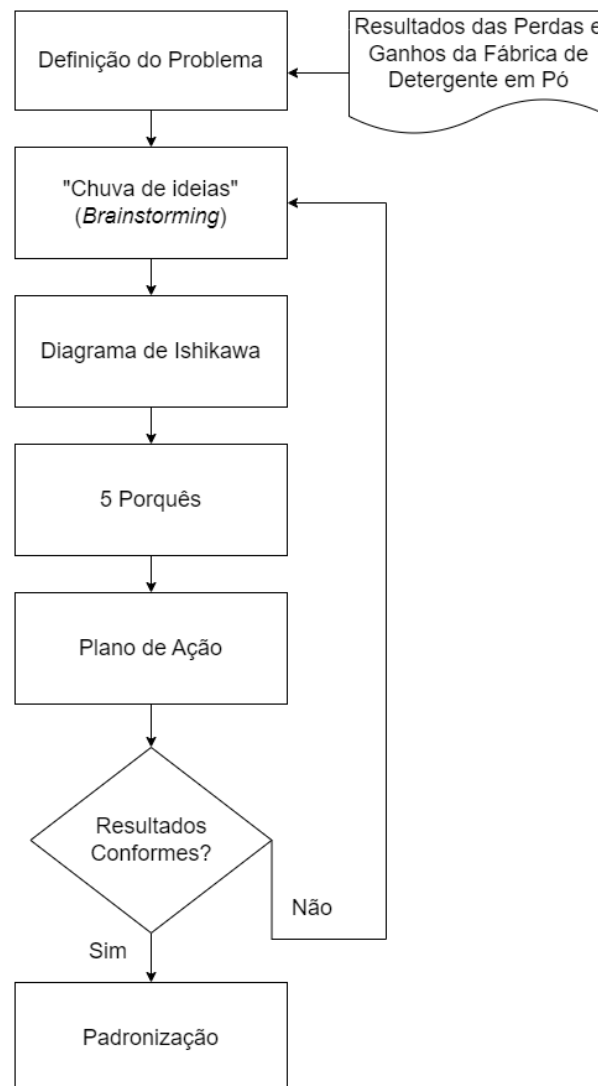
A quantidade de matéria-prima da fábrica foi inventariada diariamente para controle próprio do setor e ao final de cada mês foram selecionadas uma amostragem de matérias primas que foram inventariadas em conjunto com o setor de Controladoria em uma auditoria da fábrica.

Outras formas de avaliar a perda ou ganho de matéria-prima é através da quantidade percentual da perda ou ganho e da perda ou ganho financeiro. A perda ou ganho percentual foi calculada dividindo a perda em massa pela quantidade teórica de acordo com a fórmula, já a perda ou ganho financeiro foi calculado através da multiplicação entre a perda ou ganho em massa pelo custo mássico do insumo.

3.2 Metodologias para Resolução de Problemas

Para análise e resolução de problemas utiliza-se algumas ferramentas e metodologias da qualidade, o fluxograma contendo as etapas para resolução dos problemas está apresentado na Figura 11.

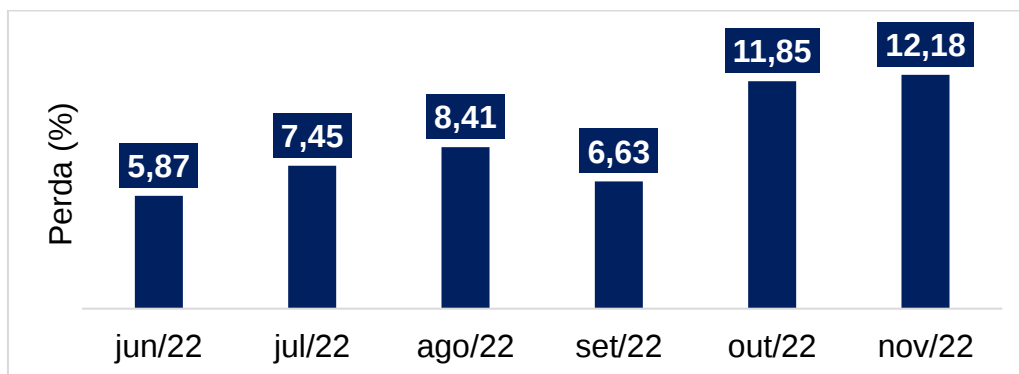
Figura 11 - Fluxograma para resolução do problema.



Fonte: A autora, 2023.

3.2.1 Definição do Problema

No modelo para resolução de problemas primeiramente definiu-se o porquê desse problema, ou seja, através dos dados históricos avaliou-se que a perda de carbonato de sódio é um problema para a fábrica de detergente em pó, pois apresenta mais de um milhão de reais de perda e mais de quinhentas toneladas de perdas dos meses de junho até novembro de 2022. Na Figura 12, está apresentado os resultados percentuais de perda do carbonato de sódio de junho até novembro de 2022.

