

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

ARTHUR RYUU GUNJI

**APLICAÇÃO DO MÉTODO MASP PARA APRIMORAR A GESTÃO DE
ESTOQUE DE MATERIAIS DE UMA INDÚSTRIA DE ESPELHOS PLANOS**

**LORENA
2020**

ARTHUR RYUU GUNJI

**APLICAÇÃO DO MÉTODO MASP PARA APRIMORAR A GESTÃO DE
ESTOQUE DE MATERIAIS DE UMA INDÚSTRIA DE ESPELHOS PLANOS**

Monografia para trabalho de conclusão de curso
apresentada à Escola de Engenharia de Lorena
da Universidade de São Paulo para obtenção do
diploma de graduação em Engenharia Química.

Orientador: Prof. MSc Antonio Carlos da Silva

Lorena
2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gunji, Arthur Ryuu

Aplicação do método MASP para aprimorar a gestão de estoque de materiais de uma indústria de espelhos planos / Arthur Ryuu Gunji; orientador Antonio Carlos da Silva. - Lorena, 2020.
83 p.

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia Química - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2020

1. Masp. 2. Pdca. 3. Espelho plano. 4. Gestão de estoque. 5. Inventário físico. I. Título. II. Silva, Antonio Carlos da, orient.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo amor incondicional, incentivo e apoio nas decisões que tomei.

Ao meu orientador, por compartilhar seu conhecimento e pelo empenho dedicado à realização deste trabalho.

Ao meu gestor, pelo auxílio e por ter proporcionado a oportunidade de desenvolver este trabalho na empresa.

Aos meus companheiros de time, por todo suporte durante as dificuldades enfrentadas.

À empresa, pela oportunidade de estagiar em um ambiente desafiador e estimulante.

À Escola de Engenharia de Lorena, pela oportunidade de realizar o curso de engenharia química em uma instituição renomada.

Aos docentes e funcionários da faculdade que tanto contribuem para a formação não apenas de profissionais qualificados, mas também de cidadãos exemplares.

Aos irmãos e amigos que compartilharam desta caminhada comigo, pela amizade e por tornar os obstáculos mais fáceis de se enfrentar.

“Inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança”
(Stephen Hawking)

GUNJI, Arthur Ryuu. **Aplicação do método MASP para aprimorar a gestão de estoque de materiais de uma indústria de espelhos planos.** 2019. 83 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Química. Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2019.

RESUMO

Empresas que buscam a melhoria contínua estão frequentemente promovendo mudanças nos processos de produção e gestão. Nas indústrias de fabricação de espelho plano, a gestão das matérias-primas é de extrema importância devido à variedade de produtos manuseados no processo produtivo. Um controle ineficiente pode acarretar na falta do material no estoque, impactando a cadeia produtiva com possibilidade de suspender a produção até o reabastecimento do item. O trabalho consistiu na aplicação do Método de Análise e Solução de Problema (MASP) para identificar os problemas que afetavam no controle de estoque e implantar melhorias para uma gestão mais eficaz, desde as rotinas de inventário físico realizado pelos operadores do setor, até as ferramentas de gestão utilizadas para averiguar o consumo e projetar os abastecimentos do estoque. O trabalho foi desenvolvido em uma fábrica de vidros planos situada na região do Vale do Paraíba. As etapas do ciclo PDCA para implantar melhorias foram seguidas com o auxílio de ferramentas de gestão como Gráfico de Controle, Diagrama de Ishikawa, SIPOC, Matriz GUT, Diagrama de Pareto e 5W1H para proporcionar maior compreensibilidade, principalmente na etapa de planejamento. Como resultado, obteve-se a redução do número de erros no inventário físico, impactando diretamente no decréscimo de compras emergenciais e alterações no planejamento de produção. Além do mais, foram desenvolvidas ferramentas de projeção de estoque e análise de consumo para aprimorar as projeções de compra e o controle no gasto dos insumos de produção. Estas proporcionaram o fornecimento de dados com maior precisão, promovendo maior agilidade e assertividade nas tomadas de decisão.

Palavras chave: MASP, PDCA, espelho plano, gestão de estoque, inventário físico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Analogia do funcionamento dos estoques com uma caixa d'água	13
Figura 2 - Fases do Processo Float	16
Figura 3 - Processo Galvânico de fabricação de espelhos	17
Figura 4 - Camadas características do método <i>copper-free</i>	18
Figura 5 - Estoque de Ciclo.....	20
Figura 6 - Perfil de Estoque.....	22
Figura 7 - Estratégias de Estoque	22
Figura 8 - Reabastecimento Gradual de Estoque	23
Figura 9 - Ponto e Nível de Pedido no Perfil de Estoque	24
Figura 10 - Perfil de Estoque com a variação da demanda e lead time	24
Figura 11 - Perfil de Estoque com revisões Periódicas	25
Figura 12 - Ciclo PDCA de controle de processos	28
Figura 13 - Diagrama de Ishikawa	36
Figura 14 - Diagrama de Ishikawa com o uso dos 6M's.....	36
Figura 15 - Matriz SIPOC.....	38
Figura 16 - Modelo de esquematização de processo com exemplos de cada componente	38
Figura 17 - Exemplo de um Gráfico de Controle para monitoramento de qualidade	39
Figura 18 - Diagrama de Pareto.....	40
Figura 19 - Componentes e etapas da produção de espelho e vidro pintado	48
Figura 20 - Cartas de Controle.....	51
Figura 21 - (A e B) Materiais estocados em caixas e (C e D) pacotes incompletos	53
Figura 22 - Materiais (A e B) antigos, (C) vencidos, (D) amostras de teste e (E) sucata	53
Figura 23 - Análise das causas raiz que geram problemas no estoque	55
Figura 24 - Número de incidências dos indicadores de abril a julho de 2019	57
Figura 25 - Materiais (A) segregados, (B) etiquetados e (C) movimentados para o galpão de resíduos da fábrica	60
Figura 26 - Disposição do estoque após aplicação do 5S e FIFO	61
Figura 27 - Perfil de estoque do consumo do item polidor em 2019	66

Figura 28 - Perfil de estoque do consumo do item solvente em 2019.....	67
Figura 29 - Perfil de estoque do item tinta cor 1.....	67
Figura 30 - Perfil de estoque do item tinta cor 3.....	68
Figura 31 - Níveis de estoque	69
Figura 32 - Projeção de compras e formação do perfil de estoque.....	69
Figura 33 - Nova ferramenta de Projeção de Estoque desenvolvida para aprimorar a projeção de compras de materiais	70
Figura 34 - Seção do <i>Dashboard</i> que monitora o (A) consumo específico e compara o gasto real com o projetado de cada campanha de produção	71
Figura 35 - Seção do <i>Dashboard</i> que informa os consumos específicos atingidos em cada mês.....	72
Figura 36 - Seção do <i>Dashboard</i> que mostra os dados de consumo e produção <i>year to date</i>	72
Figura 37 - Seção do <i>Dashboard</i> que mostra os dados de consumo e produção em determinados períodos	73
Figura 38 - <i>Dashboard</i> completo desenvolvido para aprimorar a análise e controle do consumo.....	74
Figura 39 - Comparação do número de incidências de setembro de 2019 a março de 2020	76
Figura 40 - Atividades de organização de estoque	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fases do Método de Análise e Solução de Problemas	30
Quadro 2 - Etapas do 5W2H	35
Quadro 3 - Critério de pontuação para a Matriz GUT	37
Quadro 4 - Matriz GUT	37
Quadro 5 - Relação dos 71 materiais identificados como utilizados no setor	49
Quadro 6 - Determinação da ordem de resolução	55
Quadro 7 - Elaboração do plano de ação utilizando o 5W1H	56
Quadro 8 - Relação dos 48 materiais identificados como utilizados no setor, após revisão e exclusão de itens não mais empregados.....	58
Quadro 9 - Nova planilha de contagem dos produtos químicos.....	59
Quadro 10 - Priorização de estoque dos produtos químicos	62
Quadro 11 - Priorização de estoque da pintura e logomarca	63
Quadro 12 - Priorização de estoque dos consumíveis de produção	64
Quadro 13 - Priorização de estoque do laboratório.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS

MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
PP	Ponto de Pedido
LEC	Lote Econômico de Compra
FIFO	<i>First in first out</i>
LIFO	<i>Last in first out</i>
FEFO	<i>First to expire first out</i>
JUSE	<i>Union of Japanese Scientists and Engineers</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
5W2H	<i>What, When, Why, Where, Who, How, How Much</i>
5W1H	<i>What, When, Why, Where, Who, How</i>
6M	Máquinas, Meio ambiente, Medidas, Materiais, Métodos, Mão-de-obra
SIPOC	<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers</i>
LC	Linha Central
LCS	Limite Superior de Controle
LIC	Limite Inferior de Controle
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de dados
YTD	<i>Year to date</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Processo <i>Float</i> de fabricação de vidro	15
2.1.1 Processo de fabricação de espelhos planos	16
2.1.2 Processo Galvânico	16
2.1.3 Processo <i>Copper-free</i>	17
2.2 Controle de estoque	19
2.2.1 Tipos de estoque.....	19
2.2.1.1 Estoque de antecipação.....	19
2.2.1.2 Estoque de segurança	20
2.2.1.3 Estoque de ciclo	20
2.2.1.4 Estoque de desacoplamento.....	21
2.2.1.5 Estoque no canal	21
2.2.2 Perfis de estoque	21
2.2.3 Priorização e classificação de estoque	26
2.2.4 Controle de saída e consumo no estoque.....	27
2.2.5 Sistemas de dados de estoque	27
2.3 Ciclo PDCA de controle de processo	28
2.4 Método MASP	29
2.4.1 <i>Plan</i> (Planejar)	30
2.4.2 <i>Do</i> (Executar)	31
2.4.3 <i>Check</i> (Verificar)	32
2.4.4 <i>Action</i> (Ação).....	32
2.5 Programa 5S	32
2.6 Ferramentas de gestão	33
2.6.1 <i>Brainstorming</i>	34
2.6.2 Folha de Verificação	34
2.6.3 5W2H	34
2.6.4 Diagrama de Ishikawa.....	35
2.6.5 Matriz GUT	36
2.6.6 SIPOC	37
2.6.7 Gráfico de Controle	39

2.6.8 Diagrama de Pareto	40
3. METODOLOGIA.....	42
3.1 Método de pesquisa	42
3.2 Metodologia da Pesquisa	42
3.2.1 Etapa de Planejamento	42
3.2.1.1 Definição do problema	42
3.2.1.2 Mapeamento, observação do fenômeno e coleta de informações	43
3.2.1.3 Análise de causa raiz e priorização.....	43
3.2.1.4 Elaboração do plano de ação e escolha dos indicadores	44
3.2.2 Etapa de Execução	44
3.2.3 Etapa de Verificação	46
3.2.4 Etapa de Ação.....	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 Etapa: Planejar.....	47
4.1.1 Identificação do problema	47
4.1.2 Mapeamento do processo.....	48
4.1.3 Observação e análise dos fatos atuais	48
4.1.4 Inventário físico	52
4.1.5 Determinação das causas raiz	54
4.1.6 Elaboração do plano de ação e escolha dos indicadores de performance ..	56
4.2 Etapa: Executar.....	58
4.2.1 Organização dos dados, planilhas e estoque.....	58
4.2.2 Priorização, determinação dos tipos de estoque e rotinas de projeção	61
4.2.3 Reajuste nos valores dos consumos específicos	65
4.2.4 Perfis de estoque e projeção de compras	65
4.3 Etapa: Verificar.....	75
4.4 Etapa: Ação.....	77
5. CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS.....	80

1. INTRODUÇÃO

As empresas e organizações passam continuamente por etapas de mudança em intervalos de tempos curtos, pois a globalização acarretou o aumento da competitividade, fazendo com que se adequem de forma a adotar processos organizacionais mais modernos e eficazes de modo a satisfazer consumidores. Neste contexto, muitas já averiguam métodos inovadores no ramo de gestão de estoque, caracterizando o quão importante é controlar os processos não só de armazenagem, mas também de todos os setores com o uso de técnicas e ferramentas de gestão

É comum observar que processos produtivos utilizam diversos tipos de materiais diretamente e indiretamente no processo produtivo. Além das matérias-primas que são rigorosamente selecionadas para garantir a qualidade do produto final, outros itens são necessários para garantir a estabilidade do processo. No caso das indústrias de espelhos planos, é preciso que haja materiais para tratar a água que é utilizada e todo o efluente que é gerado, embalagens para proteger o espelho durante o transporte, um laboratório equipado com inúmeros reagentes de alta pureza e equipamentos robustos para realizar os testes de qualidade, equipamentos que garantem a segurança dos funcionários e afins.

Esta variedade de produtos acarreta em um mercado amplo de fornecedores, os quais possuem tempos de entrega, preços e formulações distintas. Isso faz com que se torne necessária a existência de um sistema eficiente de gestão para um controle eficaz, a aplicação de metodologias de gestão se torna indispensável, uma vez que estas fazem a utilização de ferramentas de controle, melhoria e eliminação de falha, assegurando a permanência das empresas que fazem o uso destas permanecerem no ambiente globalizado, e para que não falem insumos para a fabricação.

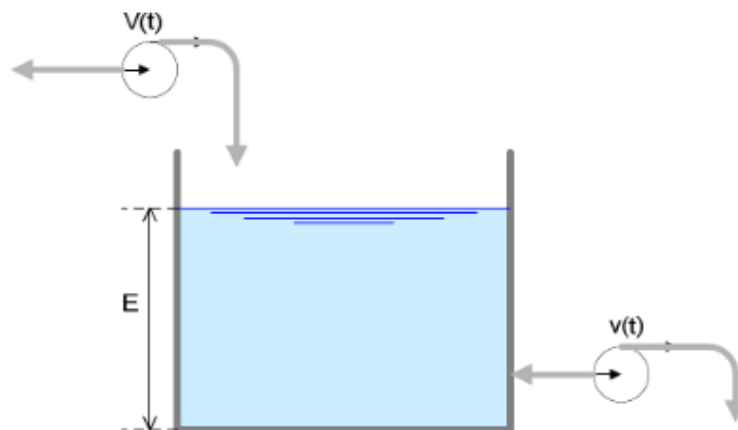
Como exemplo de metodologia, tem-se o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), estruturado para identificar defeitos em um ambiente empresarial e que se encaixa perfeitamente em processos que visam a melhoria contínua, através da eliminação de não conformidades e obtenção de soluções otimizadas seguindo as suas quatro etapas que surgiram a partir do desdobramento

de um método definido pelas letras P (*Plan*), D (*Do*), C (*Check*) e A (*Action*), que formam o ciclo PDCA.

As práticas administrativas de controle de materiais devem ser vistas com relevância para que a possibilidade de falha seja a menor possível, pois impacta diretamente outros departamentos, implicando o bom desempenho da empresa, principalmente no armazenamento, podendo até suspender a produção por falta de matéria-prima.

O armazenamento surge então justamente como opção para minimizar as chances de faltar materiais, compensando as irregularidades das taxas de demanda e produção. A Figura 1 mostra o funcionamento de uma caixa d'água, o qual ocorre de forma semelhante ao funcionamento de um estoque.

Figura 1 - Analogia do funcionamento dos estoques com uma caixa d'água



Fonte: Martins e Alt (2009).

$V(t)$, $v(t)$ e E representam a velocidade de entrada e saída, em unidades por tempo, e estoque. Quando a velocidade de saída dos itens é maior do que a entrada ($v(t) > V(t)$), o estoque é consumido e diminui. Na situação contrária ($v(t) < V(t)$), o nível de estoque aumenta, o valor de E só permanecerá inalterado quando as velocidades de entrada e saídas forem correspondentes ($v(t) = V(t)$).

Manter um estoque é vantajoso por proporcionar segurança em meios imprevisíveis, permitindo que a empresa disponibilize de modo imediato os itens armazenados. Em contrapartida, é dispendioso e um risco, uma vez que há chances de degradação de todo o material ou produto acumulado, sem mencionar o espaço ocupado em galpões e armazéns. Por estes dois motivos, manter o estoque alto ou baixo sempre foi um dilema enfrentado pelos profissionais

responsáveis por gerir esta área. Uma boa gestão nesta área resulta diretamente na regularização do fluxo de negócios da empresa.

Como objetivo geral, o presente trabalho propôs a aplicação da ferramenta MASP para melhorar a eficiência da gestão de estoque de materiais utilizados na produção de espelhos planos em uma indústria de vidros.

Por fim, os objetivos específicos do trabalho foram:

- Fazer uma análise das atividades relacionadas ao estoque para detectar problemas que culminavam nos erros de inventário físico;
- Organizar os materiais, planilhas e dados do sistema a partir da implementação de ferramentas e procedimentos;
- Selecionar os indicadores chaves de desempenho que foram acompanhados no decorrer do projeto;
- Determinar o nível de importância, tipo de estoque, rotina de revisão e estratégia de armazenamento para cada material do setor;
- Trabalhar os dados para melhorar as atividades de projeção de estoque e análise de consumo utilizando de recursos gráficos;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção estão apresentados os conceitos utilizados no desenvolvimento da pesquisa, envolvendo a fabricação de vidros e espelhos, a gestão de estoque, a metodologia MASP e as ferramentas de gestão.

2.1 Processo *Float* de fabricação de vidro

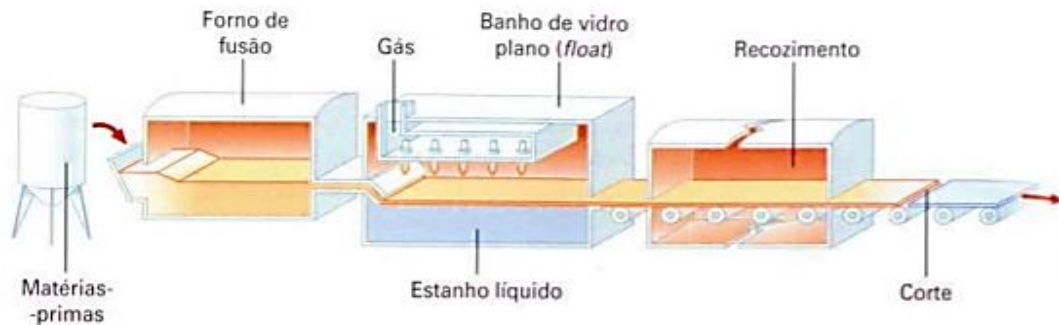
A principal matéria-prima para a produção de espelhos é o vidro, que em sua origem, resumia-se apenas em proteção contra as adversidades da natureza, como vendavais, temporais e nevascas, mas sem impedir a passagem de luz. Hoje, devido aos avanços da tecnologia, o vidro plano despertou grande interesse na construção civil devido as diversas propriedades que o material oferece, como proteção térmica, acústica, mecânica e até mesmo decoração, principal motivo pela aplicação na indústria moveleira e decoração de interiores, tanto na sua forma original como também na forma de espelho (PINHEIRO, 2007).

Conforme Pereira (2006), o processo que fabrica esta categoria de vidro é denominado de *Float*, o qual se divide em cinco etapas de acordo com a Figura 2.

- Preparo da matéria-prima: As matérias-primas utilizadas para a produção variam de acordo com cada receita, mas no geral utilizam-se areia de sílica, óxidos metálicos e vidro partido. Os materiais são pesados, humedecidos para não segregar grãos e misturados.
- Fusão: A mistura é fundida a uma temperatura em torno de 1150°C, homogeneizado para não formar bolhas e acondicionado termicamente para o ajuste da viscosidade exigida no processo.
- Banho de estanho: O vidro em sua forma líquida é despejado sobre um banho de estanho fundido, que por ser mais denso, faz o vidro escorrer na superfície formando uma tira. Os lados desta tira são polidos pelo próprio estanho e pelo fogo.
- Recozimento: O vidro, agora em sua forma rígida, percorre por um túnel para reduzir a temperatura gradualmente até em torno de 250°C e depois até a temperatura ambiente ao ar livre. Esta etapa é importante para liberar as tensões internas do vidro que causam quebras indesejáveis na etapa de corte.

- Corte: Por fim, a tira de vidro é cortada em chapas nas dimensões desejadas.

Figura 2 - Fases do Processo Float



Fonte: Pereira (2006).

2.1.1 Processo de fabricação de espelhos planos

O reflexo da água de lagos e rios inspirou o homem primitivo a produzir os primeiros espelhos de cobre no Egito. Foi somente no final do século XVII que os artesãos italianos produziram espelhos com características mais próximas da atualidade, vidros com uma fina camada metálica na superfície. O brilho das peças fez com que o item fosse valorizado como joias da nobreza (O VIDROPLANO, 2008).

Em 1835 foi descoberto o processo que utiliza a prata como camada metálica do espelho pelo químico Justus von Liebig. É este metal que dá a característica refletiva e é utilizado até hoje nos dois processos de espelhamento mais famosos, o galvânico e o *copper-free* (O VIDROPLANO, 2008).

2.1.2 Processo Galvânico

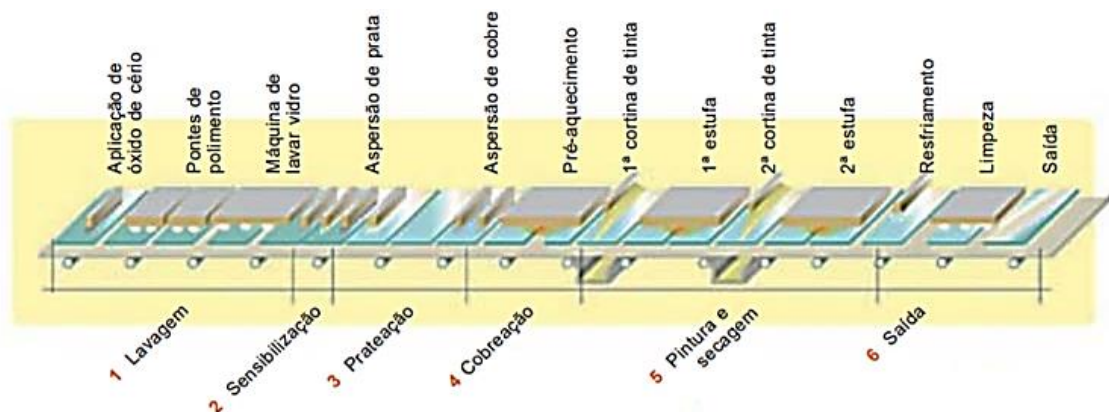
O processo galvânico é um dos métodos mais empregados nas indústrias de espelhamento. Consiste na deposição de camadas de prata e cobre metálicos seguido de uma aplicação de tinta para a proteção. Conforme a revista O Vidroplano (2008), o processo está ilustrado na Figura 3 e consiste nas seguintes etapas:

- Polimento: Primeiramente o vidro é limpo e polido por lavadoras que escovam a superfície da folha com água e óxido de cério, criando assim

micro ranhuras imperceptíveis que aumentam a área de adesão da prata.

- Sensibilização: Após lavado, inicia-se a aplicação de estanho para sensibilizar a superfície antes do espelhamento.
- Espelhamento: Em seguida, começa o processo de espelhamento, no qual uma solução de nitrato de prata é pulverizada juntamente com um redutor na superfície do vidro. Neste momento é possível observar a chapa transparente se transformando em espelho.
- Aplicação do cobre: Nos espelhos galvanicos ocorre a aplicação de uma camada de cobre após o espelhamento para proteger a camada de prata de oxidação.
- Pintura: Por fim, camadas de tintas são aplicadas para proteger os metais aplicados anteriormente.

Figura 3 - Processo Galvânico de fabricação de espelhos



Fonte: O Vidroplano (2008).

2.1.3 Processo *Copper-free*

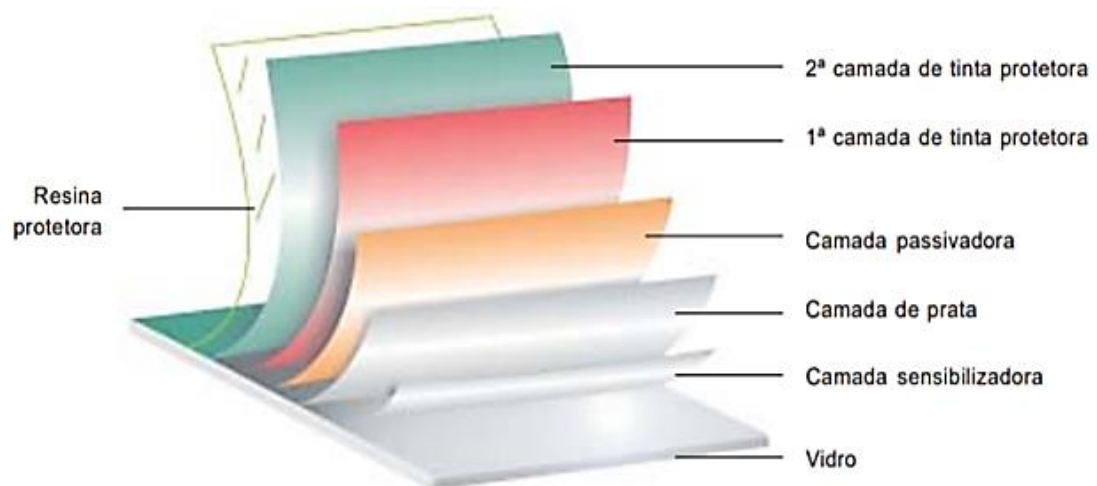
Sendo o mais recente e utilizado pelas principais indústrias que produzem vidros no Brasil, o processo *copper-free*, apesar de ser parecido com o galvânico, possui pontos diferentes que são críticos para a obtenção de um espelho de melhor qualidade (O VIDROPLANO, 2008). A diferença consiste na utilização de diferentes matérias-primas, que em conjunto formam as camadas ilustradas na Figura 4 e processo consiste nas seguintes etapas:

- Polimento: Do mesmo modo que o processo galvânico, uma máquina com escovas rotativas que limpa e cria micro ranhuras para aumentar a

adesão da prata.

- Sensibilização: Depois de limpo e polido, a superfície da chapa é sensibilizada com a solução de cloreto de estanho, igualmente ao processo galvânico.
- Ativação: Em substituição a etapa de aplicação de cobre do processo anterior, tem-se a etapa de ativação. É aplicada uma solução de cloreto de paládio. O uso deste elemento químico é a principal característica que diferencia os dois processos, a utilização deste metal aumenta ainda mais a aderência da prata na superfície.
- Espelhamento: Com a superfície preparada, inicia-se o jateamento da solução de prata com o seu redutor sobre o vidro sensibilizado, o qual se transforma em espelho segundos depois, deixando de ser transparente.
- Passivação: Aplica-se a seguir um produto chamado de passivador, que além de proteger a camada de prata, aumenta também a aderência das tintas que serão aplicadas posteriormente. Nota-se então nesta etapa a substituição do cobre que é utilizado no processo galvânico para desempenhar o mesmo papel de proteção da prata.
- Pintura: Para finalizar o processo, camadas de tintas são aplicadas para proteção contra oxidação e aumentar a resistência mecânica do espelho. Nesta etapa é possível aplicar um filme de resina como complemento para aumentar a resistência mecânica da chapa.

Figura 4 - Camadas características do método *copper-free*



Fonte: O Vidroplano (2008).

2.2 Controle de estoque

A definição de estoque apresentada por Slack, Chambers e Johnson (2009), é o armazenamento de bens físicos em um processo de transformação, consequência do andamento irregular entre demanda e fornecimento do mercado. Tais bens conforme Martelli e Dandaro (2015), se dividem em dois tipos, as matérias-primas e recursos que serão utilizados em um determinado momento na produção e os produtos acabados que são colocados em armazéns e prateleiras enquanto não são destinados para venda.

Na gestão do sistema de estoque, comumente os gerentes encaram tomadas de decisões com base em três pontos principais, a quantidade a ser pedido, quando deve ser pedido, e como estabelecer o controle do sistema. O último é o que necessita de mais esforço por parte do responsável, já que é neste ponto que se implanta os procedimentos e ferramentas de controle (SLACK, 2009). Um exemplo de ferramenta é o inventário físico, que se baseia na contagem física dos materiais, assegurando que as quantidades físicas estejam em conformidade com os relatórios e sistemas. É importante certificar os processos estão claros e consolidados, pois isso implica em um bom funcionamento dos sistemas de Planejamento das Necessidades de Materiais, conhecido como *Material Requirement Planning* (MRP) e de outros setores como fiscal e contabilidade (MARTELLI; DANDARO, 2015).

2.2.1 Tipos de estoque

A variação das taxas de demanda e de suprimento resulta na formação de diferentes tipos de estoque. De acordo com Slack, Chambers e Johnson (2009), são classificados em cinco tipos, os quais são de antecipação, segurança, ciclo, desacoplamento e canal.

2.2.1.1 Estoque de antecipação

Em determinados ramos as flutuações das demandas são ainda mais intensas, mas com a experiência dos profissionais experientes, tornam-se previsíveis. O estoque de antecipação é utilizado nestes casos, quando a demanda

é sazonal e irregular. A estratégia é fazer o produto mesmo que não seja necessário naquele momento, desde que não haja outras prioridades, fazendo com que a produção sempre esteja à frente da demanda. Quando se trata de matéria prima, a compra antecipada destas segue o mesmo raciocínio (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

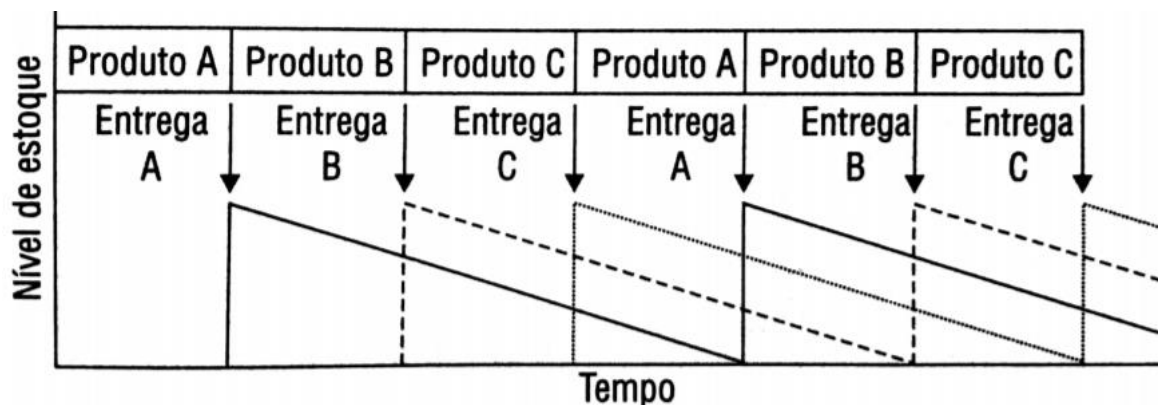
2.2.1.2 Estoque de segurança

Pode ser chamado também de estoque isolador. Se assemelha com o de antecipação por ser aplicado quando as irregularidades das demandas são intensas, mas difere por ser utilizado quando não é possível fazer uma previsão do cenário. Este tipo sempre manterá um nível estoque de maneira que tenha material suficiente para uma determinada quantidade de vendas emergenciais e que não falte matéria prima a ponto de interromper a o processo produtivo. Além disso, compensa também as imprecisões do fluxo de fornecimento de recursos, contando também a margem de confiabilidade de fornecedores e transportadoras (GRAZIANI, 2013).

2.2.1.3 Estoque de ciclo

Quando há mais de um produto a ser produzido e não é possível fazê-los simultaneamente, é comum identificar esta categoria de estoque. É produzido então lotes de cada produto em bateladas como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Estoque de Ciclo



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

Nota-se que é necessário compensar os estoques nestes cenários, mesmo com demandas previsíveis, e quando se trata de um portfólio de produtos que requerem diferentes matérias primas para serem processados, gerenciar os recursos se torna primordial (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.2.1.4 Estoque de desacoplamento

Em fábricas que o processamento do produto ocorre entre departamentos que possuem o seu funcionamento e rotina independente entre si, é comum observar este tipo de estoque. Os arranjos físicos nestes casos são projetados minuciosamente e otimizados ao máximo, de modo a posicionar estrategicamente os equipamentos e funcionários. Isso resulta na junção de lotes de materiais em processo que se acumulam em fila na espera do próximo estágio, criando a oportunidade de programar o processamento independentes entre as áreas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

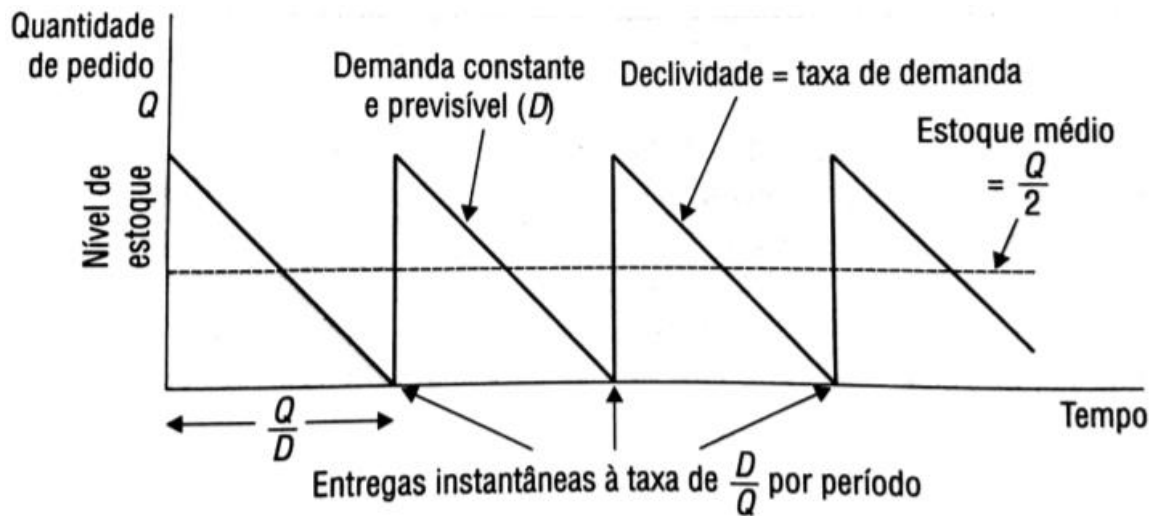
2.2.1.5 Estoque no canal

O estoque no canal surge em situações de transporte, ou seja, o ponto de demanda e fornecimento não se encontram no mesmo local. No momento em que o produto, após ser embalado e preparado para ser transportado, passa por realocação, tem-se um estoque no canal de distribuição (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.2.2 Perfis de estoque

A Figura 6 mostra a representação gráfica de um nível de estoque simples e genérico, o qual ilustra o comportamento de um cenário em que uma demanda fixa de taxa D itens por mês é suprida com o fornecimento de uma quantidade Q itens, o qual é abastecido no momento em que o estoque atinge o valor de zero. Sob esta situação é possível calcular o intervalo entre as entregas pela razão entre Q e D (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

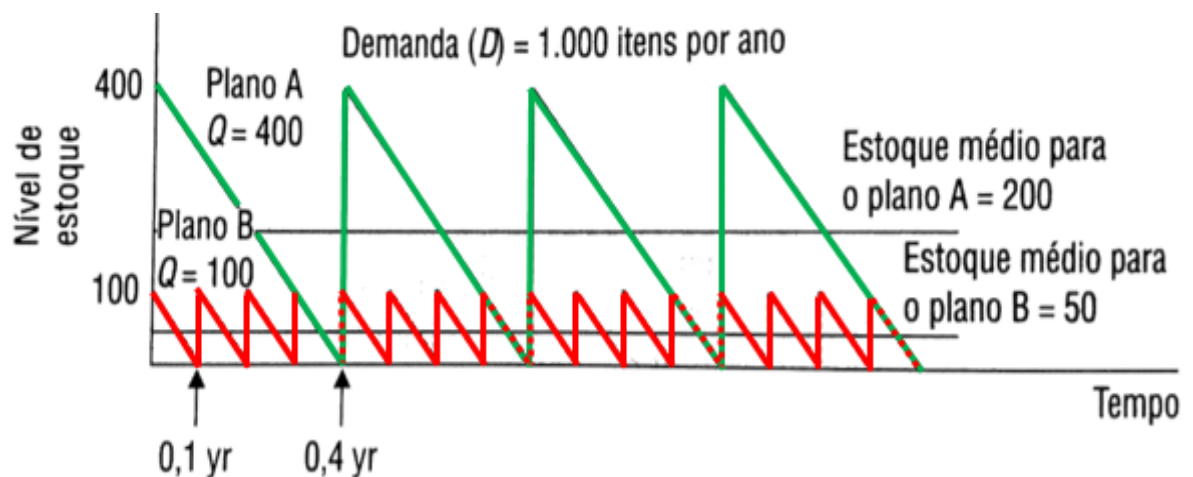
Figura 6 - Perfil de Estoque



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

As decisões das quantidades de um material específico no reabastecimento do estoque podem ser tomadas com base no lote econômico de compra (LEC). Conforme Graziani (2013), esta é uma abordagem que procura obter uma harmonia nos estoques, conciliando as desvantagens e vantagens de manter cada item. A Figura 7 por exemplo ilustra dois perfis obtidos a partir de estratégias de abastecimento diferentes. A linha verde representa um plano que engloba pedidos de reposição maiores, enquanto que a vermelha, pedidos em quantidades equivalentes a um quarto do pedido maior, resultando em uma maior frequência de pedidos colocados.

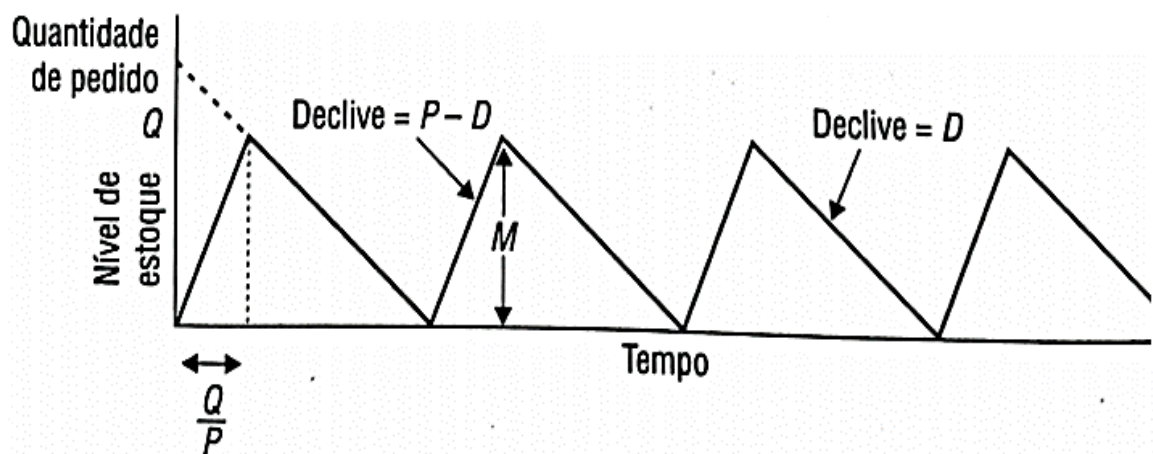
Figura 7 - Estratégias de Estoque



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

Nos processos que não há interrupções, o que ocorre nos processos contínuos, durante o período em que os insumos chegam ao estoque, a produção prossegue. Desde que a taxa de abastecimento seja maior que a de consumo, o estoque sempre crescerá e o perfil de estoque resultante se assemelha com o perfil ilustrado na Figura 8, o qual observa-se o crescimento em declive do estoque. Este declive é resultado das diferenças entre as taxas P e D que representam as taxas de abastecimento e consumo respectivamente.

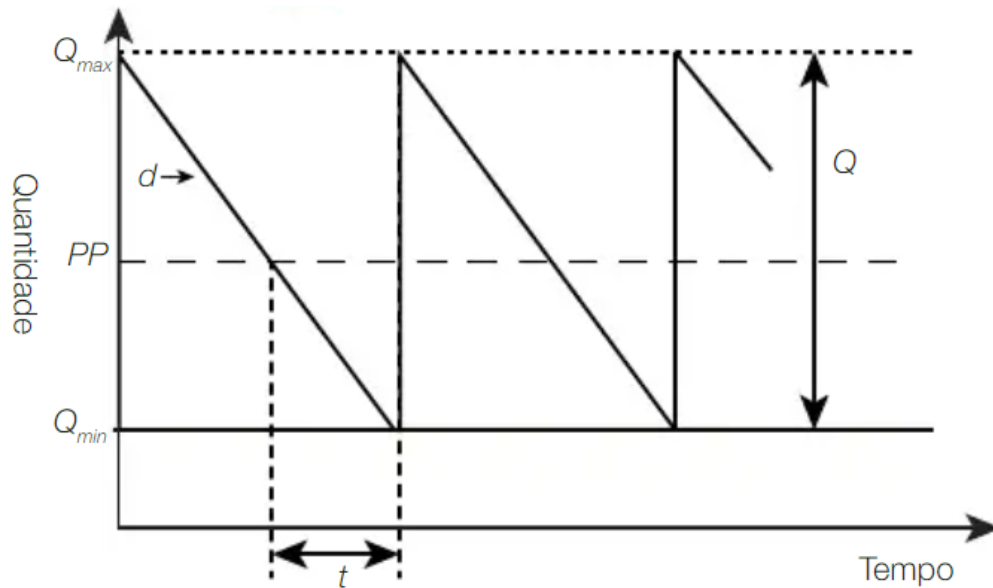
Figura 8 - Reabastecimento Gradual de Estoque



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

Tratando-se do reabastecimento, o que realmente ocorre na maioria das vezes, principalmente em linhas de produção, os recursos não chegam imediatamente no estoque, impossibilitando assim a colocação dos pedidos no momento em que os materiais se esgotassem como mostram os gráficos das Figuras 6 e 7. Nestes casos, é comum observar uma lacuna entre o pedido e o abastecimento, sendo necessário então tomar a decisão de quando realizar o pedido considerando esta lacuna, o qual é chamado também de *lead time*. A Figura 9 mostra um termo que surge ao considerar o *lead time* no fluxo de fornecimento, o Ponto de Pedido (PP), que é o ponto que o nível de estoque está suficiente abastecido para que não falte material até a chegada da próxima compra (TUBINO, 2007).

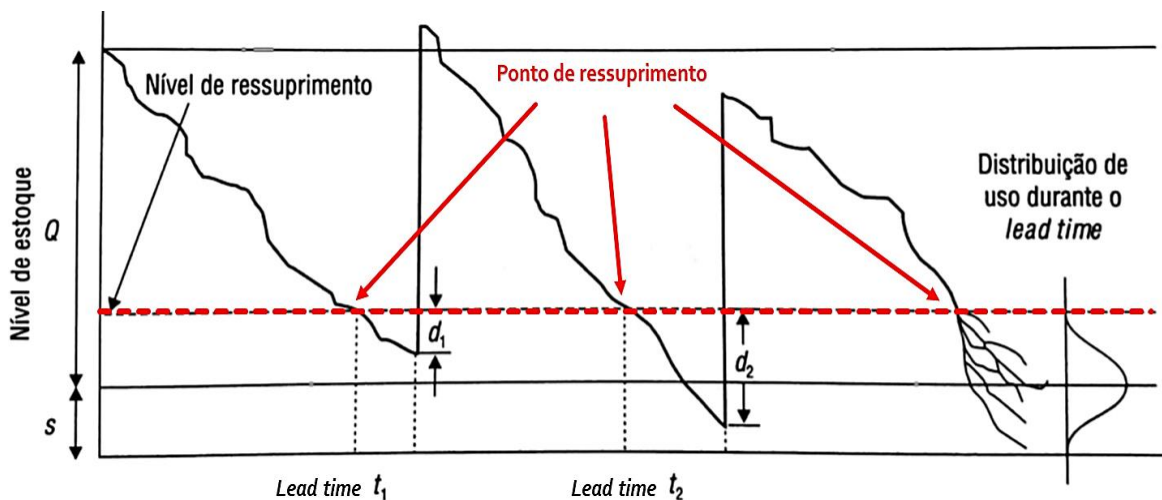
Figura 9 - Ponto e Nível de Pedido no Perfil de Estoque



Fonte: Tubino (2007).