Figura 5 - Perda Percentual de Carbonato de Sódio.

Fonte: A autora, 2023.

Com isso, foi avaliado em qual subprocesso há perda de carbonato de sódio afim de direcionar o estudo do porquê há perda de carbonato de sódio. Para isso, foram realizados balanços de massa de carbonato de sódio nos dois subprocessos ao qual ele é dosado: no processo de preparação da pasta industrial e pós dosagem, como mostrado no fluxograma do carbonato de sódio no processo produtivo (Figura 8).

Para o balanço de massa do carbonato de sódio na preparação da pasta industrial foi calculada o consumo teórico, para isso a dosagem de carbonato de sódio por batelada foi multiplicada pela a quantidade de bateladas produzidas no dia.

Visto que o carbonato de sódio hidratado é dosado em função da quantidade de pó base produzida, o consumo teórico foi calculado de acordo com a percentagem de carbonato de sódio hidratado dosado no pó base informado pela fórmula. Assim, teve-se a quantidade de carbonato de sódio hidratado dosado teoricamente, para determinar a quantidade dosada apenas do carbonato de sódio, foi subtraído a quantidade de corante e poliacrilato de sódio dosada, além disso, foi subtraído a quantidade de água contida no carbonato de sódio após a hidratação de acordo com a fórmulação.

O consumo real foi determinado pela quantidade transportada para o silo, tal informação foi coletada do registro de transporte de matérias primas no setor de transporte pneumático.

No balanço de massa do carbonato de sódio nos subprocessos de preparação da pasta industrial e hidratação foi determinado que há ganho no processo de

preparação da pasta industrial e no processo de hidratação há perda de carbonato de sódio, por isso definiu-se que será tratado o setor de hidratação no trabalho para redução da perda de carbonato de sódio.

3.2.2 Chuva de Ideais (*Brainstorming*)

Após a etapa da definição do problema, foi realizada a etapa de chuva de ideias com um grupo multidisciplinar, contendo colaboradores dos setores de manutenção mecânica, manutenção elétrica, industrial, qualidade e desenvolvimento de produtos, de modo que se pode beneficiar dos conhecimentos técnicos de áreas diferentes para resolução do problema da perda de carbonato de sódio na fábrica.

A sessão teve duração de uma hora e foi realizada de forma estruturada de modo que todos os membros da equipe tiveram seu momento para contribuir com o levantamento de hipóteses de onde está a perda de carbonato de sódio na fábrica. Os pontos levantados na sessão de chuva de ideias estão apresentados na Quadro 2.

Número	Possíveis Causas	Explicações
1	Balança de recebimento fiscal descalibrada	Caso a balança de recebimento fiscal esteja descalibrada a de pesagem de carbonato de sódio que estará comprometida. O que gera um apontamento de uma quantidade diferente da quantidade real da matéria-prima, assim o que consta no sistema como estoque da fábrica será diferente da massa real.
2	Erro no lançamento sistêmico	No processo de abastecimento de

		carbonato de sódio na fábrica, a fábrica requisita ao almoxarifado a quantidade necessária para produção e as transferências físicas e sistêmicas ocorrem. Caso ocorra um erro no lançamento sistêmico, de modo que coloca no sistema uma quantidade maior de carbonato de sódio do que há fisicamente, há perda sistêmica de carbonato de sódio.
3	Erro no apontamento de produção	Toda a produção da fábrica é apontada por ordens de produção, que informam o quanto teoricamente (de acordo com a fórmula padrão) deve ser consumido de cada matéria-prima. Quando a ordem de produção está incorreta quando comparada com a fórmula padrão, o apontamento do consumo de carbonato de sódio está incorreta e consequentemente há

		perda ou ganho de carbonato de sódio.
4	Erro de dosagem na hidratação (dosadora)	Quando existe um erro de dosagem nas esteiras dosadoras, há uma perda ou ganho de carbonato de sódio, pois envia-se para o cliente uma quantidade diferente do que a fórmula para o produto.
5	Vazamento nos silos carbonato de sódio	Quando há vazamento nos silos de carbonato de sódio há perda de carbonato de sódio.
6	Vazamento de carbonato de sódio no transporte pneumático	Quando há vazamento no transporte pneumático de carbonato de sódio há perda de carbonato de sódio.
7	Vazamento de carbonato de sódio no sistema de hidratação	Quando há vazamento no sistema de hidratação de carbonato de sódio há perda de carbonato de sódio.
8	Teor alcalino do carbonato de sódio abaixo da especificação	Visto que carbonato de sódio é a principal matéria-prima alcalina do detergente em pó, quando a alcalinidade do carbonato de sódio está abaixo da especificação

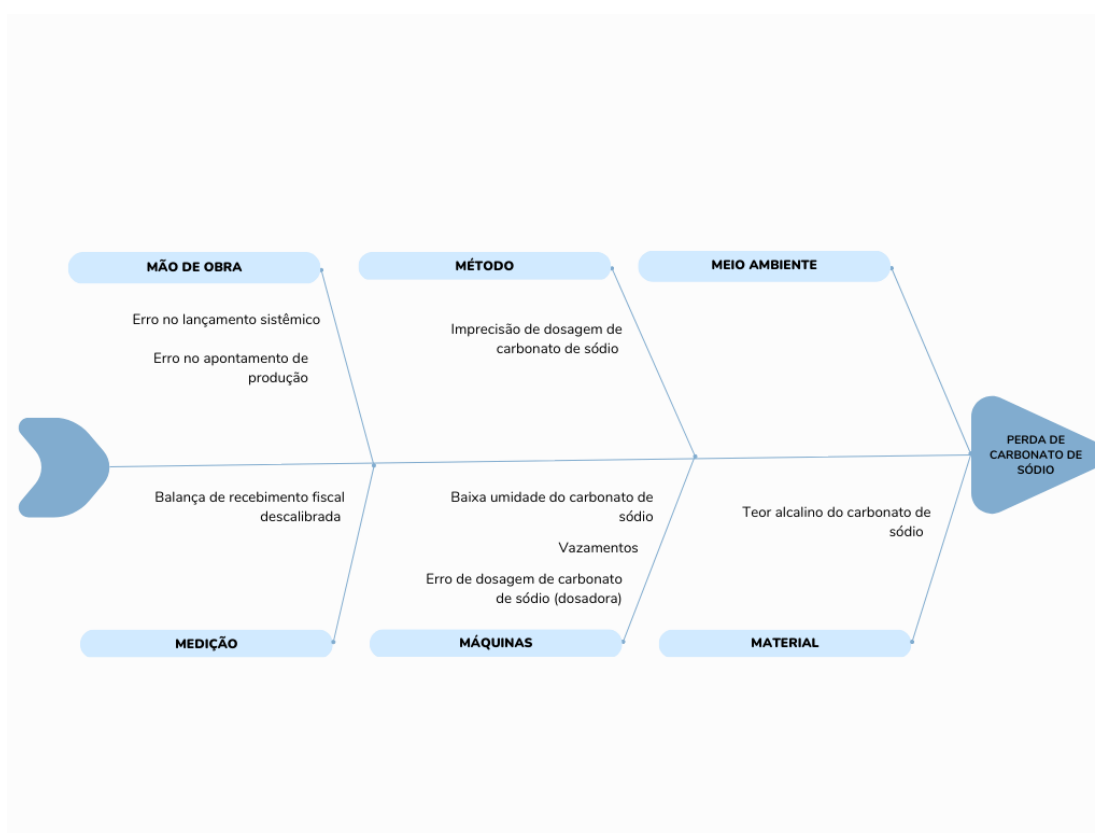
		(58%), necessita-se acrescentar mais carbonato de sódio para atingir a especificação de alcalinidade do produto final, por isso, há perda de carbonato de sódio.
9	Baixa umidade do carbonato de sódio hidratado	Quando há baixa umidade do carbonato de sódio hidratado, o cliente recebe mais carbonato de sódio do que água, por isso há perda de carbonato de sódio.
10	Imprecisão de dosagem de carbonato de sódio	O carbonato de sódio hidratado é dosado em uma esteira dosadora em função da quantidade de pó base. No entanto, devido à falta de sistema para pesagem do pó base, o <i>software</i> calcula qual será a quantidade de pó base formada, então a dosagem de carbonato de sódio é feita com base em um valor teórico, gerando perdas.

Fonte: A autora, 2023.

3.2.3 Diagrama de Causa e Efeito

Após a etapa de chuva de ideias foi realizada a classificação das possíveis causas para perda de carbonato de sódio em seis grupos, sendo eles: mão de obra, método, meio ambiente, medição, máquinas e material. Nessa etapa foram consideradas todas as possibilidades para explicar a perda de carbonato de sódio na fábrica. O diagrama de causa e efeito para perda de carbonato de sódio está representado na Figura 13.

Figura 13 – Diagrama de Causa e Efeito para perda de carbonato de sódio.



Fonte: A autora, 2023.

Posteriormente, foi realizada uma visita técnica na fábrica para evidenciar se o que foi exposto na reunião como possíveis causas para perda de carbonato de sódio condiz com a situação atual da fábrica, realizando assim uma pré-seleção das possíveis causas.