Entretanto, neste cenário pressupõe-se um *lead time* constante e demanda fixa, o que não ocorre nos casos, já que é comum que fornecedores não informam um número exato de tempo, mas sim um prazo ou intervalo de tempo. As variações destes dois fatores resultam em estratégias que originam perfis de estoque semelhantes ao da Figura 10, circunstâncias que os pedidos são feitos para que o abastecimento seja feito quando ainda houver insumos no estoque. As letras S, t e d representam o estoque de segurança, *lead time* e distribuição das quantidades de material utilizado durante o *lead time* (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Figura 10 - Perfil de Estoque com a variação da demanda e lead time



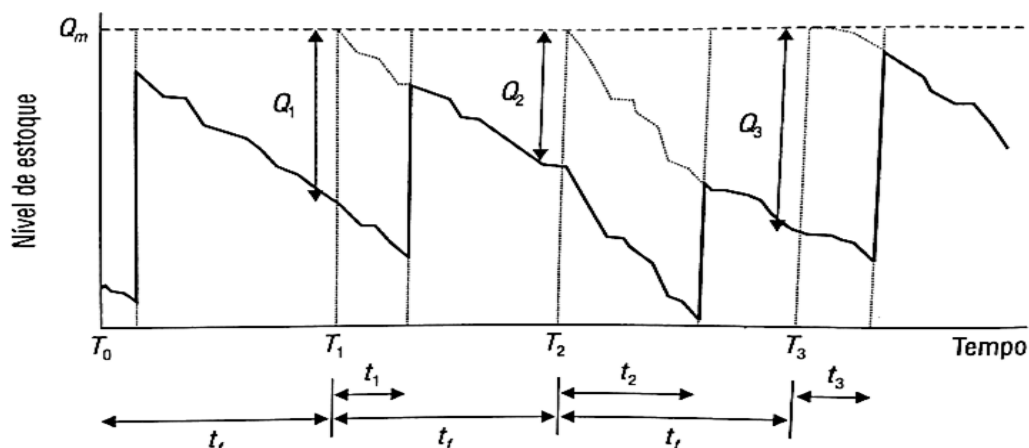
Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

Segundo Graziani (2013), o ponto principal ao avaliar o quanto manter de estoque de segurança é estudar a distribuição de consumo dos materiais após o pedido ser emitido. Caso o estoque de segurança seja determinado considerando o menor valor desta distribuição, o risco de faltar material será grande. Por outro lado, considerar o maior valor de distribuição resultara em chances mínimas de faltas no estoque.

O método para auxiliar a decidir o momento de reabastecer tomando como base os níveis de estoque é chamado de revisão contínua, pois os responsáveis acompanham continuamente os níveis de estoque e acionar a compra quando este atinge quantidade de ressuprimento. O efeito deste método é a realização de pedidos com quantidades iguais toda vez, porém em intervalos de tempo irregulares, já que a taxa de demanda sempre varia. Conferir o estoque a todo instante exige tempo, ainda mais quando há diversos itens a serem controlados, e para minimizar isso é utilizado sistemas computadorizados para fazer os registros e acompanhamentos (GRAZIANI, 2013).

Uma outra abordagem considerada mais simples por Graziani (2013) é a revisão periódica. Ao invés de realizar o pedido quando o nível de estoque chega no valor estabelecido, o método propõe compras em ciclos regulares com a checagem periódicas do estoque. Ou seja, mensalmente ou semanalmente por exemplo, os níveis dos materiais serão consultados e os pedidos serão feitos de modo a atingir o nível desejado. Isso faz com que as quantidades mudem de um pedido para o outro como mostra a Figura 11. Q_1 , Q_2 e Q_3 representam as quantidades diferentes de compras realizadas em periodicidades t_f constantes.

Figura 11 - Perfil de Estoque com revisões Periódicas



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

Todos os modelos e situações que foram apresentados no presente trabalho continuam sendo considerados simples ao comparar com as dificuldades reais na gestão de um estoque, até mesmo os que consideram o *lead time* e as variações de demanda, pois lidar com cada item que possui fornecedores específicos com lead times diferentes e demandas que flutuam agressivamente são rotinas dinâmicas que envolvem atividades complexas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.2.3 Priorização e classificação de estoque

Para um melhor controle, os responsáveis pelos estoques devem separar os diferentes materiais no estoque e determinar um grau de controle de acordo com a importância, já que uns itens são mais críticos para o processo ou são mais vendidos, pois estoques em excesso de materiais caros significa um preço de estoque também alto (TUBINO, 2007).

Apesar do consumo e preço serem os critérios considerados para avaliar a importância no estoque, outros critérios podem ser utilizados conforme afirmam Slack, Chambers e Johnson (2009).

- Impactos da falta de estoque: Priorização dos itens que na falta, interromperiam a produção ou complicam a relação com os clientes.
- Imprevisão de fornecimento: Atentar aos itens que possuem fornecimento incerto, mesmo sendo de baixo custo.
- Validade ou desatualização: Atentar aos materiais que podem passar do prazo de validade ou perder o valor e se tornar obsoleto.

Alguns modelos de classificar estoque consideram estes critérios utilizando as letras ABC em uma determinada sequência para classificar. Por exemplo, um material categorizado por A/B/A simboliza que o material é de classificação A devido ao alto valor, B ser um material que não é crítico e nem desprezível no processo e A por possuir grandes chances de deterioração, seja por prazo de validade ou condições de armazenamento (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.2.4 Controle de saída e consumo no estoque

Durante os manuseamentos dos materiais, para a diminuição de desperdício é necessário implantar uma filosofia que seja concordante com o que o processo ou empresa exige. Técnicas de armazenamento incoerentes podem onerar o produto, e para solucionar isso, há ferramentas que auxiliam na administração da entrada e saída dos itens para um controle e uso mais inteligente, as principais são chamadas de *First in first out* (FIFO), *Last in first out* (LIFO) e *First to expire first out* (FEFO) (PEREIRA et al., 2015).

- FIFO: O material que entra primeiro no estoque é o primeiro a sair, fazendo com que o produto siga o fluxo de mercado antes que se torne ultrapassado.
- LIFO: O material que entra por último no estoque é o primeiro a sair, aplicado para produtos que não possuem data de validade.
- FEFO: O material que possui o prazo de validade mais curto é o primeiro a sair, evitando desperdícios por perdas de matérias-primas vencidas.

2.2.5 Sistemas de dados de estoque

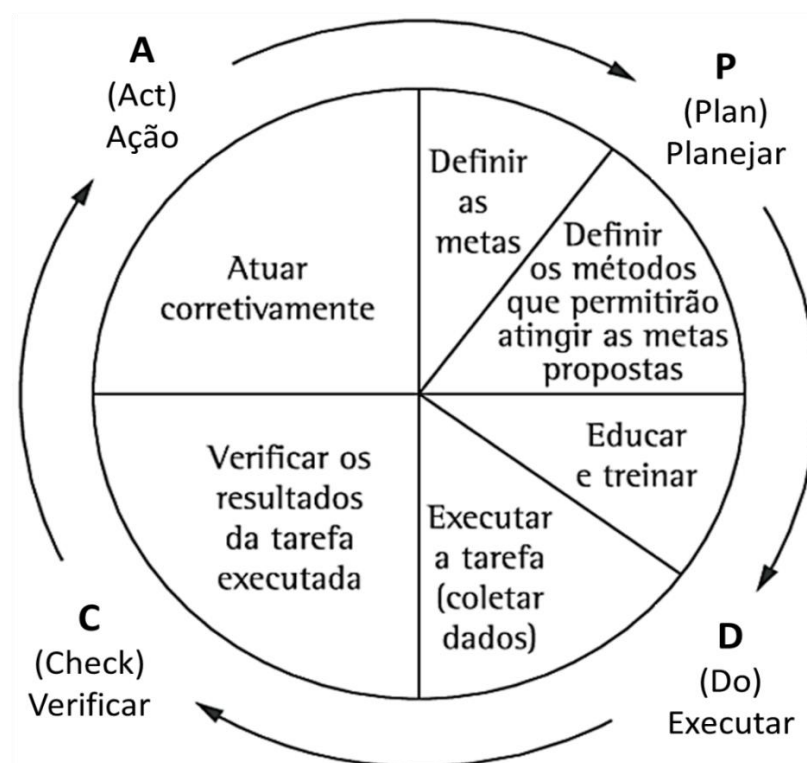
As informações de estoque são gerenciadas por processos computadorizados, o que facilita os cálculos de controle feitos frequentemente. Estes sistemas digitais são aplicados sempre que possível devido a rapidez e conveniência, como por exemplo na utilização de leitor de código de barras ao vender ou comprar um produto. Contudo, tais sistemas são baseados em um princípio chamado de estoque perpétuo, o qual consiste simplesmente na ideia de que as movimentações de estoque são atualizadas de forma automática sempre que há movimentações como abastecimento e consumo, o que de fato não ocorre. Qualquer registro errado de manuseio e movimentação física de materiais resultará em divergências entre o estoque real e sistema, quanto mais movimentações, mais chances da ocorrência de divergências causadas por contagem errada, erro de digitação, itens danificados que não são computados, movimentação sem registro no sistema, atraso na atualização dos registros e até mesmo roubo de itens, muito comum em ambientes de varejo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.3 Ciclo PDCA de controle de processo

A palavra método surgiu a partir da junção das palavras gregas META e HODOS, significado de “além de” e “caminho” respectivamente. Quando juntas, é interpretado como uma forma de traçar uma rota para alcançar um ponto que se encontra além do caminho, e este ponto é a representação de exemplos como baixos custos, qualidade superior, menor prazo de entrega e afins (CAMPOS, 1992).

Conhecido também como ciclo de Deming ou de Shewhart, o ciclo PDCA é um método utilizado como ferramenta de gestão, o qual auxilia os seus usuários no controle contínuo de processos e produtos. O método, em uma abordagem simples, fundamenta-se em um ciclo que contém as atividades recorrentes e planejadas para alcançar as metas determinadas. Este método gerencial está estruturado em quatro fases fundamentais de acordo com a Figura 12, que tornam os processos de gestão mais coerentes e eficientes: *Plan*, *Do*, *Check* e *Act* (ALVES, 2015).

Figura 12 - Ciclo PDCA de controle de processos



Fonte: Campos (1992).

Os termos citados significam planejar, executar, verificar e atuar corretivamente, são as quatro etapas fundamentais do controle. A primeira etapa consiste na elaboração da diretriz de controle, momento em ocorre o estabelecimento de metas e escolha de métodos para alcançá-las, ou seja, propor um planejamento. O próximo passo é executar o plano proposto, é de extrema importância o treinamento dos envolvidos e a coleta de dados para a análise posterior. A verificação propriamente dita é a etapa destinada para a verificação dos resultados com as metas planejadas, e por fim, tem-se a atuação corretiva, momento de realizar correções de maneira definitiva ao detectar algum desvio, fazendo com que o problema não apareça novamente (CAMPOS, 1992).

O ciclo PDCA é amplamente aplicado também na melhoria das diretrizes de controle, tarefas destinadas principalmente desde supervisores até níveis presidenciais. A utilização do ciclo para melhorias, conhecida no Japão por QC Story, constitui o Método de Análise e Solução de Problemas (CAMPOS, 1992).

2.4 Método MASP

O Método de Análise e Solução de Problemas é um modelo apresentado para analisar e resolver problemas rotineiros desde pequenas a grandes organizações. Este método, conhecido também por QC Story ou Método de Solução de Problemas, fora do Brasil, foi estruturado pela *Union of Japanese Scientists and Engineers* (JUSE) no Japão a partir do desdobramento do método gerencial do Ciclo PDCA (ENAP, 2015).

É um processo dinâmico e flexível que tem como objetivo de ampliar a visão para a busca de soluções satisfatórias para cada caso defrontado seguindo uma ordem lógica, o qual se inicia pela detecção do problema, seguindo com a análise e concluindo com uma tomada de decisão, um processo que acaba estreitando um conjunto de informações coletados. No decorrer da análise, novos dados surgem, cabe ao responsável utilizar a ferramenta à medida que o processo se desvia para o lado insatisfatório, tratar o problema, identificar os possíveis motivos que culminaram no problema, analisar a causa mais provável, e por fim, aplicar uma ação corretiva. O MASP é composto por 8 etapas (ENAP, 2015), de acordo com o Quadro 1 que demonstra a relação entre as oito fases do MASP e as quatro etapas do ciclo PDCA.

Quadro 1 - Fases do Método de Análise e Solução de Problemas

PDCA	FLUXOGRAMA	FASE DO MASP	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir o problema e verificar sua importância.
	2	Observação	Investigar as características do problema.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para as causas fundamentais.
D	5	Execução	Aplicar o plano para bloquear as causas.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	Bloqueio foi efetivo?	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular o processo de solução de problemas para trabalhos futuros.

Fonte: Campos (1992).

Como o PDCA é fundamentado com base em um ciclo, o MASP segue a mesma estrutura para sempre melhorar recorrentemente, e por causa disso não é estabelecido um final pré-determinado, podendo ser aplicada posteriormente ao surgir a necessidade de solucionar novas falhas que venham a comprometer o processo padronizado. A estrutura cíclica possui a mesma divisão que o ciclo PDCA de controle de processos, as quatro etapas principais que são o *Plan*, *Do*, *Check* e *Action*, mas difere quanto as descrições de cada uma e também nas subdivisões (ALVES, 2015).

2.4.1 *Plan* (Planejar)

Segundo Alves (2015), antes de executar qualquer processo, definir um plano é o primeiro passo para iniciar o ciclo. É o momento de selecionar um problema a ser resolvido ou um processo a ser otimizado. Esta etapa é subdividida em mais cinco etapas para organizar o procedimento.

- Identificação do problema: Realizado sempre ao deparar um resultado insatisfatório proveniente de um conjunto de causas possíveis.
- Estabelecimento da meta: Deve ser sempre composto por três partes fundamentais, o objetivo geral, prazo e valor a ser alcançado.
- Analisar o fenômeno: Coleta de dados e verificação dos fatos relacionados com o problema a ser resolvido para uma análise detalhada da situação.
- Análise do processo: Rastrear os principais motivos que causaram o problema.
- Plano de ação: É o resultado formado ao final da fase Plan que contém detalhadamente as ações a serem tomadas para alcançar as metas propostas no início.

Os indicadores chaves de desempenho, os quais são conhecidos pelo acrônimo formado pelas palavras *Key Performance Indicator* (KPI), são determinados nesta etapa de planejamento. Os indicadores medem e avaliam o progresso das atividades, auxiliando na gestão e conquista dos resultados esperados, pois estarão vinculados às metas definidas previamente. Devido a isso, precisam ser confiáveis, realistas e fáceis de obter e entender (MINISTÉRIO PÚBLICO DE SÃO PAULO, 2017).

2.4.2 Do (Executar)

Na segunda etapa é colocado em ação todas as estratégias traçadas e elaboradas na etapa anterior através de treinamentos e coleta de dados para análises futuras. De acordo com Alves (2015), esta fase pode ser subdividida em duas etapas.

- Treinamento: Divulgação do plano de ação aos integrantes envolvidos antes de dar início a execução.
- Execução: Momento em que o plano se inicia e a partir deste começam também uma série de verificações rotineiras para controlar e descartar possíveis dúvidas que podem surgir no decorrer do processo.

2.4.3 *Check* (Verificar)

Etapa destinada para a análise dos dados coletados e resultados obtidos. Pode se iniciar simultaneamente com a implantação do plano à medida que ocorre a verificação se os procedimentos estão sendo executados da forma proposta, ou ao final da etapa de execução. É a etapa para a detecção de falhas e desvios no processo através das interpretações estatísticas dos dados e checagem dos itens de controle (ALVES, 2015).

2.4.4 *Action* (Ação)

Por fim, definir e realizar as ações corretivas são as últimas etapas do método, ou seja, ajustar os erros e desvios identificados na etapa anterior e padronizar as tarefas executadas que fluíram de modo eficaz. Considerando um processo de melhoria contínua, após esta fase o ciclo se inicia novamente para o aperfeiçoamento contínuo do processo (ALVES, 2015). Na tentativa de resolver problemas, é importante eliminar as possibilidades de retorno dos mesmos em um curto intervalo de tempo, pois seria o indício de que as correções, ao invés de corretivas, foram meramente paliativas (MENEZES, 2013).

Enfim, utiliza-se o método MASP para melhorias dos processos do trabalho do dia a dia, garantir a entrega de resultados com qualidade e padronizar as mudanças de modo a manter estável e confiável. Independente da pessoa que o aplica, é ferramenta útil para auxiliar desde gerentes à operadores de uma fábrica nas tomadas de decisões, a introduzir ideias inovadoras para proporcionar a melhoria contínua (ENAP, 2015).

2.5 Programa 5S

Conforme Silva (2003), o 5S induz a uma melhor organização das pessoas e do ambiente, intensificando a qualidade. Qualquer intuito de melhorar a produtividade se inicia com a melhoria dos hábitos dos indivíduos envolvidos no processo, como rotinas de limpeza e organização dos elementos. A metodologia 5S se resume no aperfeiçoamento do ambiente de trabalho reorganizando os itens no espaço físico, obtendo uma otimização no uso dos materiais disponíveis, e da

mentalidade com a mudança de hábitos e modos de pensamentos. As atitudes ao final da implementação resultam na diminuição do desperdício seguindo os cinco conceitos simbolizados pela letra S do nome, sendo estes o *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

- *Seiri*: Senso de utilização ao separar materiais e informações úteis e descartar o que é categorizado como desnecessário para a execução das tarefas.
- *Seiton*: Senso de organização ao usar critérios para definir locais e modos de armazenamento para facilitar o manuseio e a localização.
- *Seiso*: Senso de limpeza que vai além de manter o local de trabalho limpo. Consiste em identificar a causa raiz da sujeira e eliminá-la.
- *Seiketsu*: Estabelecer fatores favoráveis para o condicionamento mental e físico, livre de substâncias nocivas, condições sanitárias e preocupar-se com a higiene.
- *Shitsuke*: Exercitar a força moral e física para formar hábitos apropriados para seguir procedimentos e normas.

2.6 Ferramentas de gestão

Empresas que tinham domínio da qualidade tempos atrás possuíam um diferencial e se sobressaíam no mercado, enquanto que as de baixa qualidade tinham que batalhar para se manterem. Hoje, com o avanço da globalização, a concorrência aumentou de um modo que a esta característica deixou de ser novidade, e sim um padrão mundial. Devido a isso, a qualidade se torna além de uma simples técnica, passa a ser uma ideologia para considerar e praticar em todos os processos existentes (MACHADO, 2012).

A prática de empregar ferramentas estatísticas e técnicas gráficas por empresas está relacionado como fato de que eliminar as causas raiz das falhas aumenta a produtividade e consequentemente a qualidade por si só (TOLEDO et al., 2014). Ferramentas de gestão são exemplos de tais técnicas que mensuram, analisam, definem e propõem soluções para um melhor desempenho no trabalho. Estas ferramentas emergiram, consideravelmente, depois da década de 50 e desde

então o uso destas se tornou de grande importância para os recursos de gestão (MACHADO, 2012).

2.6.1 *Brainstorming*

A “tempestade de ideias”, conhecida como *brainstorming*, é uma técnica simples usada para auxiliar outras ferramentas de gestão através da geração de ideias, que potencializa a criatividade das pessoas, as quais são incentivadas a romper barreiras mentais e opinar sem ter a preocupação de ser criticado. Depois de emergidas, as ideias são filtradas e as mais viáveis e boas são selecionadas (TOLEDO et al., 2014).

A intenção é obter o maior número de ideias para possíveis soluções de um problema que normalmente é simples. Caso não seja, este deverá ser decomposta e aplicar o *brainstorming* em cada parte (MACHADO, 2012).

2.6.2 Folha de Verificação

É uma ferramenta utilizada em diversas ocasiões, pois engloba todas as atividades que envolvem a coleta, registro, e análise de dados, ações comuns no cotidiano de uma empresa. A Folha de Verificação pode ser aplicada por meio de formulários físicos como os *check lists* que ficam em pranchetas e pastas, ou até mesmo em planilhas eletrônicas. Seu formato também é variado, ou seja, não possui um padrão a ser seguido, a montagem deve ser feita de acordo com o objetivo do processo e de modo que facilite a organização dos dados (NETO et. al, 2017).

2.6.3 5W2H

Criada por profissionais da área automobilística do Japão, a ferramenta surgiu com o intuito de auxiliar o método PDCA, especificamente na etapa de planejamento. Ao elaborar o plano de ação as ideias precisam estar claras, e um bom método para mantê-las organizadas de uma maneira visual, utiliza-se um *check list* apontando os pontos fundamentais de ação (REIS et al, 2016).

Conforme Machado (2012), a ferramenta ajuda a formar um plano de ação

a partir da resposta de sete questões: O que? Por quê? Onde? Quando? Quem? Como? Quanto custa? Tais perguntas em inglês formam o anagrama 5W2H (*what, why, where, when, who, how* e *how much* respectivamente). O Quadro 2 mostra as perguntas e definições de cada etapa.

Quadro 2 - Etapas do 5W2H

Método dos 5W2H			
5W	What	O Que?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por Quê?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada a ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custa para executa a ação?

Fonte: Silva (2017).

Ao final, as respostas obtidas estarão relacionadas e o resultado será um plano de ação com detalhes fáceis de visualizar e compreender (REIS et al, 2016).

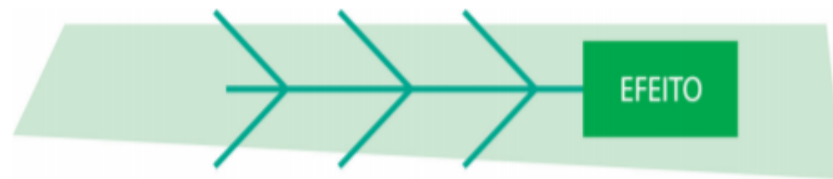
Em casos que o custo da ação não é enfatizado, a pergunta “quanto custa” não é considerada e o novo anagrama para estes casos considera apenas as seis perguntas em inglês que formam o novo anagrama 5W1H (*what, why, where, when, who* e *how* respectivamente) (OLIVEIRA et al., 2011).

2.6.4 Diagrama de Ishikawa

Esta ferramenta teve origem na Universidade de Tóquio no ano de 1943 e carrega consigo o nome do seu criador, Kaoru Ishikawa. É popularmente conhecido como diagrama de causa e efeito, ou ainda diagrama espinha de peixe. Foi desenvolvido para mostrar a conexão entre o resultado e as prováveis causas que contribuíram para este, mostrando a relevância de separar cada causa dos efeitos no gerenciamento para evitar confusão (MACHADO, 2012).

O diagrama começa do lado esquerdo do esquema ilustrado na Figura 13, o qual consta o efeito, fim ou resultado caracterizado. De acordo com Aguiar (2014), há sempre um conjunto de causas que influenciam na ocorrência de um efeito, as quais são colocadas ao final de cada ramificação.

Figura 13 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Machado (2012).