Foi verificado que não há evidência das hipóteses de erro no lançamento sistêmico, erro no apontamento de produção, balança de recebimento fiscal descalibrada e teor alcalino do carbonato de sódio abaixo da especificação.

3.2.4 Matriz de Priorização

Foi realizada uma matriz de priorização onde cada possível causa pré-selecionada foi pontuada de 1 a 5 por todos os membros da equipe de acordo com a gravidade, urgência e tendência de piorar a problemática da perda de carbonato de sódio, dessa forma foram determinadas as causas que serão estudadas nas etapas seguintes.

Então, realizou-se uma matriz de priorização através de um questionário para os membros da equipe afim de determinar quais pontos que mais impactam na perda de carbonato de sódio, as pontuações que apresentaram maior repetibilidade para cada atributo da matriz de priorização podem ser observadas no Quadro 3.

Quadro 2 – Matriz de priorização GUT para os pontos de causa.

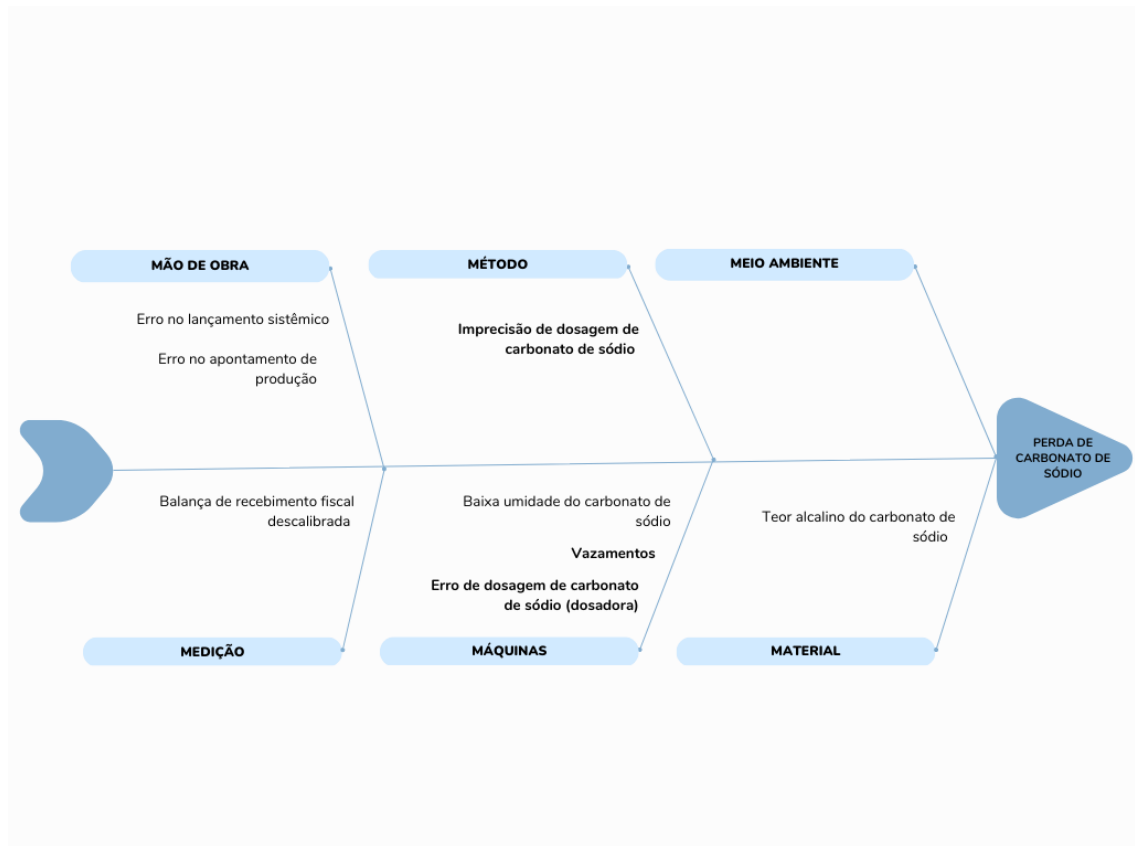
Ponto de Causa	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultado
Imprecisão de dosagem de carbonato de sódio	5	5	5	15
Vazamentos	5	5	5	15
Erro de dosagem de carbonato de sódio (dosadora)	5	5	5	15
Baixa umidade de carbonato de sódio	3	3	4	10

Fonte: A autora, 2023.

Dessa forma, foi selecionado os pontos de causa que geram o maior impacto para perda de carbonato de sódio de acordo com a matriz de priorização: Imprecisão de dosagem de carbonato de sódio, vazamentos e imprecisão de dosagem de carbonato de sódio. Na Figura 14, está representado o diagrama de causa e efeito,

onde em **negrito** estão sinalizados os pontos de causa selecionados para continuidade do estudo.

Figura 14 - Diagrama de Causa e Efeito para perda de carbonato de sódio após seleção.



Fonte: A autora, 2023.

3.2.5 5 Porquês

Posterior a seleção dos pontos de causa de acordo com a matriz de priorização realizou-se a etapa de 5 porquês para cada ponto de causa com a equipe multidisciplinar. Na Quadro 4 pode observar a análise 5 porquês para cada ponto de causa.

Quadro 3 – 5 porquês para os pontos de causa.

Ponto de causa	1° Porquê	2° Porquê	3° Porquê
Erro de dosagem de carbonato de sódio	Há rolamento da esteira de carbonato de sódio danificado	Há falta de lubrificação nos rolamentos	
	Há sujeira no painel elétrico da dosadora de carbonato de sódio	Não há vedação no painel elétrico da dosadora de carbonato de sódio	
Vazamentos	Há vazamento de carbonato de sódio na tubulação vertical	Há obstrução na tubulação vertical	Há impregnação de produto intermediário na tubulação vertical
	Há vazamento no silo 2 de carbonato de sódio	Há filtro de mangas furado	O material utilizado para a limpeza manual do filtro de mangas não é apropriado para a atividade
	Há vazamento no silo 2 de carbonato de sódio	O filtro de mangas está saturado	Não há limpeza periódica do filtro de mangas
	Há vazamento de carbonato de sódio no silo	O filtro de mangas do silo está desativado	
Imprecisão de dosagem de carbonato de sódio	O carbonato de sódio é dosado com base em uma	Não existe pesagem do pó base	

	quantidade teórica de pó base		
--	----------------------------------	--	--

Fonte: A autora, 2023.

3.2.6 Plano de Ação

Após a identificação das causas raízes na etapa de 5 porquês, foi realizado um plano de ação. O plano de ação resumido está representado na Quadro 5, o plano de ação completo no modelo 5W1H está no apêndice A.

Quadro 4 - Plano de ação.

Problema identificado	Ação	Quando	Status
Erro de dosagem de carbonato de sódio	Troca do painel da dosadora de carbonato de sódio por painel com vedação	01/12/2022	Concluído
	Realizar lubrificação nos rolamentos das esteiras dosadoras conforme plano mensal	Continuo. Início em 15/02/2023	Concluído
Vazamentos	Limpeza programada semanalmente da tubulação vertical de transporte de carbonato de sódio	Continuo. Início em 01/12/2022	Concluído
	Confecção de material com a ponta de borracha para limpeza manual das mangas do silo 2 de carbonato de sódio	23/01/2023	Concluído
	Realizar limpeza periódica do silo 2 conforme cronograma quinzenal	Continuo. Início em 02/01/2022	Concluído

	Instalar filtro de mangas no silo 1 de carbonato de sódio	18/12/2022	Concluído
Imprecisão de dosagem de carbonato de sódio	Instalação de células de carga para readequar o sistema para a dosagem ocorrer em função da massa de pó base	Outubro/2023	Em andamento

Fonte: A autora, 2023.

Com a etapa de 5 porquês, visita técnica à fábrica e discursão com mecânicos e eletricitas que atuam na fábrica foi definido quais elementos podem promover a perda de carbonato de sódio.

Os agentes externos, como água e poeira de matérias-primas, quando em contato com fiação elétrica podem gerar o mau funcionamento do sistema ocorrendo dosagem incorreta de matéria-prima, por isso é importante que os painéis elétricos tenham vedação para impedir o contato desses materiais com a parte elétrica do sistema.

A falta de lubrificação de rolamentos gera desgaste do equipamento, gerando travamento em rolamentos e danificação do equipamento, devido a esses problemas o tempo necessário para o transporte é modificado e também a medição da velocidade é comprometida, prejudicando a dosagem de matéria-prima.

Quando não há limpeza da tubulação vertical, há obstrução da tubulação vertical, de modo que parte do produto intermediário que deveria ser transportado é desaba no chão, gerando uma perda de pó base e carbonato de sódio.

Quando não há filtro de mangas no silo, a matéria-prima contida no silo é transportada para fora do silo com o ar comprimido, gerando perda de carbonato de sódio. Quando não há limpeza dos filtros de manga, as mangas ficam saturadas, de modo que as mangas não conseguem mais reter produto, gerando perda de carbonato de sódio.

Devido à prazos de entrega de equipamento a ação de instalação de células de carga para readequar o sistema para a dosagem ocorrer em função da massa de

pó base, referente ao ponto de causa da imprecisão de dosagem de carbonato de sódio será realizada em outubro de 2023.