Uma forma de encontrar as causas e começar a estruturar o diagrama é o uso do 6M, a divisão das causas em seis famílias, como mostra a Figura 14: máquinas, meio ambiente, medidas, materiais, métodos e mão-de-obra. Conforme Campos (1992), são conhecidos por fatores de manufatura ou fatores de serviço quando estruturado para serviços.

Figura 14 - Diagrama de Ishikawa com o uso dos 6M's



Fonte: Machado (2012).

2.6.5 Matriz GUT

A existência de inúmeros problemas em um processo e a dúvida de qual resolver primeiro justifica a necessidade desta ferramenta. Esta técnica consiste na elaboração de uma matriz que mensura o nível da importância de cada problema previamente qualificado de acordo com a Gravidade, Urgência e Tendência (GUT), critérios que formam o anagrama que dá o nome a ferramenta. A Gravidade corresponde ao impacto que o problema gera nos resultados do processo, enquanto que a Urgência tem relação com o tempo disponível requerido para solucionar o problema e a Tendência, por fim, avalia a evolução do problema, ou seja, o potencial deste se tornar um contratempo grave se não for eliminado o quanto antes. Com os problemas listados na matriz, notas de um a cinco são atribuídas de acordo com o Quadro 3 (ALVES et al., 2017).

Quadro 3 - Critério de pontuação para a Matriz GUT

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	extremamente grave	precisa de ação imediata	irá piorar rapidamente
4	muito grave	é urgente	irá piorar em pouco tempo
3	grave	o mais rápido possível	irá piorar
2	pouco grave	pouco urgente	irá piorar a longo prazo
1	sem gravidade	pode esperar	não irá mudar

Fonte: Fáveri e Silva (2016).

Ao final, uma pontuação é obtida a partir da multiplicação das notas atribuídas para cada situação, como mostra a coluna G x U x T do Quadro 4. Ao final, os valores são colocados em ordem decrescente para a priorização, ou seja, a situação que obter o maior número deverá ser focado antes de seguir para os outros com valores mais baixos (ALVES et al., 2017).

Quadro 4 - Matriz GUT

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
Situação X	2	4	5	40	2
Situação Y	3	2	3	18	4
Situação Z	5	3	3	45	1
Situação W	1	5	4	20	3

Fonte: Fáveri e Silva (2016).

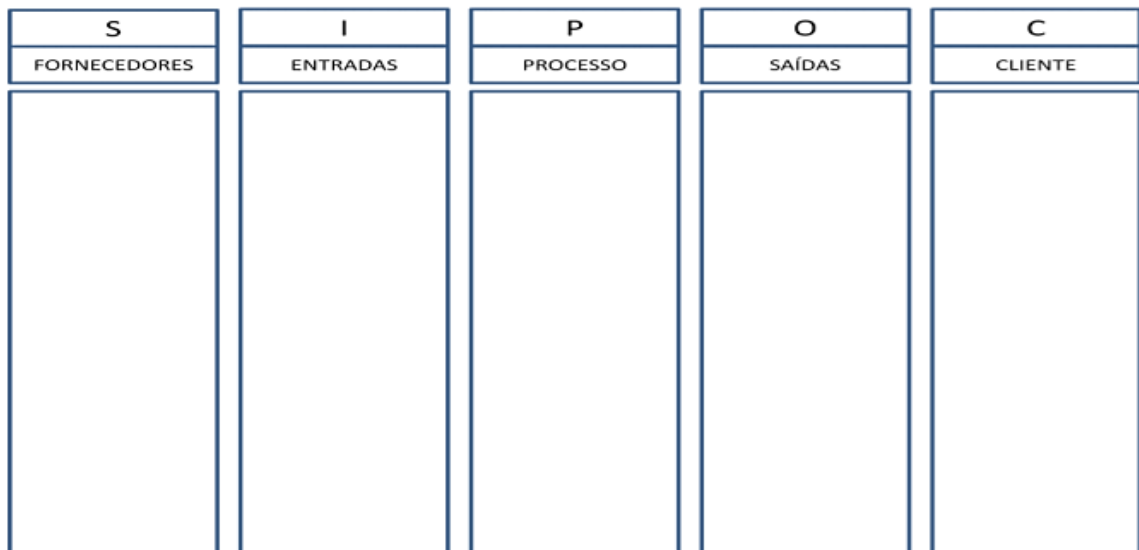
2.6.6 SIPOC

O anagrama da ferramenta forma as palavras *Suppliers*, *Inputs*, *Process*, *Outputs* e *Customers*, que traduzindo para o português significam fornecedores, entradas, processo, saídas e clientes. O SIPOC mapeia todos os componentes que são essenciais no projeto desde antes do início do processo até depois do final, permitindo visualizar todas as conexões envolvidas dentro de um processo e evidenciar as interfaces. É um modo de organizar as etapas do processo e identificar visualizar o impacto de cada parte na qualidade do *Output* (AZEVEDO et al., 2016).

A matriz ilustrada na Figura 15 mostra cada elemento analisado pela ferramenta. A letra S representa a parte que provém recursos, materiais e

informações, representados pela letra I, que serão utilizados no processo P. Este por sua vez engloba todas as atividades que convertem os itens que entraram em um produto ou serviço, os quais são representados pela letra S. Por fim, a letra C simboliza os clientes que compram os produtos e serviços (AZEVEDO et al., 2016).

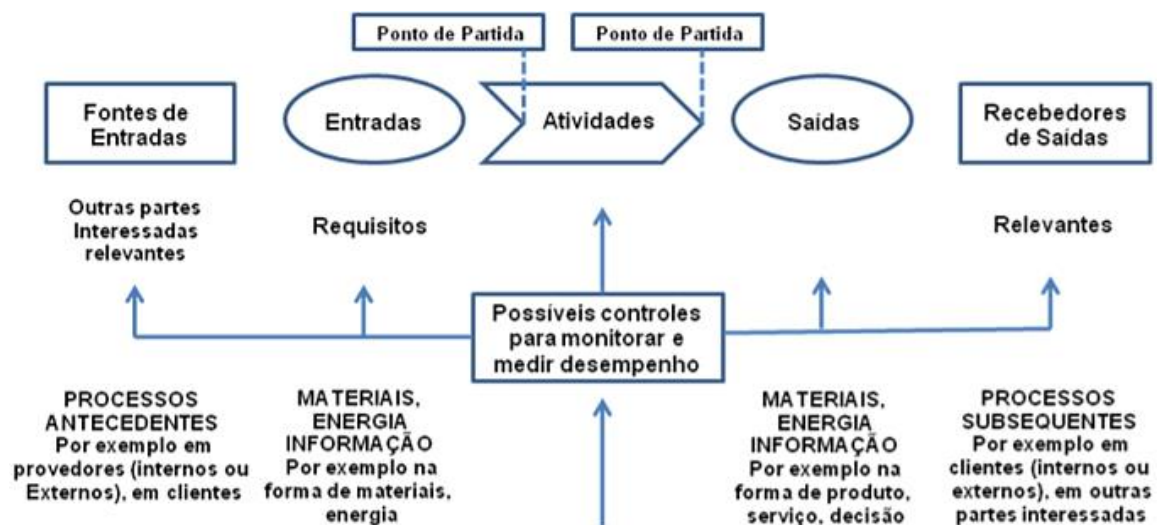
Figura 15 - Matriz SIPOC



Fonte: Azevedo et al. (2016).

Os elementos analisados na matriz SIPOC que compõem a Figura 16 são descritos e formam uma ilustração esquemática de um processo, elaborado pela ABNT (2015).

Figura 16 - Modelo de esquematização de processo com exemplos de cada componente

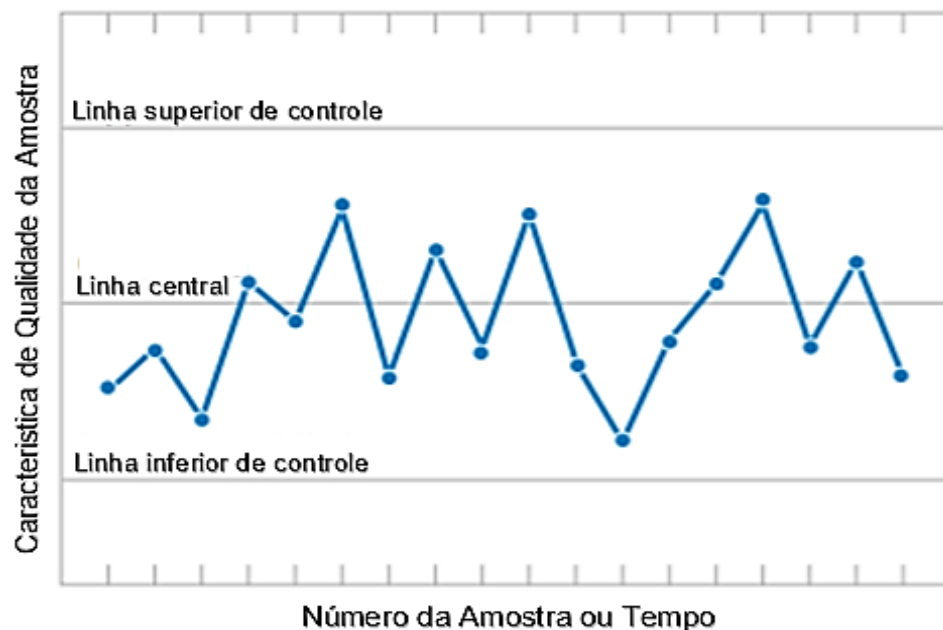


Fonte: ABNT (2015).

2.6.7 Gráfico de Controle

A imposição de metodologias de melhoria e controle da qualidade acarretou na criação dos gráficos de controle por Walter Shewhart em 1924. Desde então tornou-se uma ferramenta influente nos Controle Estatístico de Processo (CEP) nos estudos da variação de dados no decorrer de um período. Seu funcionamento segundo Montgomery e Runger (2003), ocorre através da disposição de gráficos para monitoramento de um processo. Os *designs* destes seguem um padrão semelhante ao ilustrado na Figura 17, o qual apresentam três linhas horizontais, uma linha central (LC), uma linha que representa o limite superior de controle (LSC) e outra o limite inferior de controle (LIC).

Figura 17 - Exemplo de um Gráfico de Controle para monitoramento de qualidade



Fonte: Montgomery, Runger (2003).

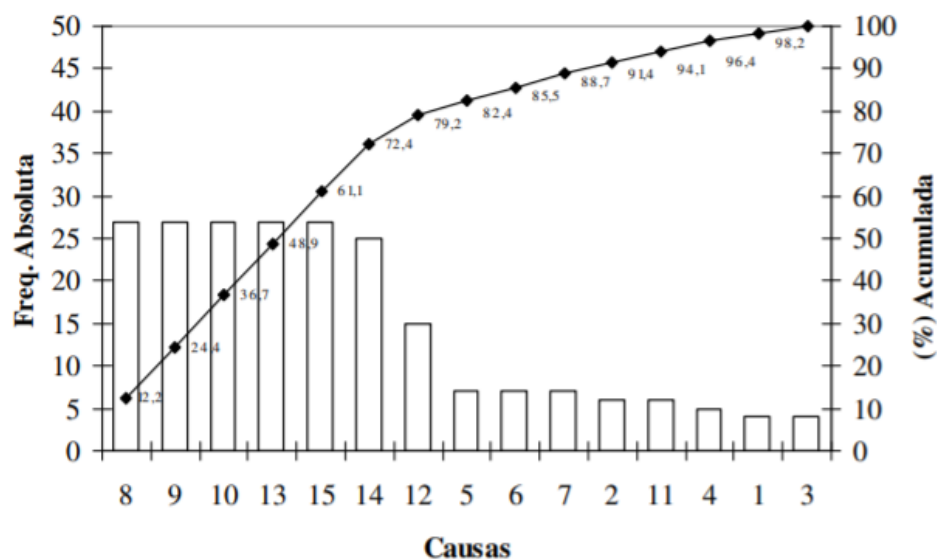
As linhas da extremidade delimitam a região que, se a variação dos pontos seguirem uma tendência e permanecerem dentro desta faixa, o processo é considerado estar sob controle. Por outro lado, uma variação fora da área significará um processo fora de controle e a necessidade de implementar uma ação para a regularização (MONTGOMERY; RUNGER, 2003).

2.6.8 Diagrama de Pareto

Apesar de ter sido criado pelo economista Wilfredo Pareto, a teoria por trás da ferramenta foi desenvolvida em 1950 por Joseph Juran, o qual nomeou de “Princípio de Pareto”. Sua lógica considera que a maioria dos defeitos (em torno de 80%) são resultados de apenas uma pequena porcentagem de causas (20%), e é justamente esta pequena parcela que necessita a providência de uma atuação prioritária sobre elas. Devido a estes percentuais, a ferramenta também é conhecida por Diagrama 20-80 (TOLEDO et al., 2014).

Esta ferramenta propõe a ilustração dos dados coletados a respeito de um determinado problema por um gráfico, como mostra a Figura 18, melhorando a visualização e identificação dos assuntos prioritários que precisam ser desenvolvidos. O gráfico é composto por barras verticais ordenadas em ordem decrescente, ou seja, os problemas especificados na parte de baixo do gráfico estarão na ordem de maior frequência de acontecimentos para menor, seguindo da esquerda para direita. A altura da barra mede a frequência (eixo da frequência à esquerda) e a curva que atravessa o gráfico mostra o percentual acumulado (eixo do percentual à direita) (TOLEDO et al., 2014).

Figura 18 - Diagrama de Pareto



Fonte: Santos (2006).

Conforme Toledo et al. (2014), há dois tipos diferentes de diagramas, o de fenômenos e o de causas. O primeiro é aplicado para selecionar a falha principal

que influencia no resultado não desejado, enquanto que o segundo é utilizado para definir, uma vez identificados os problemas mais críticos, quais são as causas mais pertinentes para estes resultados indesejados.

3. METODOLOGIA

Nesta Seção são apresentados o Método de Pesquisa e a Metodologia empregada no desenvolvimento da pesquisa.

3.1 Método de pesquisa

A metodologia científica de pesquisa utilizada para a esta monografia foi a pesquisa-ação. Segundo Thiollent (1986), fundamenta-se na ação para resolver um problema coletivo com o envolvimento participativo ou cooperativo das pessoas envolvidas.

3.2 Metodologia da Pesquisa

A pesquisa foi planejada envolvendo as seguintes etapas: Planejamento, Execução, Verificação e Ação.

3.2.1 Etapa de Planejamento

A etapa de planejamento foi dividida nas quatro fases que a metodologia MASP propõe, identificação do problema, observação, análise e plano de ação.

3.2.1.1 Definição do problema

Para dar início à pesquisa, o primeiro passo, dentro da etapa de planejamento, foi estruturar o cenário e o contexto da realização do trabalho respondendo às perguntas:

- O que estava acontecendo (qual era o problema)?
- Quando começou o problema?
- Onde o problema estava decorrendo?
- Por que era preciso executar o trabalho?

Além de estruturar o cenário, ajudou também na identificação do problema.

3.2.1.2 Mapeamento, observação do fenômeno e coleta de informações

Em seguida, ainda na etapa de planejamento, foi empregada a ferramenta SIPOC para mapear os componentes que fazem parte do processo de produção. Com isso foi possível observar o processo como um todo e observar a influência de cada componente selecionado. A ferramenta Folha de Verificação foi empregada em todas as etapas da pesquisa, com a coleta de dados, listagem, e organização destes em planilhas eletrônicas.

Com o processo esquematizado, foi realizado um levantamento de todos os materiais utilizados na linha que constam na lista de inventário, incluindo aqueles que não estão necessariamente no estoque no determinado momento e dos que estão na área sem registros de uso. Isso para poder verificar a quantidade e variedade de materiais que se controla na área. Os materiais foram classificados quanto a área que cada um é consumido no processo.

Em seguida, foi feita uma entrevista com operadores da área para a coleta de informações relevantes, como os materiais que a pessoa é responsável por inventariar, como é realizado a contagem e o principal, os impasses durante a atividade. Por serem as pessoas que atuavam diretamente no processo e que conheciam cada etapa específica do processo, esta etapa da pesquisa foi importante tanto para a identificação de dados potenciais que resultavam no erro de contagem, quanto para avaliar se os métodos de contagem geravam valores confiáveis.

3.2.1.3 Análise de causa raiz e priorização

A partir do levantamento e informações coletadas, foi utilizada a ferramenta de gestão Diagrama de Ishikawa, com a finalidade de identificar as causas raízes das falhas que englobavam o assunto. As causas raízes detectadas, após passar pela etapa de *brainstorming* com o engenheiro e operadores para a avaliação, foram agrupadas e mensuradas com o uso da ferramenta Matriz GUT, obtendo assim um quadro com os problemas que seriam trabalhados e o nível de importância de cada um.

3.2.1.4 Elaboração do plano de ação e escolha dos indicadores

A ferramenta 5W1H foi empregada para elaborar planos de ação juntamente com a equipe, organizando assim as estratégias traçadas em uma tabela. Quanto aos custos de implementação, não havia investimentos previstos para a execução do trabalho, as soluções mais simples que não tinham custos foram priorizadas, desde que fossem eficazes. Entretanto, sempre há gastos envolvidos quando se trata de projeto, mesmo que não estejam evidentes, como por exemplo a realocação de pessoas para reuniões, sair da rotina de trabalho e reservar um tempo para contribuir com o desenvolvimento do projeto, tudo isso implica em algum tipo de custo.

A ferramenta 5W1H foi escolhida ao invés do 5W2H para tornar mais simples o escopo do plano de ação e por não ter envolvido gastos com compras de materiais e equipamentos novos.

Ao final desta etapa de planejamento, foram formulados os KPI's que passaram a ser adotados para avaliar o desempenho do trabalho.

3.2.2 Etapa de Execução

Toda execução na parte de movimentação de elementos no setor foi fundamentada na metodologia 5S, especificamente o *Seiri*, *Seiton* e *Shitsuke* por envolver na grande parte a organização das pessoas e do processo, tanto em relação as informações quanto no rearranjo dos itens em estoque, o ajuste com as rotinas.

Em relação aos dados, foi realizado ajustes nas planilhas de contagem, englobando a atualização, padronização e remanejamento estratégico para cada funcionário responsável por realizar a contagem. Ainda foi feita a conferência se todos os materiais estavam cadastrados no Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados (SAP), que é o software de gestão empresarial utilizado na empresa.

Em relação à gestão, os critérios de priorização foram escolhidos para estabelecer uma classificação dos materiais de acordo com a importância no processo produtivo. Como Slack, Chambers e Johnson (2009) afirmam, os critérios podem ser selecionados conforme for melhor para a gestão, portanto três fatores

foram escolhidos para determinar as prioridades de gestão e as abordagens que auxiliam no controle mais eficaz do estoque também foram aplicadas (tipo de estoque e rotina de revisão).

Quanto ao estoque, os materiais foram organizados para proporcionar uma melhor disposição, ou seja, aqueles que não estão sendo utilizados foram retirados da linha e colocados em lugar apropriado, enquanto que os que ainda estão em uso foram remanejados para facilitar tanto o manuseio quanto a contagem nos inventários físicos. Como foi realizada a implementação de novos métodos de contagem, foi necessário realizar um treinamento dos operadores envolvidos. Tal treinamento foi fundamentado em aprender como deve ser feito a contagem (unidades de medidas a serem respeitadas e modo de preencher as planilhas atualizadas), entender qual é a finalidade de realizar o inventário físico e o mais importante, estabelecer hábitos de organização e limpeza que no fim deixaram o ambiente de trabalho mais equilibrado.

Para a melhoria de projeções e análise de gasto, os valores dos consumos específicos (gasto estimado em quilogramas, litros ou unidades por metragem quadrada produzida) de determinados materiais foram coletados e revalidados de acordo com o histórico de consumo e produção, pois eram os números que norteavam as tomadas de decisão na requisição de compra e no processo.

Com os dados do consumo específico validados, a análise de consumo foi aprimorada através de melhorias das planilhas utilizadas para o registro dos consumos. Foi utilizado o conceito da ferramenta Gráfico de Controle para a geração dos perfis de estoque, fator importante para obter de maneira visual o comportamento de cada matéria-prima. A linha central e os limites superior e inferior de controle foram determinados a partir dos perfis obtidos, do espaço disponível, do modo de abastecimento, *lead time*, ou seja, com base nas estratégias de estocagem. Tais linhas foram importantes para observar como se comportava o perfil ao longo do tempo, e os gráficos obtidos permitiram também realizar as projeções de estoque no momento de fazer a revisão, tomar decisões e emitir a requisição de compra. Foram obtidas também formas gráficas para analisar como foi o consumo esperado e o consumo real, ou seja, se foi gasto mais ou menos material do que o previsto, com base nos mesmos valores do consumo específico.

Por fim, foram desenvolvidas duas ferramentas que aprimoraram as

atividades de estoque, a ferramenta de Projeção de Estoque e o *Dashboard* de Análise de Consumo.

3.2.3 Etapa de Verificação

Como o desempenho do projeto está diretamente atrelado aos indicadores escolhidos na etapa analisar, iniciou-se esta etapa avaliando os KPI's após o início da implantação das melhorias em setembro de 2019, período em que as planilhas de inventário, métodos de contagem e espaço físico já haviam sido arrumados, até março de 2020. Com a análise destes, ficou claro se os bloqueios dos erros foram efetivos ou não, e se as execuções de 5S surtiram efeito. Por fim, todos os novos valores de consumo, priorização e classificação determinada foram revisados, e as ferramentas desenvolvidas foram avaliadas.

3.2.4 Etapa de Ação

As atividades bem-sucedidas foram padronizadas por definitivo, com pequenos ajustes evidenciados como necessários para eliminar de vez as possibilidades de as falhas voltarem a ocorrer. Nesta etapa, foi conveniente a realização do *brainstorming* novamente com os envolvidos. Além das atividades, esta etapa foi destinada para redefinir as estratégias de estoque dos materiais que não fluíram de modo satisfatório.

A oficialização de documentos, métodos, procedimentos, valores e ferramentas ocorreram nesta última etapa na fase de padronização.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da aplicação da metodologia são apresentados junto com a discussão das constatações.

4.1 Etapa: Planejar

Seguindo a metodologia, o planejamento foi feito de acordo com as subdivisões que compõem esta etapa, os quais consistiram na identificação do problema, observação do fenômeno, análise e plano de ação.

4.1.1 Identificação do problema

- O que estava acontecendo (qual era o problema)?

Dificuldade em gerir o estoque de materiais utilizados diretamente e indiretamente no processo produtivo de espelhos planos. A gestão engloba as atividades de inventário físico, projeção de compra e controle no consumo de cada item.