A dosagem de carbonato de sódio ocorre em uma esteira dosadora de acordo com a quantidade de pó base, ou seja, detergente em pó seco antes de ser acrescentado outras matérias primas do sistema pós dosado. No entanto, a quantidade de pó base não é medida, de modo que de acordo com a velocidade dos pistões do sistema de bombeamento da pasta industrial, é calculado a quantidade de pasta industrial que foi produzida após as reações nos reatores.

Com base na quantidade de pasta industrial que foi produzida, calcula-se a quantidade de detergente em pó base, para isso utiliza-se a Equação 1.

Equação 1 - Cálculo da quantidade de pó base produzida após secagem.

$$\text{Quantidade de pó base} = \frac{\text{Quantidade da pasta industrial}}{\text{Fator de rendimento}}$$

O fator de rendimento, é o fator que determina quanto de pó base que irá ser produzido de acordo com características do processo desejáveis que são informadas para o sistema no *software*.

O carbonato de sódio é adicionado ao pó base considerando esse valor teórico de pó base produzido, de modo que caso ocorra alguma dificuldade de rendimento da fórmula de modo que a quantidade teórica de pó base seja diferente da quantidade física, há uma dosagem incorreta de carbonato de sódio.

Por isso, é imprescindível que o sistema de dosagem de carbonato de sódio seja modificado, para que a quantidade de pó base seja pesada e o carbonato de sódio seja dosado em função da quantidade de pó base produzida.

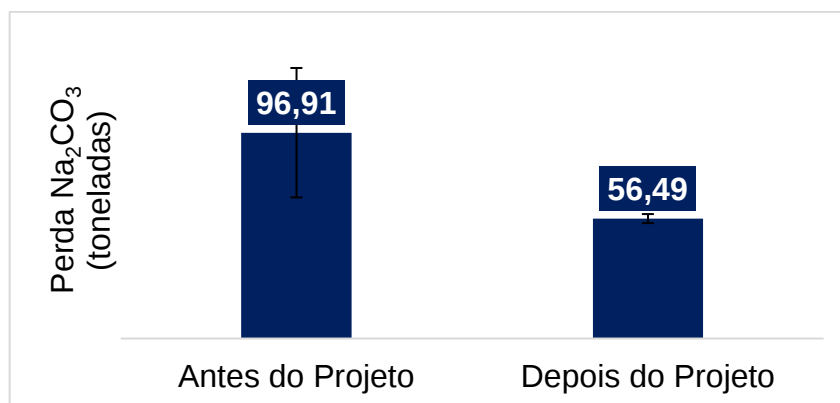
Com o intuito de entender o impacto dessa maneira de dosagem, realizou-se um estudo para mensuração da perda de carbonato de sódio devido à essa imprecisão de dosagem, para isso, avaliou-se o consumo teórico e real de carbonato de sódio nessa etapa do processo, observando que é dosado 51,6% à mais de carbonato de sódio apenas nessa etapa, corroborando a importância da modificação do sistema de dosagem.

4 RESULTADOS E DISCURSÃO

Com as ações da Quadro 5 executadas durante os meses de dezembro e janeiro, foram verificados os resultados na redução da perda, em toneladas, financeira e percentual de carbonato de sódio.

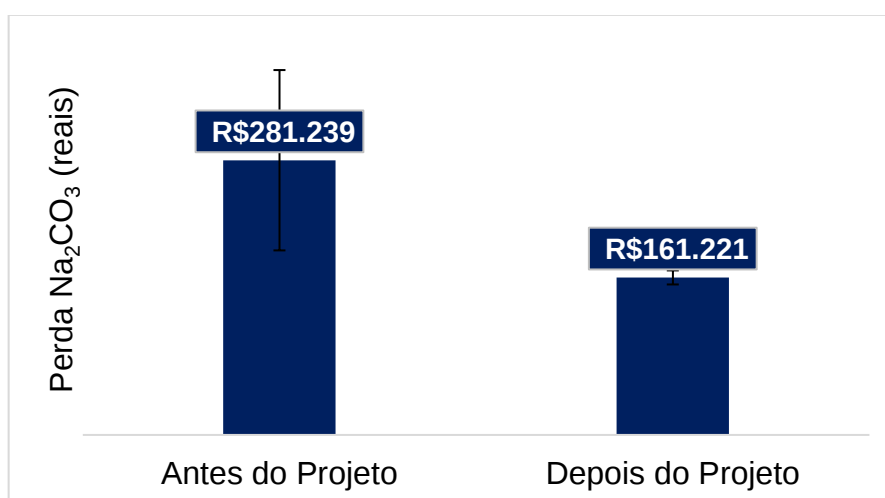
Após a conclusão das ações apontadas no plano de ação, observou-se uma redução de mais de 40 toneladas da perda média mensal de carbonato de sódio, redução de 120 mil reais da perda mensal e redução de 4,31 p.p, o que equivale a melhora de 49% da perda percentual como observado na Figura 15, 16 e 17.