- Quando começou o problema?

O problema começou quando o segundo turno de produção foi implementado na fábrica. Além do aumento de produção, o acréscimo de mais um turno resultou na incorporação de novos colaboradores para atuar no processo, em um fluxo maior de informações, mais movimentações de materiais e afins, tornando maiores as chances de falhas durante as atividades.

- Onde o problema estava decorrendo?

O problema estava ocorrendo na linha de produção e no estoque de materiais de uma fábrica que produz espelhos planos.

- Por que era preciso executar o trabalho?

O trabalho era necessário para obter um sistema robusto que permitisse uma gestão eficaz do estoque minimizando os erros de inventário físico, eliminando os

atrasos no fluxo de produção devido à falta de matéria-prima e gerando dados de estoque mais confiáveis para planejamentos de produção e compra.

4.1.2 Mapeamento do processo

Como resultado do mapeamento utilizando a ferramenta SIPOC, obteve-se a Figura 19.

Figura 19 - Componentes e etapas da produção de espelho e vidro pintado

S	I	P	O	C
FORNECEDORES	ENTRADAS	PROCESSO	SAÍDAS	CLIENTE
Processo Float: Chapas de vidro Empresas fornecedoras de insumos de produção Empresa fornecedora de água Sistema de tratamento da água (Osmose reversa e Leito Misto) Empresa Fornecedora de energia elétrica	Vidro Matérias-primas Materiais de embalagem Produtos para tratamento de água/efluente Reagentes de laboratório Materiais de limpeza	Carregamento do vidro na linha ↓ Limpeza e Polimento ↓ Aplicação de produtos químicos ↓ Aplicação de tintas ↓ Secagem e cura da tinta ↓ Lavagem final ↓ Impressão da Logomarca ↓ Aplicação de Pó Separador ↓ Empacotamento ↓ Tratamento do efluente gerado ↓ Testes de qualidade	Espelho Vidro Pintado Efluente tratado Testes de qualidade validados	Armazém

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o processo estruturado, observou-se que a produção está ligada com outros dois processos, o de tratamento de efluentes e o de testes de qualidade, os quais embora não impactem diretamente na produção de espelho e vidro pintado, são fundamentais para garantir a integridade ambiental e qualidade do produto final.

4.1.3 Observação e análise dos fatos atuais

Outra percepção na matriz SIPOC foi a variedade de produtos e insumos existentes, os quais agem diretamente e indiretamente no processo produtivo. Ao

realizar o levantamento de todos os materiais utilizados na linha, foram identificados 71 itens, subdivididos em 6 classes, que são os produtos químicos, pintura e logomarca, embalagem, tratamento de água e efluente, laboratório e outros conforme mostra o Quadro 5. Os materiais que compõem os produtos químicos, pintura e logomarca são as matérias primas do processo, estas em conjunto formam os produtos finais. A embalagem é composta pelos itens utilizados no empacotamento dos produtos no final da linha. O tratamento de água e efluente engloba todos os materiais que atuam no ajuste da água antes e depois do processo, a partir da captação de íons, suspensão de partículas sólidas e ajuste de pH. O laboratório estoca reagentes utilizados nos testes de qualidade dos produtos e na limpeza dos bicos de jateamento. E por fim, há outros materiais que também são utilizados nas áreas citadas, mas possuem uma utilização específica, como por exemplo limpeza geral e descarte de resíduos.

Quadro 5 - Relação dos 71 materiais identificados como utilizados no setor

PRODUTOS QUÍMICOS	PINTURA E LOGOMARCA	EMBALAGEM	TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTE	LABORATÓRIO	OUTROS
Cloreto de Paládio A	Solvente	Espaçador A	Ácido Clorídrico A	Ácido Acético Glacial A	Cordão Absorvente
Cloreto de Paládio B	Tinta Cor 1 - A	Espaçador B	Cloreto Férrico	Ácido Acético Glacial B	Fita Medidora de pH
Nitrato de Prata A	Tinta Cor 1 - B	Etiqueta A	Floculante A	Ácido Clorídrico B	Manta absorvente
Nitrato de Prata B	Tinta Cor 2 - A	Etiqueta B	Floculante B	Ácido Nítrico A	Saco de Descarte Químico
Nitrato de Prata C	Tinta Cor 2 - B	Filme Plástico A	Hidróxido de Sódio	Álcool Etílico 1	Tambor A
Óxido de Cério A	Tinta Cor 3	Filme Plástico B	Manta A	Álcool Etílico 2	Tambor B
Óxido de Cério B	Tinta Cor 4 - A	Filme Plástico C	Manta B	Álcool Isopropílico	
Óxido de Cério C	Tinta Cor 4 - B	Filme Plástico D	Peróxido de Hidrogênio	Álcool Metílico	
Passivador	Tinta Cor 5	Pó Separador	Resina Aniônica	Cloreto de Cobre	
Redutor A	Tinta Cor 6 - A	Ribbon	Resina Catiônica A	Cloreto de Sódio	
Redutor B	Tinta Cor 6 - B		Resina Catiônica B	Fita de Adesão	
Redutor C	Tinta Logomarca			Solução Tampão A	
Sensibilizador A	Solvente Logomarca			Solução Tampão B	
Sensibilizador B				Sulfato de Amônia	
Silano				Tiocinato de Potássio	
Ácido Nítrico B					

Fonte: Próprio autor.

Além de confirmar a variedade de materiais encontrados na área, constatou-se a existência de itens que tinham mais de um fornecedor, cada um com suas respectivas especificações, e itens que, apesar de serem provenientes do mesmo fornecedor, possuíam características distintas quanto a cor, propriedades físico-

químicas e afins. Aqueles itens que se encaixavam nessa situação foram estratificados com o acompanhamento de letras e números, por exemplo, a Tinta Cor 1 – A indica que a tinta possui coloração 1 e é fornecido pela empresa A. Dentre as seis classes citadas, os produtos químicos e os materiais da pintura e logomarca são aqueles que possuíam um controle mais preciso em relação as outras, pois são as matérias-primas que irão compor o produto final, influenciando diretamente não só no custo do produto acabado, mas também na qualidade deste. Este controle é norteado pelos consumos específicos de matérias-primas, chamadas na empresa de *budget*, o qual é simplesmente a quantidade aproximada de cada matéria prima que o processo propõe consumir para garantir a qualidade do produto, utilizada também para fazer o planejamento de compras e controlar o gasto, uma vez que as matérias primas são os itens mais caros. Outro fator que determina a adoção do *budget* para estes materiais é que a projeção de consumo destes pode ser calculada de maneira simples, uma vez que o consumo será diretamente proporcional a quantidade de produtos finais processados, ou seja, quanto maior for a produção, maior será o gasto de matérias-primas.

Alguns itens que estavam nas outras classes também apresentavam este comportamento de consumo, como o pó separador da embalagem, uma vez que é aplicado na linha de produção como se fosse uma matéria-prima, e os produtos do tratamento de efluentes, já que quanto maior for a produção, maior será a quantidade de efluente gerado.

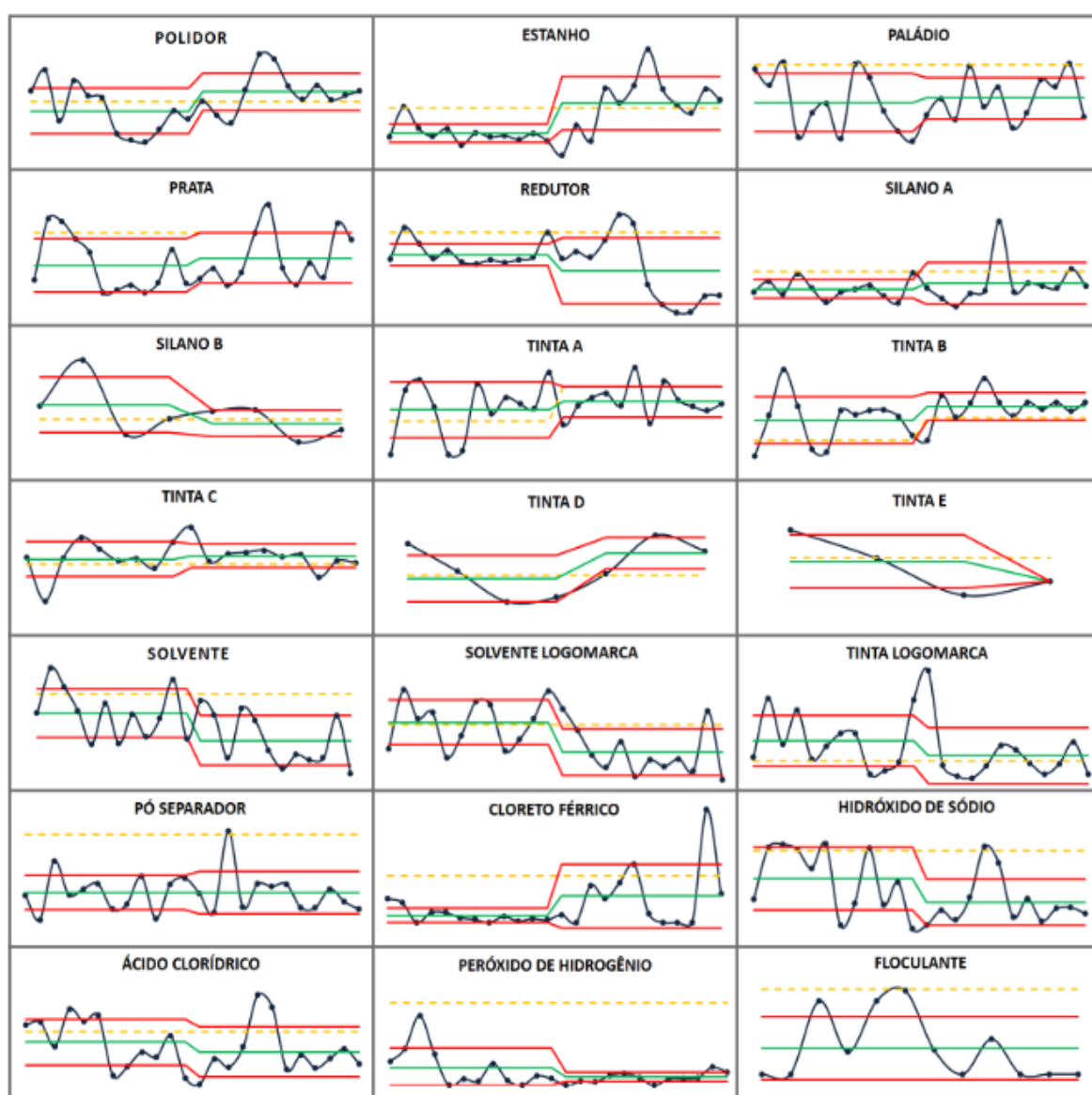
Os reagentes de laboratório, apesar de serem tão importantes quanto os outros, não possuem o mesmo comportamento de consumo, sendo inviável a adoção do *budget* para o controle, embora sejam monitorados com a mesma atenção. Há uma rotina de testes de qualidade que são realizados, mas que não anda de acordo com a produção, podem ser feitos em qualquer momento, seja com a produtividade da linha alta ou baixa. Isto acontece também para os itens do tratamento de água e limpeza.

No processo, cada item possui sua unidade de consumo (quilograma, litro, unidade, peça, metros cúbicos e afins), e os *budgets* são obtidos com base na quantidade consumida por metragem quadrada de espelho e vidro pintado processado.

Para a análise do consumo dos materiais com *budget*, cartas de controle foram traçadas para visualizar os consumos em 2018 e 2019. Nas cartas, ilustradas

em conjunto na Figura 20, foram calculadas o consumo médio por metro quadrado produzido (linha contínua verde) e os LSC e LIC (linhas contínuas vermelhas), os quais foram determinados com a variação de três vezes o desvio padrão para cima e para baixo. Por questões de sigilo, os valores dos *budgets* (linha tracejada amarela) não foram mostrados nas cartas, estas serviram apenas para analisar se o histórico de consumos específicos nestes anos condiz com os *budgets* estabelecidos.

Figura 20 - Cartas de Controle



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com as cartas da Figura 20, observou-se perfis variados. Havia materiais que o consumo específico atingiu o valor próximo do *budget*, como a

maioria dos produtos químicos, uma vez que estes são aplicados na linha através de bombas dosadoras. Houve casos em que o valor do *budget* foi reajustado de um ano para o outro, como foi o caso das tintas A e B, materiais que aumentaram ou diminuíram o seu consumo específico de um ano para o outro devido a ajustes no processo ou troca de matéria-prima, e materiais que destoaram consideravelmente tanto para mais quanto para menos, como os materiais do tratamento de efluente.

A compra destes materiais era realizada a partir de uma projeção feita com o auxílio de uma tabela que calculava o momento que o material zerava no estoque. Apesar de ser um método eficaz, a projeção demandava tempo e muitos comandos na planilha para obter os resultados, além de não haver também uma rotina de conferência e nem o tipo de estoque estabelecido para cada material. Já a compra dos itens sem *budget* era realizada sem projeção, e devido a isso, também não havia uma rotina de conferência.

4.1.4 Inventário físico

Outro fator observado foi o aumento de erros de contagem no processo de inventário físico realizado pelos operadores da linha, um dos principais motivos que motivou o desenvolvimento do trabalho. A capacidade de produção diária havia aumentado com a implementação do segundo turno, e isso significou um maior fluxo de informações e movimento de materiais administrados por um time o que praticamente 50% das pessoas eram novas na área. Com entrevistas com cada operador e *brainstorming* com cada setor, foi possível observar como estavam sendo feitas as atividades de estoque.

Quanto à contagem, observou-se que alguns realizavam o procedimento de maneiras distintas, cada turno tinha um modo de contar e faziam considerações diferentes. A divisão dos materiais era feita por setor, ou seja, cada setor era responsável por contar e organizar os materiais que utilizavam. A maioria dos materiais estavam de acordo com este critério na divisão, mas ainda haviam alguns que estavam encaixados em setores que não o pertenciam.

Em relação ao espaço físico, a disposição de certos materiais no estoque atrapalhava a contagem e facilitava o erro. Alguns eram mantidos em caixas, como mostra a seção A e B da Figura 21, que na maioria das vezes ao se encontravam incompletas (seção C e D) e eram contabilizados como cheias ou até mesmo vazias

na hora do inventário físico, gerando inconsistência no momento de tratar os dados de estoque.

Figura 21 - (A e B) Materiais estocados em caixas e (C e D) pacotes incompletos



Fonte: Acervo do autor.

Por fim, observou-se que o havia itens restritos no estoque conforme mostra a Figura 22. Dentre estes, materiais antigos que foram substituídos e não eram mais utilizados no setor (seção A e B da Figura 22), itens que passaram da data de validade (seção C), amostras de matérias-primas que não garantiram o resultado esperado após serem testadas (seção D), e até mesmo sucata de equipamentos danificados (seção E).

Figura 22 - Materiais (A e B) antigos, (C) vencidos, (D) amostras de teste e (E) sucata



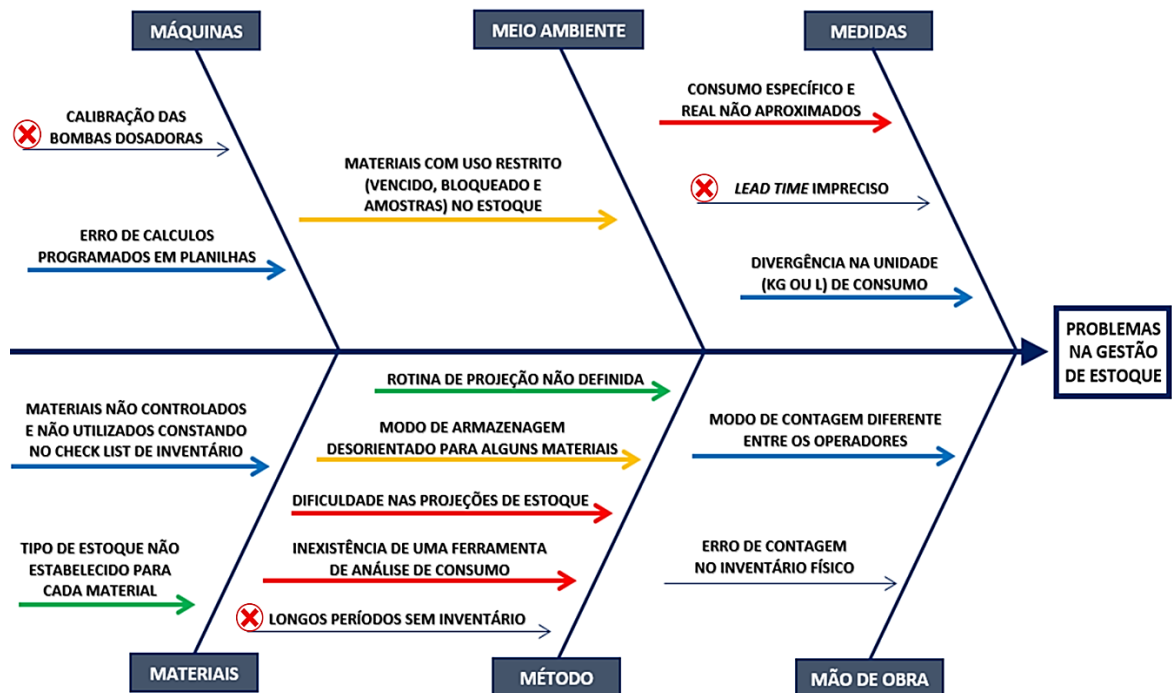
Fonte: Acervo do autor.

A planilha utilizada na contagem também foi um aspecto abordado. Após cada setor obter a quantidade dos itens, as informações eram introduzidas em planilhas eletrônicas, as quais estavam desatualizadas, contendo itens que não eram mais utilizados e materiais o qual a gestão não era de responsabilidade da linha, que é o caso dos materiais de limpeza e descarte de resíduos classificados como outros. Além disso, algumas células de cálculo estavam desconfiguradas e a unidade de contagem era divergente da unidade de consumo para alguns materiais, ou seja, no sistema o material era controlado em quilogramas enquanto na planilha e contagem em litros, e não havia conversão ao transmitir os dados da planilha para o sistema.

4.1.5 Determinação das causas raiz

Todos os fatos observados e mais outras causas potenciais para problemas na gestão de estoque, como calibração de bombas, *lead time* impreciso e tipos de estoque e rotinas de revisão não estabelecidos, foram listados seguindo a estrutura do Diagrama de Ishikawa, formando o esquema ilustrado na Figura 23. Algumas possíveis causas após serem investigadas foram descartadas do diagrama e foi possível agrupar as que permaneceram em quatro grupos de problemas, os quais eram de organização de dados de planilha e sistema (indicados pelas setas azuis no diagrama), organização física (setas amarelas), estratégias de estoque (setas verdes) e ferramentas (setas vermelhas).

Figura 23 - Análise das causas raiz que geram problemas no estoque



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na priorização dos quatro grupos pela matriz GUT, determinou-se que era importante atuar primeiro nos problemas relacionados a organização, para depois partir para as estratégias de estoque e ferramentas.

Quadro 6 - Determinação da ordem de resolução

PROBLEMA	(G) GRAVIDADE	(U) URGÊNCIA	(T) TENDÊNCIA	(G x U x T)	PRIORIDADE
Tipo de estoque e rotina de projeção não estabelecida para cada material	4	4	3	48	2°
Erros de calculos propgramados nas planilhas, divergência na unidade de controle e lista de inventário desatualizada	4	5	4	80	1°
Materiais com uso restrito (vencidos, bloqueados e amostras) no estoque e modo de armazenagem desorientado de alguns materiais	4	4	5	80	1°
Dificuldade nas projeções de estoque e inexistência de ferramenta para análise de consumo	3	5	2	30	3°

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, encerrou-se a fase de análise e iniciou-se a fase de conceber um plano de ação para eliminar as causas fundamentais abordadas, ainda na etapa de planejamento dentro da metodologia MASP.

4.1.6 Elaboração do plano de ação e escolha dos indicadores de performance

O plano de ação seguiu a sequência proposta na Matriz GUT conforme mostra o Quadro.

Quadro 7 - Elaboração do plano de ação utilizando o 5W1H

5W					1H
O QUÊ ? (What)	POR QUE ? (Why)	ONDE ? (Where)	QUEM ? (Who)	QUANDO ? (When)	COMO ? (How)
Atualizar as planilhas utilizadas na contagem dos materiais e definir os métodos de contagem	Corrigir calculos programados nas planilhas e padronizar os métodos de contagem para gerar valores confiáveis.	Linha de Produção	Operadores e Arthur	Agosto 2019	Selecionando os materiais a serem inventariados, revisando as células com cálculos, padronizando modos de contagem e unidades de consumo de cada material
Organizar o espaço físico da linha de produção e estoque	Facilitar a contagem dos materiais no estoque e melhorar o ambiente de trabalho	Linha de Produção	Operadores e Arthur	Setembro 2019	Aplicando a Filosofia 5S
Determinar a importância, tipo de estoque e rotina de projeção para cada item	Criar estratégias que permitam um armazenamento inteligente dos materiais e padronizar as conferências de estoque	Linha de Produção	Arthur	Novembro 2019	Aplicando o método de priorização A/B/C e utilizando as abordagens de estoque
Aprimorar a análise do consumo e a atividade de projeção de estoque	Gerar dados de estoque mais precisos, aprimorar as análises de consumo e facilitar a projeção de compras	Linha de Produção	Engenheiro e Arthur	Dezembro 2019	Reajustando os valores dos consumos específicos e desenvolvendo ferramentas de projeção e controle utilizando recursos gráficos para gerar perfis de estoque e cartas de controle

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi possível notar ao final do planejamento a importância do inventário físico no processo, uma vez que os dados coletados determinavam não só o custo do produto final, mas também comprometiam todas as atividades de gestão de estoque. Concluiu-se então que um controle eficaz dependia da confiabilidade das informações passadas por cada setor e dos valores finais calculados automaticamente nas planilhas, e devido a isso, os principais KPI's a serem acompanhados durante o desenvolvimento do trabalho foram escolhidos:

- Erros de contagem por desatenção;
- Erros de contagem por falta de organização;

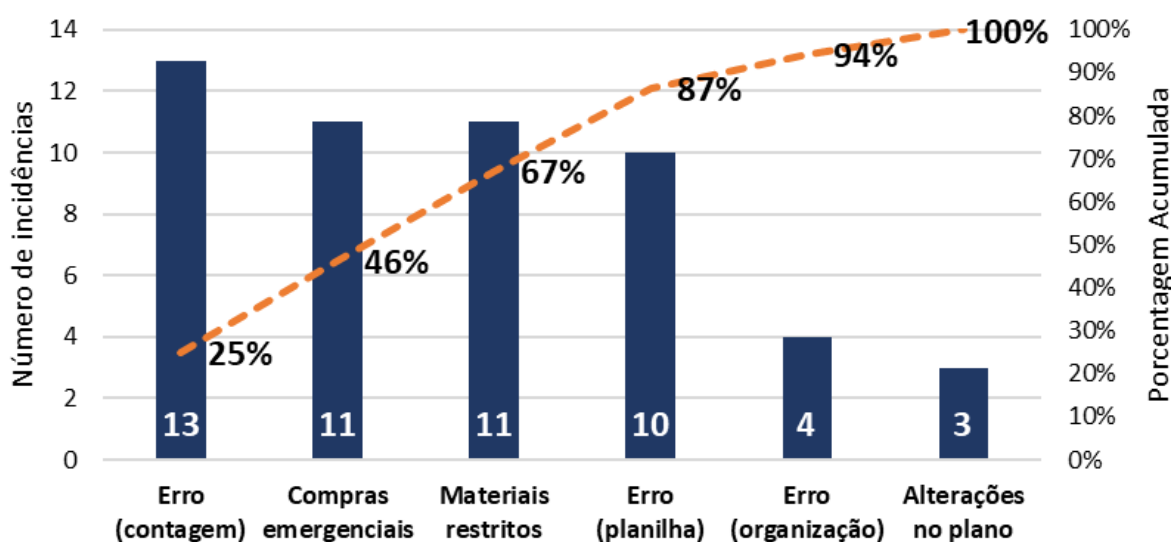
- Erros de cálculo nas planilhas;

Juntamente com estes indicadores, foram adicionadas mais alguns que evidenciam que a gestão de estoque melhorou, que foram:

- Alterações de planejamento por falta de matéria-prima;
- Compras emergenciais;
- Quantidade de itens não utilizados (restritos) disponíveis na linha;

Para avaliar o cenário desde o crescimento da produtividade, os KPI's foram analisados de abril a julho de 2019. O número de incidência de cada indicador foi coletado e ordenado graficamente conforme propõe o Diagrama de Pareto, obtendo o gráfico ilustrado na Figura 24.

Figura 24 - Número de incidências dos indicadores de abril a julho de 2019



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se que, exceto a quantidade de materiais não utilizados disponíveis na linha, os indicadores se inter-relacionam, já que erros frequentes podem resultar em compras de última hora e até mesmo alteração no planejamento de produção. As compras emergenciais foram em grandes volumes neste período principalmente devido aos ajustes de estoque. Já se sabia que com o segundo turno de produção a capacidade iria aumentar, o problema foi que este foi implantado repentinamente sem ter tempo de realizar um pré planejamento. Alguns itens foram mais fáceis de administrar devido à proximidade do fornecedor e ao estoque a mais que este mantinha em seu depósito, mas a maioria não por causa

de fatores como o prazo de entrega, haviam materiais que o *lead time* era próximo de noventa dias, e o tipo de produção da empresa que fornecia o produto, ou seja, esperavam o pedido de compra para iniciar o processamento (produção puxada).

Com o plano de ação estruturado e os indicadores selecionados, encerrou-se a fase Planejar do ciclo PDCA.

4.2 Etapa: Executar

4.2.1 Organização dos dados, planilhas e estoque

Dos materiais listados na etapa de observação, manteve-se apenas aqueles que eram de fato utilizados no processo e que poderiam vir a compor o estoque.

Após a exclusão, foi realizado um outro filtro para segregar os materiais que o controle não era de responsabilidade do setor, e os que não iriam ser controlados por apresentarem características que fazem com que não seja necessário inventariar frequentemente, que é o caso das resinas utilizadas no tratamento de água que tem um longo prazo de vida útil. Ao final, obteve-se uma nova listagem constando 48 itens apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Relação dos 48 materiais identificados como utilizados no setor, após revisão e exclusão de itens não mais empregados

PRODUTOS QUÍMICOS	PINTURA E LOGOMARCA	EMBALAGEM	TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTE	LABORATÓRIO
Cloreto de Paládio A	Solvente	Espaçador A	Ácido Clorídrico A	Ácido Acético A
Cloreto de Paládio B	Tinta A - 1	Espaçador B	Hidróxido de Sódio	Ácido Clorídrico B
Nitrato de Prata A	Tinta A - 2	Etiqueta A	Cloreto Férrico	Ácido Nítrico A
Nitrato de Prata B	Tinta B - 1	Etiqueta B	Peróxido de Hidrogênio	Álcool Etílico 1
Nitrato de Prata C	Tinta B - 2	Pó Separador	Floculante A	Álcool Isopropílico
Óxido de Cério A	Tinta C	Ribbon		Álcool Metílico
Passivador	Tinta D			Cloreto de Cobre
Redutor A	Tinta D - 2			Cloreto de Sódio
Redutor B	Tinta E			Fita de Adesão
Redutor C	Tinta F			Sulfato de Amônia
Sensibilizador A	Tinta F - 2			Tiocinato de Potássio
Silano	Tinta Logomarca			
Ácido Nítrico B	Solvente Logomarca			

Fonte: Próprio autor.

Os itens foram divididos novamente, mas desta vez por setores que compõem a área, sendo estas os Químicos, Pintura, Descarregamento e Laboratório. Cada setor ficou responsável pelos materiais que utilizavam, sendo assim, responsáveis pela contagem e armazenamento.

Com as unidades de medida que seriam controladas, tanto no inventário quanto nas planilhas de contagem definidas, criou-se então novas planilhas atualizadas contendo as unidades de contagem e células de cálculo ajustadas. O Quadro 9 mostra como exemplo a planilha de contagem desenvolvida para os produtos químicos, que segue o mesmo modelo das planilhas de contagem dos outros setores.

Quadro 9 - Nova planilha de contagem dos produtos químicos

PRODUTOS QUÍMICOS							
TRATAMENTO DE EFLUENTES							
PRODUTO	ESTOQUE	UN.	PRODUÇÃO		UN.	TOTAL	
Ácido Clorídrico (ETA)	N/A				Lt	0,00 Kg	
Ácido Clorídrico (ETE)		IBC			Lt	0,00 Kg	
						0,00 Kg	
Hidróxido de Sódio (ETA)	N/A				Lt	0,00 Kg	
Hidróxido de Sódio (ETE)		IBC			Lt	0,00 Kg	
						0,00 Kg	
Peroxido Hidrogênio		IBC			Lt	0,00 Kg	
Cloreto Férrico		IBC			Lt	0,00 Kg	
Floculante		Sc			Kg	0,00 Kg	
CABINE DE APLICAÇÃO QUÍMICA							
PRODUTO	ESTOQUE	UN.	PRODUÇÃO	UN.	SOLUÇÃO	UN.	TOTAL
Polidor		Sc	N/A		N/A		0,00 Kg
Cloreto de Paládio - A		Fr		L		L	0,00 L
Cloreto de Paládio - B		Fr		L		L	0,00 L
Nitrato de Prata - A		Bb		L	N/A		0,00 Kg
Nitrato de Prata - B		Bb		L	N/A		0,00 L
Nitrato de Prata - C		Bb		L	N/A		0,00 Kg
Redutor - A		Bb		L	N/A		0,00 L
Redutor - B		Bb		L	N/A		0,00 L
Redutor - C		Bb		L	N/A		0,00 L
Silano A		Bb		L		L	0,00 Kg
Silano B		Bb		L		L	0,00 Kg
Passivador		Fr		L	N/A		0,00 L
Sensibilizador		Fr		L	N/A		0,00 L
Ácido Nítrico - B		Bb		L	N/A		0,00 L

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao espaço físico, iniciou-se primeiro as movimentações dos materiais sem uso no estoque, seguindo o senso *Seiri* da filosofia 5S. A Figura 25 mostra a sequência da execução, que consistiu em segregar (seção A), etiquetar (seção B) e destinar os itens ao galpão de resíduos da fábrica (Seção C).

Figura 25 - Materiais (A) segregados, (B) etiquetados e (C) movimentados para o galpão de resíduos da fábrica



Fonte: Acervo do autor.

A organização dos materiais na linha foi fundamentada no senso *Seiton* da filosofia 5S e no FIFO. Na Figura 26, foi possível conferir o resultado obtido apresentando a disposição final de algumas áreas de estoque, como a dos produtos químicos (seção A e D da Figura 26) e das tintas da logomarca (seção B e C).

Figura 26 - Disposição do estoque após aplicação do 5S e FIFO



Fonte: Acervo do autor.

Para encerrar a parte de organização, estabeleceram-se os modos de contagem que deveriam ser feitos, principalmente para aqueles que foram identificados que a contagem estava sendo feita de modo distinto entre os operadores.

4.2.2 Priorização, determinação dos tipos de estoque e rotinas de projeção

Dando sequência à ordem determinada na Matriz GUT, utilizou-se em seguida o método ABC para determinar não só as prioridades nos estoques, mas também para definir estratégias de compras e armazenagens para cada item. As categorias escolhidas foram o impacto na produção, *lead time* e rotatividade. O primeiro é simplesmente o impacto que a falta deste produto causaria na produção, se a linha para (A), ou não (B e C). O segundo é o tempo, a partir da requisição de compra, que o material leva para chegar na fábrica (A para *lead times* longos, B para médios e C para curtos), e por último a rotatividade é a frequência de consumo dos materiais em estoque, ou seja, se estes permanecem muito tempo parado no estoque (C), ou são consumidos rapidamente (A).

Ao observar o Quadro 10, nota-se que praticamente todos os materiais dos químicos impactariam a produção caso houvesse a falta no estoque. Como estes

são controlados com base no consumo específico, optou-se pela revisão periódica a partir de projeções quinzenais, sendo a maioria com a estocagem antecipada. Nenhum tipo de revisão foi adotado para os produtos que tinham mais de um fornecedor, como por exemplo o redutor, já que apenas um deles possuía alta rotatividade no estoque. O estoque de segurança foi adotado para aqueles que o consumo pode ser influenciado por fatores que não estão relacionados com a produtividade, como o tempo de campanha de cada produção, lead time que variam frequentemente, e até mesmo a temperatura do ambiente (épocas quentes, o consumo de solvente é maior por exemplo).

O tipo de estoque “no canal” foi adotado para as matérias-primas que o fornecedor possuía a flexibilidade de produzir sem a necessidade do pedido de compra, reservado assim uma quantidade fixa periodicamente de modo a adiantar o fluxo. O produto, já embalado e pronto no canal de distribuição, era apenas transportado quando solicitado.

Quadro 10 - Priorização de estoque dos produtos químicos

PRODUTOS QUÍMICOS	(IMPACTO/LEAD TIME/ROTATIVIDADE)	TIPO DE ESTOQUE	REVISÃO
Cloreto de Paládio A	(A/B/A)	Antecipação	Periódica
Cloreto de Paládio B	(A/A/C)	Antecipação	-
Nitrato de Prata A	(A/C/A)	Canal	Contínua
Nitrato de Prata B	(A/A/C)	Antecipação	-
Nitrato de Prata C	(A/B/C)	Antecipação	-
Óxido de Cério A	(A/B/A)	Canal	Contínua
Passivador	(A/A/A)	Antecipação	Periódica
Redutor A	(A/A/A)	Antecipação	Periódica
Redutor B	(A/B/C)	Antecipação	-
Redutor C	(A/B/C)	Antecipação	-
Sensibilizador	(A/A/A)	Antecipação	Periódica
Silano	(A/A/A)	Antecipação	Periódica
Ácido Nítrico B	(C/C/B)	Antecipação	Contínua

Fonte: Próprio autor.

Da mesma forma que os produtos químicos, os itens da pintura e logomarca também são críticos para o processo. Foram feitas as mesmas considerações na

escolha dos estoques e revisões, mas uma peculiaridade nesta categoria foi a predominância do estoque de ciclo para as tintas, como mostra o Quadro 11. Uma diferença clara entre os produtos que faziam parte do portfólio da empresa era a coloração da tinta que eram aplicadas na parte externa, e como não era possível processar mais de um produto ao mesmo tempo, era necessário alternar a pintura após um período de produção. Para aqueles que a demanda era maior, optou-se pelo estoque de antecipação, e na medida que surgia uma demanda ou o estoque dos outros produtos acabados abaixavam no estoque, a tinta era solicitada para abastecer o estoque no momento estratégico.

Quadro 11 - Priorização de estoque da pintura e logomarca

PINTURA E LOGOMARCA	(IMPACTO/LEAD TIME/ROTATIVIDADE)	TIPO DE ESTOQUE	REVISÃO
Solvente	(A/C/A)	Segurança	Contínua
Tinta A - 1	(A/A/A)	Antecipação	Periódica
Tinta A - 2	(A/B/C)	Antecipação	Periódica
Tinta B - 1	(A/A/A)	Antecipação	Periódica
Tinta B - 2	(A/B/C)	Antecipação	Periódica
Tinta C	(A/B/C)	Ciclo	-
Tinta D	(A/B/C)	Ciclo	-
Tinta D - 2	(A/A/C)	Ciclo	-
Tinta E	(A/A/C)	Ciclo	-
Tinta F	(A/A/C)	Ciclo	-
Tinta F - 2	(A/B/C)	Ciclo	-
Tinta Logomarca	(A/A/B)	Segurança	Contínua
Solvente Logomarca	(A/A/A)	Segurança	Contínua

Fonte: Próprio autor.

Os materiais que compõem a embalagem e tratamento de efluentes são chamadas também de consumíveis de produção, pois apesar de não serem considerados matérias-primas por compor o produto final, auxiliam no processo produtivo com grande relevância, tornando-se assim indispensáveis para o funcionamento da linha. O Quadro 12 mostra que todos estes itens também são críticos para o processo, sendo que os materiais de embalagem foram optados por serem estocados por antecipação, e os do tratamento de efluentes por segurança.

Outro fato observado é que em caso de uma possível falta, estes possuem *lead time* curto devido à proximidade aos fornecedores, possibilitando até mesmo a coleta no próprio local.

Quadro 12 - Priorização de estoque dos consumíveis de produção

CONSUMÍVEIS DE PRODUÇÃO	(IMPACTO/LEAD TIME/ROTATIVIDADE)	TIPO DE ESTOQUE	REVISÃO
Espaçador A	(A/C/A)	Antecipação	Contínua
Espaçador B	(A/C/A)	Antecipação	Contínua
Etiqueta A	(A/C/A)	Antecipação	Contínua
Etiqueta B	(A/C/B)	Antecipação	Contínua
Pó Separador	(A/C/A)	Antecipação	Contínua
Ribbon	(A/C/B)	Antecipação	Contínua
Ácido Clorídrico A	(A/C/A)	Segurança	Contínua
Hidróxido de Sódio	(A/C/A)	Segurança	Contínua
Cloreto Férrico	(A/C/B)	Segurança	Contínua
Peróxido de Hidrogênio	(A/C/B)	Segurança	Contínua
Floculante A	(A/C/C)	Antecipação	Contínua

Fonte: Próprio autor.

Por fim, observou-se que os materiais do laboratório não impactavam diretamente o processo, pois são utilizados apenas para testes de qualidade, limpeza e não são aplicados na linha de produção. Apesar da ausência não parar a produção, é de extrema importância para obter os resultados que validam a qualidade e até mesmo guiam como está sendo o consumo de alguns materiais, pois alguns testes indicam a quantidade de matéria-prima que está sendo aplicado no processo. Caso ocorra a falta destes, a linha pode prosseguir e amostras de cada lote de produção são guardadas para fazer os testes posteriormente quando os itens estiverem disponíveis. Como mostra o Quadro 13, a única matéria-prima que possui classificação A para impacto na produção é a fita de adesão, pois esta é utilizada na linha de produção através do teste de aderência dos produtos químicos na superfície antes de receber a camada de tinta.

Quadro 13 - Priorização de estoque do laboratório

LABORATÓRIO	(IMPACTO/LEAD TIME/ROTATIVIDADE)	TIPO DE ESTOQUE	REVISÃO
Ácido Acético A	(B/B/A)	Segurança	Contínua
Ácido Clorídrico B	(B/B/A)	Segurança	Contínua
Ácido Nítrico	(B/B/A)	Segurança	Contínua
Álcool Etílico A	(B/B/A)	Segurança	Contínua
Álcool Isopropílico	(B/B/A)	Segurança	Contínua
Álcool Metílico	(B/B/A)	Segurança	Contínua
Cloreto de Cobre	(B/C/A)	Segurança	Contínua
Cloreto de Sódio	(B/B/A)	Segurança	Contínua
Fita de Adesão	(A/B/A)	Segurança	Contínua
Sulfato de Amônia	(B/B/C)	Segurança	Contínua
Tiocinato de Potássio	(B/B/C)	Segurança	Contínua

Fonte: Próprio autor.

4.2.3 Reajuste nos valores dos consumos específicos

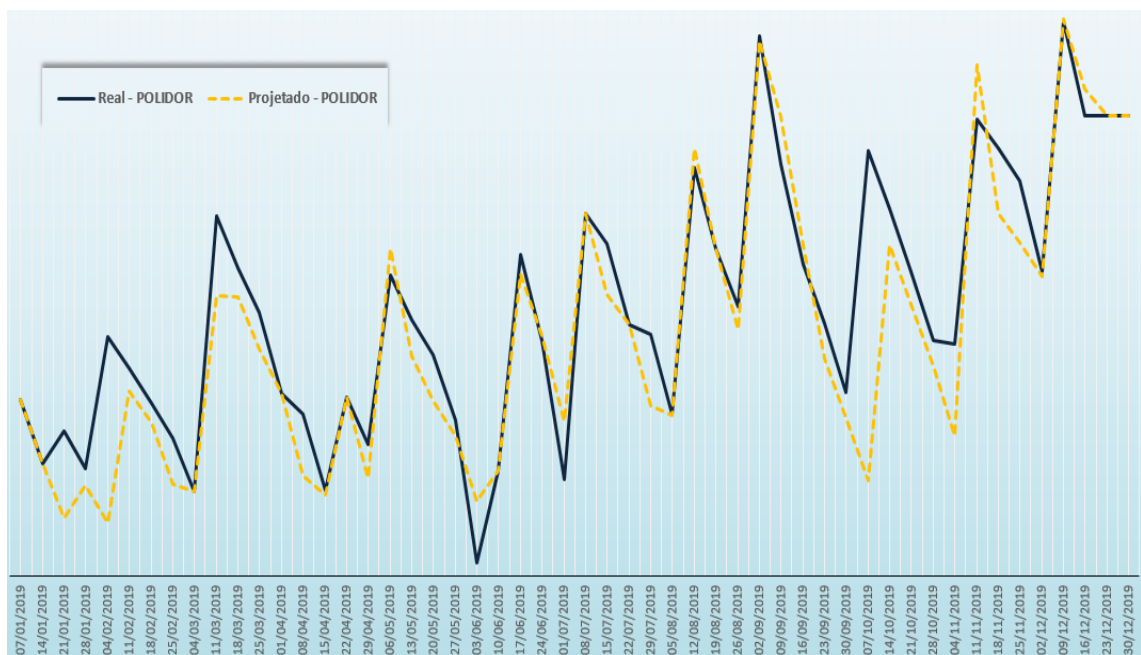
Na priorização de estoque, o tipo que mais predominou foi a de antecipação, sendo a maioria estabelecido para os produtos químicos. Para a estocagem antecipada destes materiais, é necessário ter *budgets* confiáveis a ponto de não faltar o material e nem acumular um estoque desnecessário. Assim ajustaram-se os valores destes com base na análise do consumo dos dois últimos anos. Esta alteração foi importante para obter um planejamento de compras mais preciso, para os materiais que o consumo médio foi consideravelmente abaixo do consumo específico adotado, houve um reajuste para tornar o valor mais próximo do real obtido nos últimos anos, enquanto que aqueles que apresentaram o *budget* menor que o consumo médio, ou seja, o gasto do material foi maior do que o previsto, decidiu-se manter o mesmo valor e controlar para que a meta orçada seja alcançada no ano seguinte.

4.2.4 Perfis de estoque e projeção de compras

Os perfis de estoque foram gerados em seguida para facilitar as análises de estoque. Com estes, foi possível obter um modo visual para verificar o

comportamento de cada item, ou seja, a comparação do consumo real e projetado, a rotatividade, intervalo de compras, quantidades máximas e mínimas alcançadas. A Figura 27 mostra como exemplo o perfil do item polidor em 2019, o qual obteve um aumento gradativo do nível devido ao aumento da produtividade. A linha contínua azul mostra o perfil real e a linha tracejada amarela o perfil projetado.

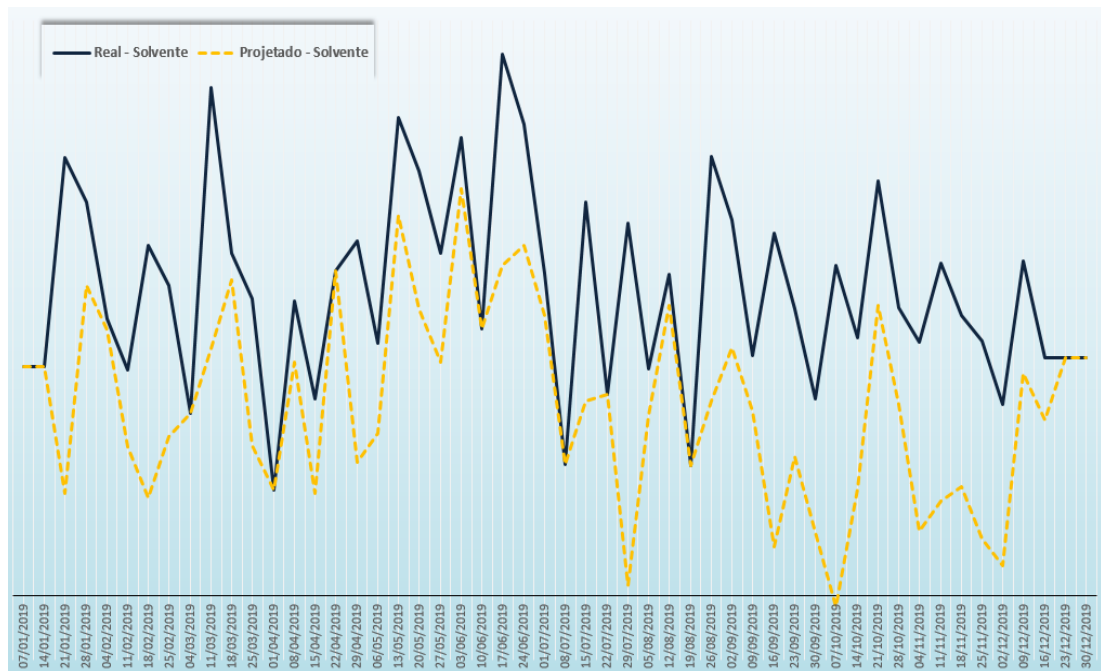
Figura 27 - Perfil de estoque do consumo do item polidor em 2019



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para os materiais que a rotatividade era alta e o consumo específico impreciso como o solvente, os perfis obtidos foram similares a Figura 28, com muitas compras durante o ano e níveis oscilando o tempo todo. Nota-se que os níveis de estoque desta matéria-prima estavam sempre acima do projetado, justamente para minimizar o risco de esgotar o produto.