Figura 15 - Perda média mensal de carbonato de sódio, em toneladas.



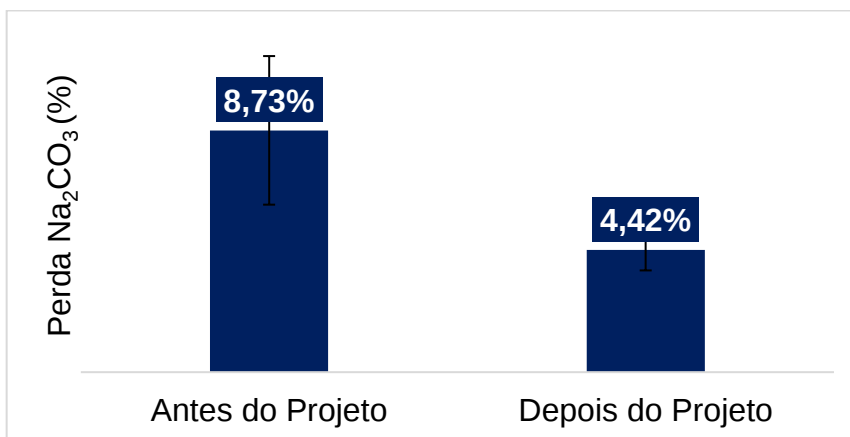
Fonte: A autora, 2023.

Figura 16 - Perda média mensal de carbonato de sódio, em reais.



Fonte: A aurora, 2023.

Figura 17 - Perda média mensal de carbonato de sódio (%).



Fonte: A autora, 2023.

Com a implementações das ações a perda de carbonato de sódio diminuiu consideravelmente na fábrica de detergente em pó, demonstrando que ações trataram as causas raízes do problema.

Com a comprovação das causas raízes, foi realizada a padronização das ações. Para padronizar a ação de lubrificação periódica dos rolamentos das esteiras dosadoras, foi inserido no plano preventivo das esteiras no Sistema Integrado de Gestão Empresarial, de modo que a cada semana é gerado um plano com os rolamentos que devem ser lubrificados.

Para garantir a limpeza das tubulações e equipamentos, foi criado um cronograma mensal de limpeza de equipamentos e tubulações, esse cronograma é acompanhado semanalmente para garantir as limpezas programadas. Além disso, foi desenvolvido um informativo para os operadores a respeito do material adequado para limpeza.

5 CONCLUSÃO

Perdas no processo produtivo são inevitáveis, independente do porte da empresa haverá alguma perda seja ela por superprodução, por espera, por movimentação, por estoque excessivo, no transporte, no processamento ou pela produção de produtos defeituosos. No entanto é fundamento encontrar os pontos de causa da perda do processo para melhora-los sanando a origem da não conformidade. Para auxiliar nesse processo, existem diversas ferramentas e metodologias que podem ser aplicadas, como chuva de ideias, diagrama de causa e efeito, matriz de priorização, os cinco porquês e o ciclo PDCA.

O presente trabalho permitiu a redução da perda de carbonato de sódio, importante matéria-prima alcalinizante, no processo produtivo do detergente em pó. Para isso, foram elencadas as possíveis causas para a perda, observado na fábrica os pontos que geram perda de carbonato de sódio e avaliado tais pontos com um grupo multidisciplinar de modo que se pode ter uma melhor seleção dos pontos de causa mais influentes na perda. A partir dessa avaliação foi construído um plano de ação para redução da perda de carbonato de sódio.

As contramedidas adotadas foram a troca de um painel elétrico, instituição de um cronograma de lubrificação de rolamentos de esteiras e instituição de limpezas programadas em equipamentos e tubulações. Tais medidas resultaram na redução da perda em mais de 40 toneladas e 120 mil reais por mês, uma redução de 43% da perda financeira de carbonato de sódio na fábrica. Por fim, as ações foram padronizadas de modo a manter controle do processo produtivo e evitar que os problemas identificados retornem.