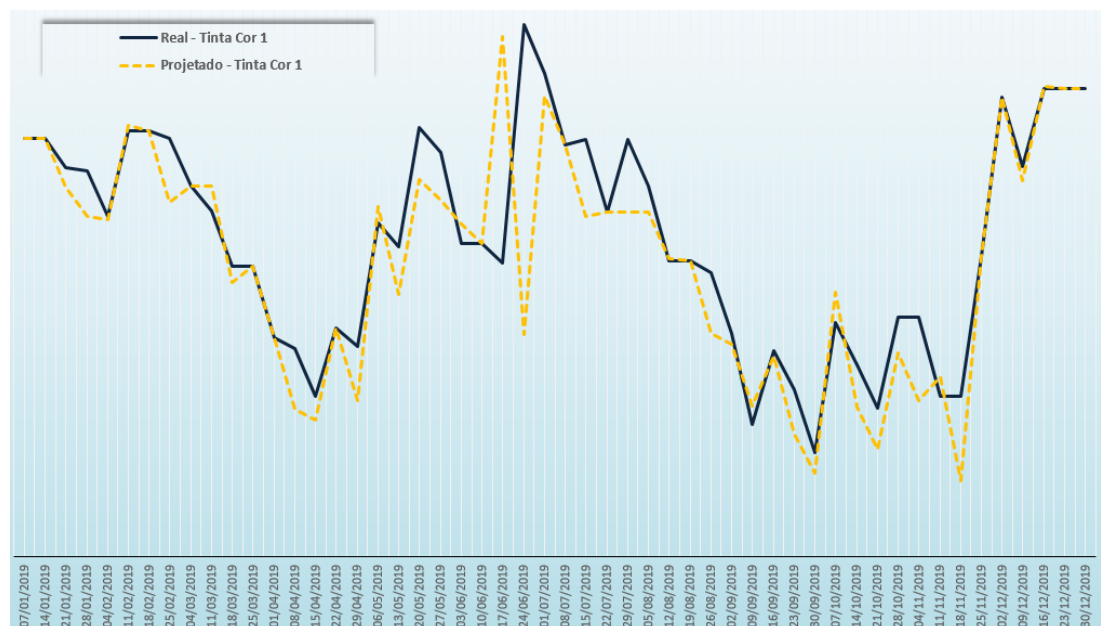
Figura 28 - Perfil de estoque do consumo do item solvente em 2019



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se também a questão do estoque de ciclo. As Figuras 29 e 30 mostram a diferença entre a rotatividade da Tinta Cor 1 e Tinta Cor 3 como exemplos disso. A primeira possui uma demanda maior e é frequentemente processada na fábrica, resultando em um perfil de estoque que mostra uma grande movimentação do material, tanto de entrada quanto de consumo.

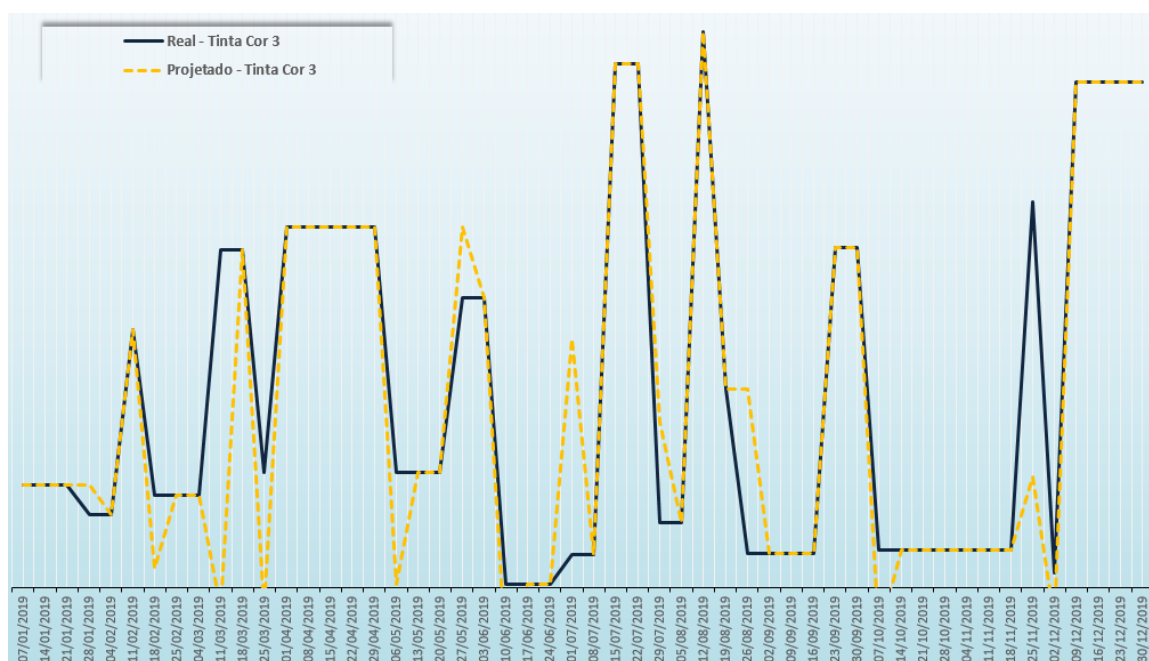
Figura 29 - Perfil de estoque do item tinta cor 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a segunda tinta é processada em uma frequência menor, resultando em um perfil com períodos que apresentam traços perpendiculares, o que indica a inatividade do item no estoque, ou seja, sem consumo. Nota-se também que o abastecimento e consumo possuem um padrão, quando surge uma demanda, a tinta é abastecida em um determinado nível e é consumida ao ponto de esgotá-la no estoque, evitando assim gastos devido material parado, e diminui riscos de acidente, uma vez que além de ocupar espaço, é um produto altamente inflamável.

Figura 30 - Perfil de estoque do item tinta cor 3



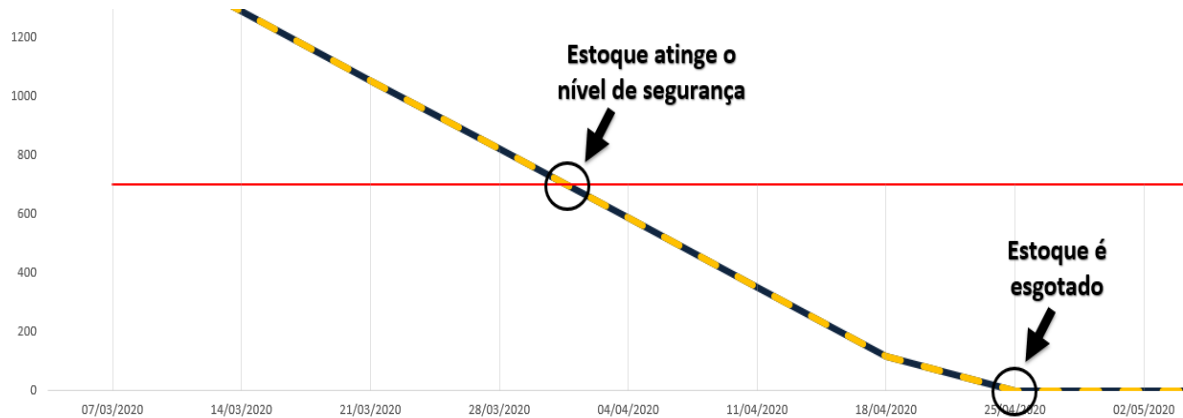
Fonte: Elaborado pelo autor.

Por questões de sigilo, o eixo vertical não foi mostrado nos perfis, estes serviram para visualizar os níveis de estoque e facilitar a entendimento do estoque. O perfil de cada material melhorou a análise e foi uma ferramenta eficaz para extrair dados. Utilizou-se então deste mesmo meio para aprimorar a projeção de estoque e compras. A partir do planejamento de produção e do *budget*, era possível estimar a quantidade de insumos que seriam gastos em um determinado período, e com os perfis de estoque se tornou possível fazer estas previsões de modo mais simples.

O nível do estoque atual era introduzido nas planilhas e o gráfico mostrava o consumo programado no período projetado, como mostra a Figura 31, obtendo então o momento que o estoque atingiria o nível de segurança ao cruzar a linha vermelha, para aqueles materiais que eram controlados por este tipo de

armazenamento, e que o estoque esgotaria ao cruzar o eixo da abcissa. A linha azul contínua representa o nível do estoque real e a amarela tracejada o nível projetado.

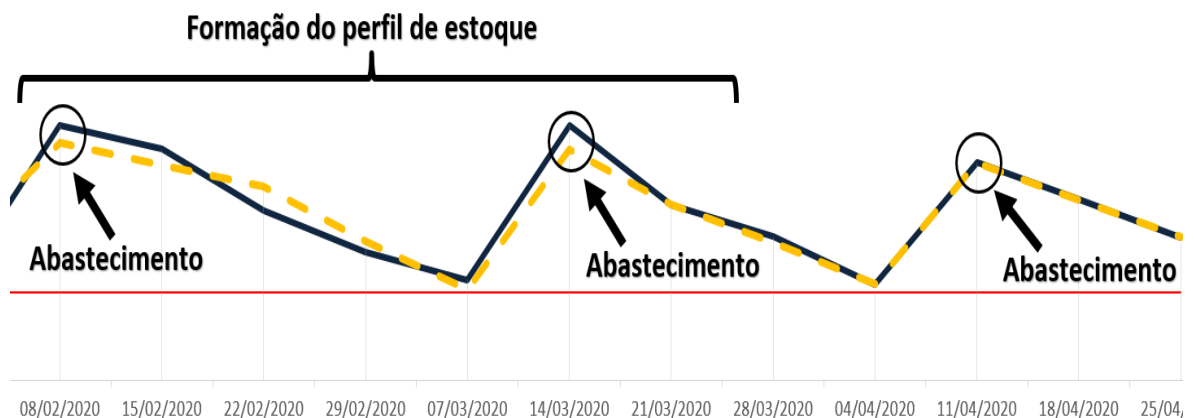
Figura 31 - Níveis de estoque



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este método permite a programação de diversas compras, as quais vão se ajustando à medida que a produção oscila e o planejamento sofre alterações. Toda vez que o inventário físico era realizado, o gráfico era atualizado e o perfil ia se formando gradativamente como mostra a Figura 32.

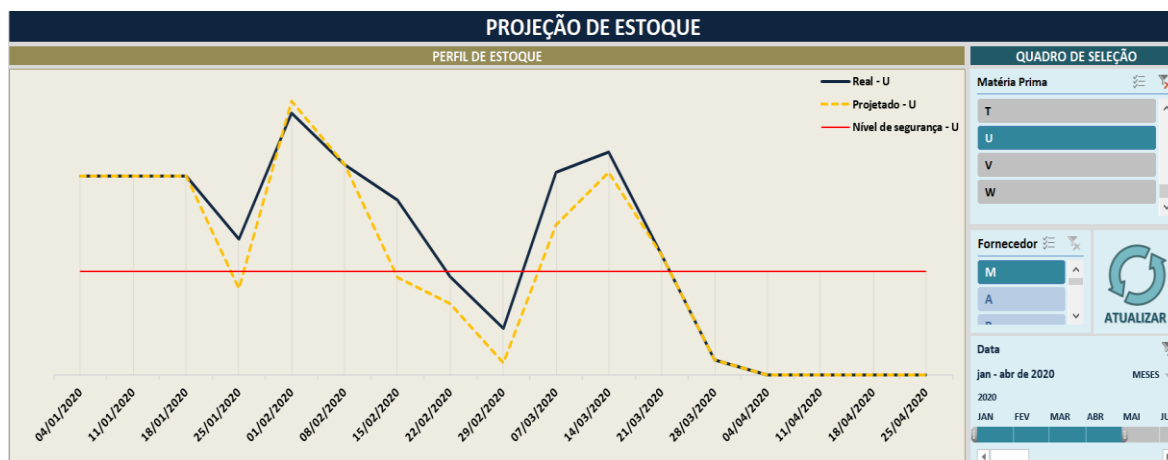
Figura 32 - Projeção de compras e formação do perfil de estoque



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhorar a visualização, utilizou-se a ferramentas da planilha eletrônica como a segmentação de dados para projetar o material e fornecedor desejado, e a linha do tempo para filtrar o período de interesse. A Figura 33 mostra o *layout* da ferramenta de projeção de estoque.

Figura 33 - Nova ferramenta de Projeção de Estoque desenvolvida para aprimorar a projeção de compras de materiais



Fonte: Elaborado pelo autor.

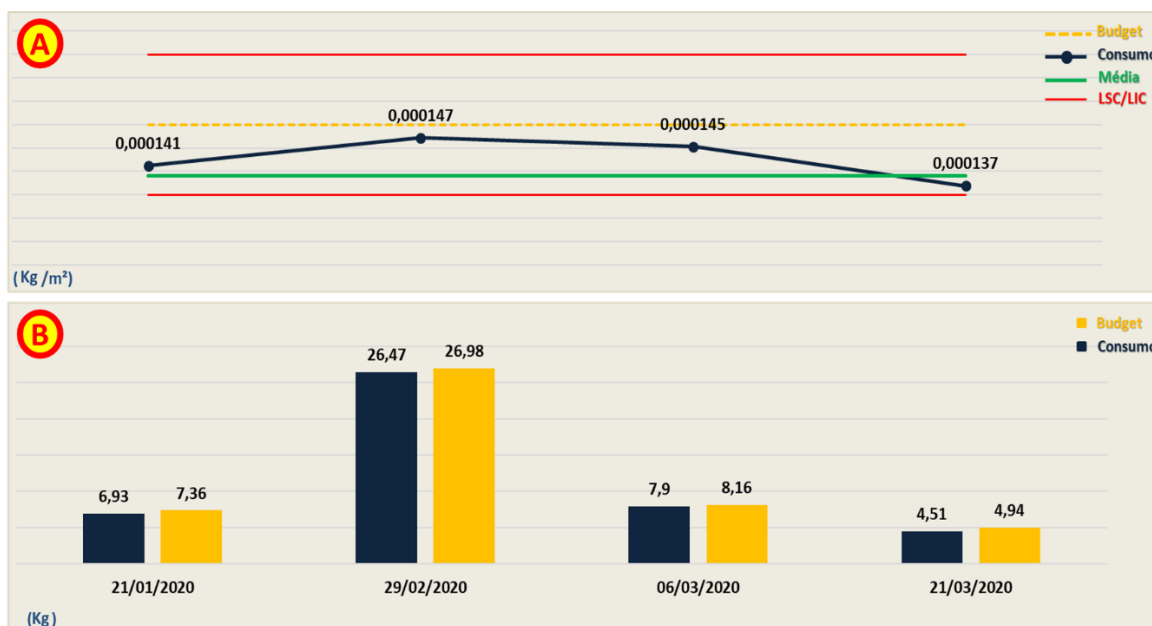
4.2.5 Dashboard de análise de consumo

Para finalizar a etapa de execução, criou-se meios de analisar o consumo dos materiais que eram controlados por *budget*. Através de tabelas dinâmicas e gráficos dinâmicos, obteve-se a ferramenta para aprimorar a análise do consumo, um *Dashboard* dinâmico que monitorava dados importantes para o controle dos gastos dos materiais.

A parte superior da Figura 34 mostra a carta de controle do consumo específico de um determinado item do setor. Toda vez que um ciclo de produção é encerrado, ou seja, o processamento de um tipo de produto é finalizado e se inicia outro diferente, o inventário físico era realizado e as informações eram introduzidas na planilha para gerar as cartas. As cores das linhas representam os mesmos componentes utilizados nas cartas de controle da etapa planejar.

Para a obtenção de dados mais conclusivos e complementar as informações do gráfico de controle, foi elaborado um gráfico de barras, ilustrado na parte inferior (B) da Figura 34. Enquanto a parte A mostra o consumo por metragem quadrada processada, o gráfico de barras mostra a comparação do consumo total real e com o consumo total estimado em quantidade, que é uma informação mais apropriada para passar aos funcionários da linha, já que é mais fácil dimensionar o ganho ou perda através destes números.

Figura 34 - Seção do *Dashboard* que monitora o (A) consumo específico e compara o gasto real com o projetado de cada campanha de produção

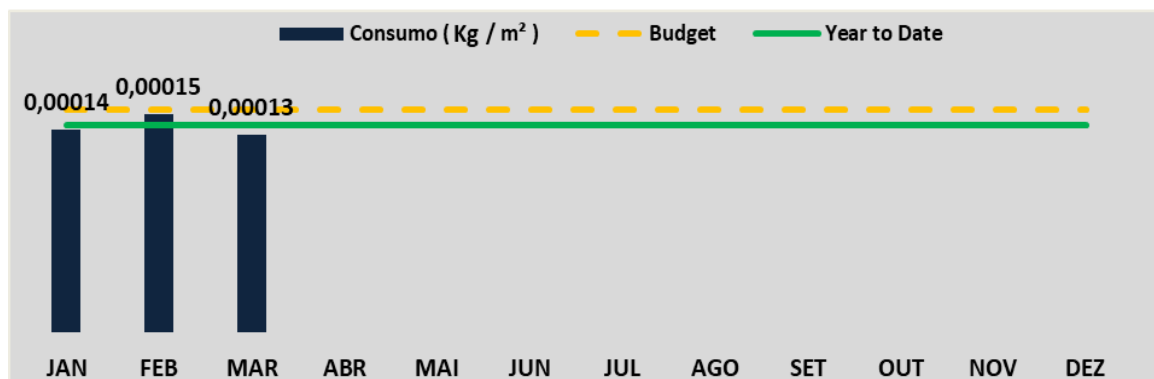


Fonte: Elaborado pelo autor.

A utilização das cartas nesta etapa funcionou de modo semelhante à da etapa de planejamento, porém esta foi feita por mês de produção e não segregava as campanhas. Portanto, o novo modo permitiu acompanhar de maneira mais fácil e visual o consumo de cada matéria-prima nos ciclos de produção, ou seja, mais detalhado. Foi utilizada a ferramenta de segmentação de dados para facilitar a seleção tanto dos produtos processados quanto dos materiais na análise.

Outros dados relevantes também foram programados para estarem disponíveis graficamente, como os consumos específicos mensais e o anual. A Figura 35 mostra a seção do *Dashboard* que informa os consumos específicos atingidos em cada mês. Cada barra corresponde a um determinado mês, a linha tracejada amarela o *budget*, e a verde a média até o momento. Este gráfico é útil para saber se o consumo específico mensal foi maior ou menor do que o estimado, facilitando o rastreamento e a coleta de informação.

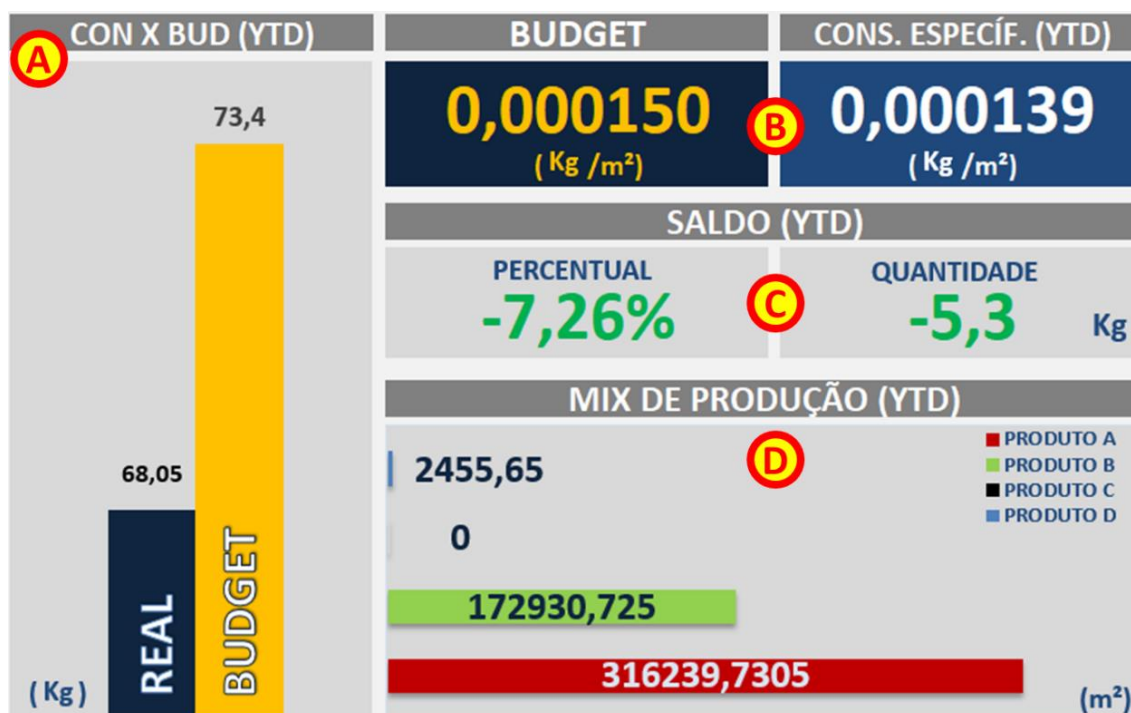
Figura 35 - Seção do *Dashboard* que informa os consumos específicos atingidos em cada mês



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por serem valores que norteiam o consumo, o *budget* e consumo específico atual foram destacados em células, como mostra a parte B da seção do *Dashboard* ilustrado na Figura 36, que são disponibilizados juntamente com o saldo (parte C), o *mix* de produtos processados (parte D) e um gráfico comparativo entre consumo real e projetado (A). Os valores e gráficos desta seção do *Dashboard* mostram os dados de consumo e produção desde o início do ano até o momento atual, período o qual é comumente designado como *year to date* (YTD).

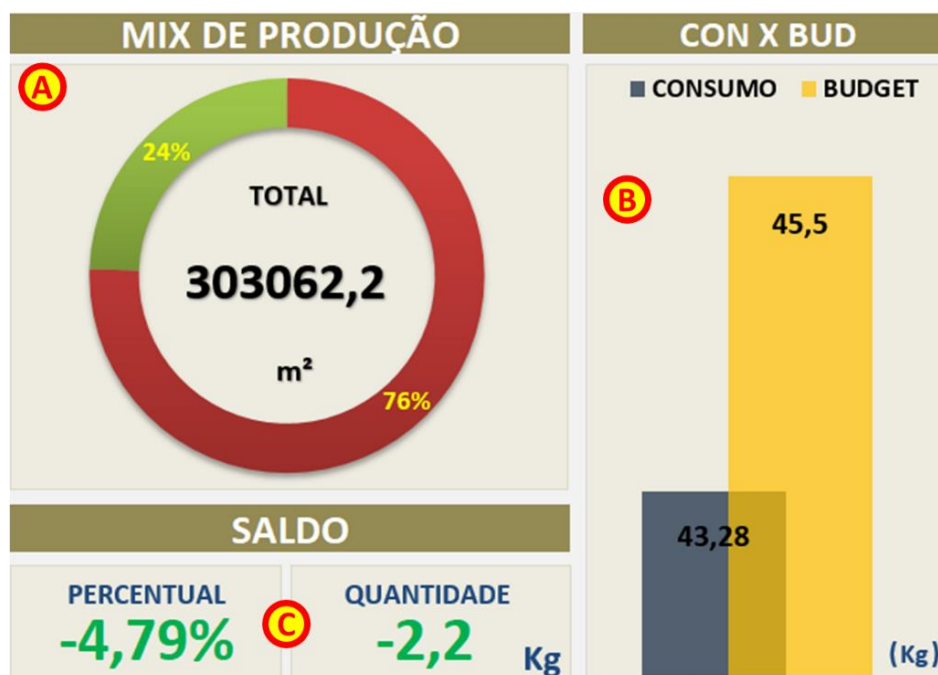
Figura 36 - Seção do *Dashboard* que mostra os dados de consumo e produção *year to date*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, foram dispostos gráficos e células para interagir dinamicamente com a ferramenta de linha do tempo da planilha eletrônica. Com o uso deste recurso, a seção do *Dashboard* ilustrado na Figura 37 permite a análise de dados em determinados períodos do ano, sem ser necessariamente desde o início até o momento atual como os dados representados nas Figuras 34 e 35. Foram dispostos o gráfico de barras (parte B da Figura 37) para comparar o consumo real com o projetado em quantidade, um gráfico de pizza (parte A) para mostrar o *mix* de produtos processados e células que destacam os valores do saldo (parte C), todos referentes a um determinado período.

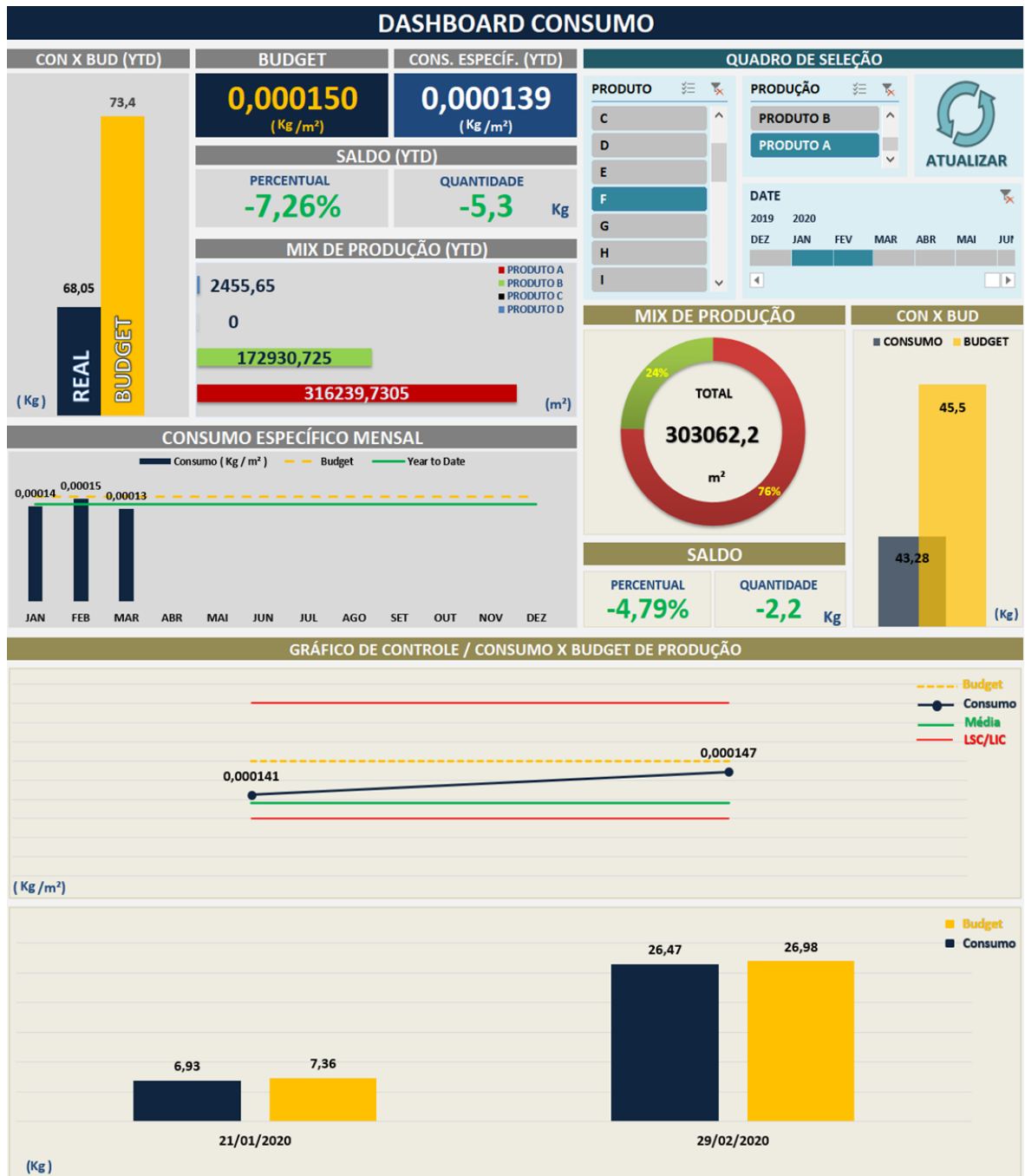
Figura 37 - Seção do *Dashboard* que mostra os dados de consumo e produção em determinados períodos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas estas seções foram dispostas para formar um *Dashboard* dinâmico, o qual apresenta as uma seção contendo ferramentas de segmentação de dados, linha do tempo e botão de atualização para facilitar e agilizar as análises. A Figura 38 mostra o *layout* final da ferramenta de análise de consumo.

Figura 38 - Dashboard completo desenvolvido para aprimorar a análise e controle do consumo



Fonte: Próprio autor.

Após finalizar as duas ferramentas e implantá-las, finalizou-se a fase Executar do ciclo PDCA.

4.3 Etapa: Verificar

Comparando os indicadores antes e depois das melhorias implantadas, observou-se uma redução geral no número de incidências. O gráfico contendo estes dados está apresentado na Figura 39.

Nota-se que as quantidades de erros e compras emergenciais diminuíram consideravelmente, sendo que os erros causados por planilhas não reincidiram mais.

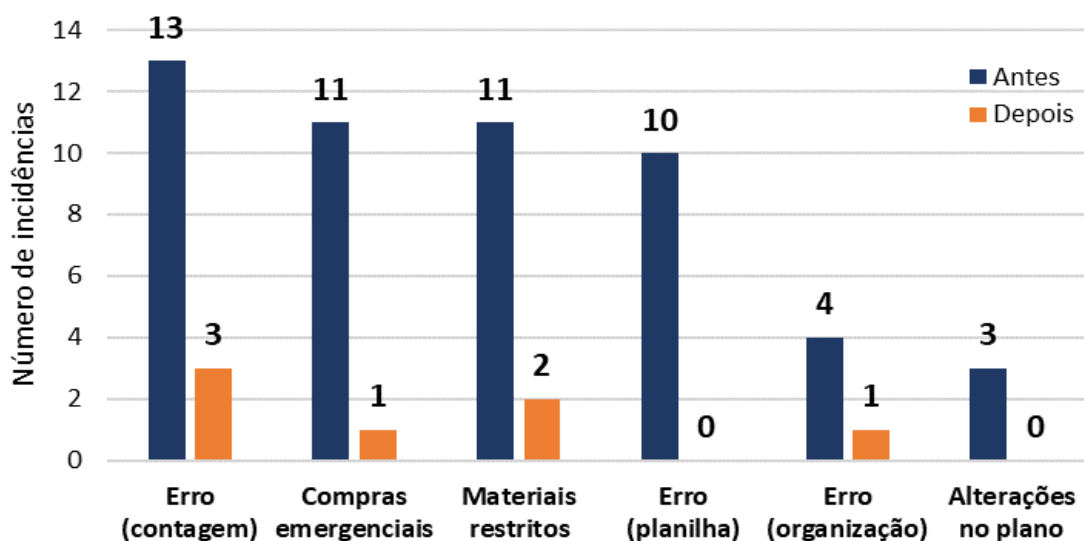
Quanto ao erro devido a organização, apesar do único erro ocorrido, obteve-se uma significativa melhora neste indicador e no último senso da filosofia 5S, o *Shitsuke*, uma vez que hábitos de organização e padronização estavam sendo ressaltados durante a rotina de trabalho dos envolvidos. Verificou-se que os métodos de contagem e medição também foram eficazes.

A compra emergencial que ocorreu foi de solvente, por ter um consumo que varia muito e por ter sido o último item a ter o tipo de estoque e rotina de revisão determinado.

A alteração no planejamento seria a ocorrência mais grave que poderia acontecer e também não houve reincidência.

A quantidade de materiais bloqueados também diminuiu, mas não foi possível descartar todos que estavam bloqueados. Os dois itens que sobraram foram as tintas que passaram da validade, que por serem inflamáveis, potenciais poluentes e ter uma quantidade consideravelmente alta, possuíam um destino final específico que era mais complexo de encaminhar e devido a isso o material ainda permaneceu no estoque ao final.

Figura 39 - Comparação do número de incidências de setembro de 2019 a março de 2020



Fonte: Elaborado pelo autor.

Devido a ordem de atuação determinada na Matriz GUT, as melhorias de inventário e planilhas de contagem foram aplicadas primeiro, tornando possível iniciar a verificação dos indicadores relacionados a estes antes de finalizar a etapa executar. Realizar a verificação simultaneamente com a execução agilizou o trabalho ao analisar cada erro que apareceu depois da implantação de modo imediato sem que torne um desvio considerável.

Os valores dos *budgets* que foram alterados e a priorização de estoque também foram verificados. Os novos valores de consumo específico corresponderam ao consumo real no processo, influenciando positivamente no armazenamento destes materiais e nas projeções de compras. A priorização utilizando o método das letras não sofreu alteração, e como foi tomado como base para determinar os tipos de estoque e revisão, estes se mantiveram, necessitando apenas avaliar se os níveis de segurança estabelecidos foram cobriram as incertezas de reposições de estoque de maneira efetiva e os métodos de revisão foram bem executados.

A nova planilha de projeção de estoque promoveu uma maior facilidade nas decisões, obtendo respostas mais rápidas e assertivas. Esta ferramenta de gestão gerou dados de estoque mais precisos que contribuiu fortemente para a redução das compras emergenciais. Visualmente, ao observar a evolução do perfil de

estoque era possível extrair informações para um planejamento de compras de uma maneira mais simples e eficaz.

O *Dashboard* criado para a análise mais aprimorada do consumo passou a fornecer informações importantes que não eram analisados anteriormente, como a situação do consumo médio no momento da análise e o saldo. As ferramentas gráficas desta planilha são fundamentais para acompanhar o desenvolvimento do consumo no processo, e uma vez implantadas, foi possível enriquecer as informações e relatórios com informações mais expressivas que são passados tanto para a produção tomar conhecimento do processo, quanto para gestores ficarem cientes da situação atual de consumo.

4.4 Etapa: Ação

Para finalizar o trabalho, as planilhas de inventário foram oficializadas e cadastradas no sistema da empresa, tornando-se um documento disponibilizado para os colaboradores acessarem e até mesmo para possíveis auditorias que solicitam estes documentos de contagem. Para não haver possibilidade das fórmulas e formatações serem alteradas, as células de cálculo da planilha foram bloqueadas. Toda vez que houver a inclusão ou exclusão de algum material nas listas, o documento terá que ser atualizado no sistema.

Os métodos de contagem, medição, unidades de consumo e *budgets* estabelecidos foram validados. Quanto aos níveis de estoque de segurança, aqueles que suportaram as imprevisões de fornecimento foram mantidas. Para todos os itens, independentemente da classificação, os níveis foram estimados considerando um cenário pessimista, ou seja, com maiores atrasos possíveis no fornecimento de modo a não correr riscos de falta. Os itens cujo o fornecimento foi justo ou amplo tiveram seus níveis recalculados e foram testados até o estoque apresentar uma harmonia entre saída e entrada.

Para eliminar de vez os erros de contagem devido a organização, adotou-se como procedimento ajustar o estoque, conforme mostra a Figura 40, no momento que cargas novas chegassem no setor, como realizar o FIFO e FEFO para otimizar o estoque e estruturar o armazenamento para não haver confusões na hora da contagem. Notou-se que, devido a rotina dinâmica de produção, nem sempre era

possível realizar estas atividades no momento exigido, mas assim que as prioridades fossem resolvidas, organizar o estoque se tornava preferência.

Figura 40 - Atividades de organização de estoque



Fonte: Acervo do autor.

A ferramenta de projeção passou a ser usada frequentemente para consultar os níveis de estoque e em todo momento que os inventários físicos eram realizados. Os dados de cada inventário eram analisados com o auxílio desta planilha para realizar as atividades de revisão de estoque, principalmente dos itens que possuíam o tipo de rotina de revisão periódica. O período de revisão e inventário também foi padronizado de forma que não houvesse longas produções sem relatar o consumo.

Por fim, o *Dashboard* dinâmico também começou a ser utilizado com frequência juntamente com a ferramenta de projeção, já que os dados de inventário eram utilizados para a análise nestas duas planilhas. Após a implantação, foi utilizada para elaborar relatórios, apresentações e entendimento dos consumos, mostrando informações expressivas que permitiu comprovar de fato como está o gasto das matérias-primas. Esta ferramenta se mostrou útil para o monitoramento dos gastos de cada setor, e é uma ferramenta robusta para ser utilizada para auxiliar projetos como redução do consumo no processo, diminuição da variabilidade, identificar possíveis problemas que afetam o consumo e afins, concedendo diversos caminhos e oportunidades para aplicar o MASP.

5. CONCLUSÃO

A gestão de estoque foi aprimorada, a ocorrência de problemas foi reduzida e as atividades no setor foram aperfeiçoadas, impactando diretamente na organização da planta, tanto no estoque físico quanto nos dados de planilhas, favorecendo uma visão mais clara e real do estoque.

Dos KPI's escolhidos, apesar de todos serem fundamentais para direcionar o trabalho, concluiu-se que os erros de contagem eram os que mais impactavam no processo. Além de influenciar os indicadores de compra e planejamento, foi o que deu início a instabilidade na gestão de estoque, por isso foi o primeiro tópico a ser abordado e trabalhado.

Houve uma redução significativa dos erros de inventário físico. Em relação aos erros de planilha, uma simples conferência das células que continham cálculo foi o suficiente para que não ocorresse mais incidências de erros desta categoria. Quanto ao erro devido a organização, foi um tipo de erro que não aparecia antes que passou a ser avaliado. Houve apenas um erro de contagem neste período devido a caixas que não foram esvaziadas, mas a melhora também foi significativa, já que em um intervalo de aproximadamente quatro meses ocorreram quatro incidências deste tipo, e apenas um erro em seis meses após a implantação da primeira melhoria.

Enfim, pode se concluir que o aprimoramento da gestão proporcionou ao setor um armazém harmonioso, organizado e maior domínio perante o estoque com maior compreensão dos dados gerados. Foi adquirido o conhecimento do comportamento e da utilização de cada material no processo produtivo, os quais são entendimentos fundamentais para uma boa gestão e controle. Por se tratar de atividades que envolvem pessoas, sabe-se que o erro se torna inerente, mas é sempre possível evitar equívocos e criar métodos para diminuir as chances de falha.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. C. **Análise de Causa Raiz**: levantamento dos métodos e exemplificação. 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/23437/23437.PDF>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

ALVES, E. A. C. O PDCA como ferramenta de Gestão da rotina. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...**. Rio de Janeiro: Cneg & Inovarse, 2015. p. 1 - 12. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_017M_7.pdf>. Acesso em: 22 set. 2019.

ALVES, R. et al. APLICABILIDADE DA MATRIZ GUT PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS CRÍTICOS: O ESTUDO DE CASO DO DEPARTAMENTO DE DIREITO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GESTÃO UNIVERSITÁRIA, 17., 2017, Mar del Plata. **Anais...**. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2017. p. 1 - 16. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/181033/101_00160.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 32 p. Disponível em: <http://associacaodeinspetores.com.br/arquivos/arquivo_informativo/c2c76186249e40f1f5da5c8b09582702.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2019.

AZEVEDO, T. C. C. S. et al. MAPEAMENTO DE PROCESSOS: FUNDAMENTOS, FERRAMENTAS E CASO EM UMA OPERAÇÃO LOGÍSTICA. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL & LOGÍSTICA DA MARINHA, 18., 2016, São Paulo. **Anais...**. São Paulo: Blucher, 2016. p. 37 - 50. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/marineengineeringproceedings/spolm2015/139733.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. **Análise e Melhoria de Processos**: Metodologia MASP. Brasília, DF: Diretoria de Comunicação e Pesquisa, 2015. 10 p. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/2174/1/MASP%20-%20M%C3%B3dulo%20%281%29.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2019.

CAMPOS, V. F. **TQC**: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 6. ed. Belo Horizonte: Bloch Editores S.A., 1992. 218 p.

DANDARO, F.; MARTELLI, L. L. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUE NAS ORGANIZAÇÕES. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2,

p.171-185, 28 jul. 2015. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/gi.v11n2.2733>. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/download/2733/2172>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

FÁVERI, R. de.; SILVA, A. da. MÉTODO GUT APLICADO À GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES: UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO PARA HIERARQUIZAÇÃO DE RISCOS. **Revista Ordem Pública**, Santa Catarina, v. 9, n. 1, p.93-107, jan. 2016. Semestral. Disponível em: <<https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/viewFile/112/105>>. Acesso em: 26 out. 2019.

GRAZIANI, A. P. **Gestão de Estoques e Movimentação de Materiais**. Palhoça: Unisulvirtual, 2013. 150 p.

MACHADO, S. S. **Gestão da Qualidade**. Inhumas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2012. 92 p. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prd_industr/tec_acucar_alcool/161012_gest_qual.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 456 p.

MENEZES, F. M. **MASP METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS**. Porto Alegre: Produttare, 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/10032890-Masp-metodologia-de-analise-e-solucao-de-problemas.html>>. Acesso em: 07 jul. 2019.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied Statistics and Probability for Engineers**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003. 706 p. Disponível em: <<http://www.um.edu.ar/math/montgomery.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

O VIDROPLANO. São Paulo: Associação Nacional de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos, v. 51, n. 421, jan. 2008. Mensal. Disponível em: <<https://abravidro.org.br/revistapdf/?urlpdf=17218>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

OLIVEIRA, J. A. de. et al. **Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. Produção**, Bauru, 2011. v. 21, n. 4, p. 708 - 723. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v21n4/aop_t6_0002_0302.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

PAULISTA, P. H.; GALDINO, B. J. MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO ELETRÔNICO. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. **Anais...**. Curitiba: Enegep, 2014. p. 1 - 17. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_196_109_26235.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

PEREIRA, A. J. V. **Desenvolvimento de Novos Produtos em Vidro Utilizando Tecnologias de Prototipagem Rápida**. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design Industrial, Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2006. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12418/2/Texto%20integral.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

PEREIRA, B. M. et al. GESTÃO DE ESTOQUE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE DE JAGUARÉ. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais...**. Fortaleza: Enegep, 2015. p. 1 - 14. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_221_27945.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2019.

PINHEIRO, F. C. **Evolução do uso do vidro como material de construção civil**. 2007. 63 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco, Itatiba, 2007. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1045.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2019.

REIS, L. V. et al. O USO DAS FERRAMENTAS BRAINSTORMING E 5W2H NO PLANEJAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO EM INDÚSTRIAS DE TABACO. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais...**. João Pessoa: Enegep, 2016. p. 1 - 13. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_229_339_28579.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SANTOS, D. C. I. **Gestão de Estoque**. 2013. 44 f. Monografia (Graduação) - Curso de Administração, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2013. Disponível em: <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1011260247.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

SANTOS, S. R. dos; MACIEL, A. J. da S.. PROPOSTA METODOLÓGICA UTILIZANDO FERRAMENTAS DE QUALIDADE NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PULVERIZAÇÃO. **Associação Brasileira de Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, p. 627-636. ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n2/33.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

SÃO PAULO (Estado). Ministério Público. **Manual de indicadores de desempenho**. São Paulo, SP: Ministério Público de São Paulo, 2017. 16 p. Disponível em: <http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/Centro_de_Gestao_Estrategica/ManualIndicadores.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

SILVA, C. E. da. IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA '5S'. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais...**. Ouro Preto: Enegep, 2003. p. 1 - 8. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0201_0471.pdf>. Acesso em: 22 set. 2019.

SILVA, J. L. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO AUTOMOTIVO. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. **Anais...**. Joinville: Enegep, 2017. p. 1 - 16.

Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_30942.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração na Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2009. 728 p.

SOUZA NETO, R. M. de et al. APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA FÁBRICA DE BLOCOS STANDARD DE GESSO. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. **Anais...**. Joinville: Enegep, 2017. p. 1 - 25. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_34641.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 2a edição ed. São Paulo: Cortez Editora, 1986. v. 17

TOLEDO, José Carlos de et al. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 397 p.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2007. 190 p.