REFERÊNCIAS

- ALANOCA, E. J.. **Refórmulacion de Detergentes Liquidos que Sean Biodegradables**. Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia, 2015.
- AMARAL, L.; JAIGOBIND, A.; JAISINGH, S. **Detergente doméstico**. PARANÁ: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ - TECPAR, 2007.
- BEHR, A.; MORO, E. L. Da S.; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ciência da Informação**, ago. 2008. v. 37, n. 2, p. 32–42.
- BRASIL. **Lei 6.360, de 23 de setembro de 1976**. Dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 de setembro de 1976.
- CAMPOS, V. F.; SOARES, F.; OLIVEIRA, W. **Controle da Qualidade Total**. Editora Falconi, 8ª Edição. Capítulo 6. 2004.
- CARRIÓN, F. J.. **Los Polímeros En Fórmulaciones Detergentes**. Boletín Intexter (U.PC), N° 113, 1998. p. 55-60. Disponível em: <<https://upcommons.upc.edu/handle/2099/6444>>.
- CASTRO, H. F. **Processos Químicos Industriais II: Apostila 6, Sabão e Detergentes**. Faculdade de Engenharia Química de Lorena, 2001.
- 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.
- CHUPA, J., et al. **Soap, Fatty Acids, and Synthetic Detergents**. Springer International Publishing AG, 2017. 979-1032 p.
- 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.
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: Mais do Que Simplesmente Just-in-Time**. Caxias do Sul: Educs. Ed. 1. 1996. 21 p.

INTENSIV-FILTER. **Filtro de mangas**. Instruções de Montagem, Operação e Manutenção. 2002.

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. 2019. 10 p.

LOPES, J. **Controle De Qualidade De Detergentes Neutros Em Uma Indústria Química De Saneantes**. Fortaleza: Universidade Federal Do Ceará, 2017.

NELSON, David L.. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed/Panamericana Editora Ltda, 2014. 1220 p.

NÓBREGA, E. **Processos Industriais Orgânicos**. LONDRINA: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

OSORIO, V.; OLIVEIRA, W. Polifosfatos em detergentes em pó comerciais. **Química Nova**, out. 2001. v. 24, n. 5, p. 700–708.

PATEL, R. P.; SUTHAR, A. M.. **Spray Drying Technology: An Overview**. Indian Journal of Science and Technology, 2009.

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

PERES, S. D. **Técnicas Aplicadas ao Tratamento e Redução dos Efluentes Líquidos de uma Empresa de Saneantes Dominossanitários**. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 113 p.

SILVA, A. *et al.*. **Avaliação da Biodegradabilidade de Detergentes Comerciais**. VII ENTEC. 2011.

SILVA, M. R. **Sistema de Pesagem Dinâmica**. 2002.

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

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. [S.l.]: Érica, 2009.

VENTEC. **Filtro de mangas**. Manual Técnico de Instalação, Operação e Manutenção. 2010.

WICHER, E. W. *et al.* **Gestão pela Qualidade**. V. 3. Ed. 1. Editora Poison. 2018.

ZANINI, L. **Uso Da Matriz De Priorização (Matriz Gut) Como Aliada Em Auditorias**. 2022. p. 10.

SVAROVSKY, L. **Hydrocyclone**. Holt, Rinehart & Winston, Eastbourne, UK, 1984. 198p.

APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO

O quê	Quem	Onde	Por quê	Quando	Como	Status
Instalar filtro de mangas	Fábio	Silo de carbonato de sódio	Há vazamento no silo	18/12/22	Instalação do filtro	Concluído
Troca do painel da dosadora por painel com vedação	Bruno	Painel elétrico da dosadora de carbonato de sódio	Não há vedação no painel elétrico da dosadora de carbonato de sódio	27/11/22	Retirada do painel elétrico e instalação de novo painel elétrico	Concluído
Realizar lubrificação nos rolamentos conforme plano mensal	Fábio	Nos rolamentos das esteiras dosadoras	Há falta de lubrificação nos rolamentos	15/02/23	Criar plano de lubrificação, colocar no sistema e realizar as lubrificações	Concluído
Limpeza programada por semana da tubulação vertical	Luciano	Tubulação vertical de carbonato de sódio com pó base	Há vazamento de carbonato de sódio na tubulação vertical	Continuo. Início em 01/12/22	Criar cronograma de limpeza e acompanhar a realização das limpezas conforme cronograma	Concluído
Confecção de material com a ponta de borracha para	Sérgio	No silo 2 de carbonato de sódio	Há vazamento no silo 2 de carbonato de sódio	23/01/23	Confecção de material não pontegudo para limpeza	Concluído

limpeza manual das mangas					dos filtros de mangas	
Realizar limpeza periódica conforme cronograma quinzenal	Roberto	No silo 2 de carbonato de sódio	Há vazamento no silo 2 de carbonato de sódio	Continuo. Início em 02/01/22	Realizar limpeza do silo com espátula e material não pontiagudo para limpeza dos filtros de mangas	Concluído
Instalação de células de carga para readequar o sistema para a dosagem ocorrer em função da massa de pó base	Bruno	Sistema pós dosado de carbonato de sódio	Não existe pesagem do pó base	30/10/23	Instalação de células de carga e comunicação das da massa para a dosador de carbonato de sódio	Em andamento