

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ISABELA CAPUANO PEDRO

**GESTÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE BENS
DE CONSUMO**

São Carlos
2020

ISABELA CAPUANO PEDRO

GESTÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE BENS DE
CONSUMO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Walther Azzolini Junior

São Carlos

2020

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

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

P372g Pedro, Isabela Capuano
 Gestão de estoques: um estudo de caso em uma
 indústria de bens de consumo / Isabela Capuano Pedro;
 orientador Walther Azzolini Júnior. São Carlos, 2020.

 Monografia (Graduação em Engenharia de
 Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
 Universidade de São Paulo, 2020.

 1. Gestão de estoques. 2. Administração de
 materiais. 3. Planejamento da produção. 4. Planejamento
 de materiais. 5. Política de estoques. 6. Estoque de
 segurança. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Isabela Capuano Pedro
Título do TCC: Gestão de Estoques: um estudo de caso em uma indústria de bens de consumo
Data de defesa: 06/10/2020

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Walther Azzolini Júnior (orientador)	Aprovada
Instituição: EESC - SEP	
Professor Associado Fernando César Almada Santos	Aprovada
Instituição: EESC - SEP	
Professor Associado Edmundo Esquivão Filho	Aprovada
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Doutor Walther Azzolini Júnior**

Dedico este trabalho a todos aqueles que me ajudaram e apoiaram durante toda a minha trajetória, especialmente aos meus pais.

RESUMO

PEDRO, I. C. Gestão de Estoques: um Estudo de Caso em uma Indústria de Bens de Consumo. 2020. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

Com o aumento da competitividade entre as empresas no mercado, realizar um gerenciamento eficaz de toda a cadeia de suprimentos torna-se essencial para determinar o sucesso de uma organização. Nesse contexto, é necessário compreender as exigências de desempenho em cada um dos níveis de planejamento e estabelecer formas para alcançá-las. O presente trabalho se propõe a realizar uma análise dos processos internos desempenhados pelo setor de Planejamento e Controle da Produção em uma indústria de bens de consumo, especialmente da parte de abastecimento de materiais e gerenciamento do estoque, e, assim avaliar os principais fatores que influenciam o alcance de bons indicadores de desempenho. Para isso serão estudados modelos atuais que servem para determinar os principais parâmetros que guiam a definição de uma política de estoques, especialmente as variáveis de estoque de segurança e ponto de pedido. Em seguida, proposta a melhor abordagem para calcular essas medidas em um ambiente com demanda sazonal e tempo de transporte considerável.

Palavras-chave: Gestão de Estoques; Administração de Materiais; Planejamento da Produção; Planejamento de Materiais; Política de Estoques; Estoque de Segurança.

ABSTRACT

PEDRO, I. C. **Inventory Management: a Case Study in a Consumer Goods Industry**. 2020. Monograph (Course Completion Paper) – Engineering School of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2020.

With the increase in competitiveness among companies in the markets, effective management of the entire supply chain becomes essential to determine the success of an organization. In this context, it is necessary to understand the performance requirements at each of the planning levels and establish ways to achieve them. The present work proposes to make an analysis of the internal processes performed by the Production Planning and Control department in a consumer goods industry, especially in terms of material supply and stock management, and, therefore to verify the main factors that influence the achievement of good performance indicators. To do so, current models that allows to determine the main parameters at the definition of an inventory policy will be studied, especially the variables of safety stock and reorder point. After that, the best approach to calculate these measures in an environment with seasonal demand and considerable transport time it is going to be proposed.

Keywords: Inventory Management; Materials Management; Production Planning; Materials Planning; Inventory Policies; Safety Stock.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação do S&OP com o planejamento estratégico e tático.....	20
Figura 2 - Entradas e saídas do plano agregado de produção.....	21
Figura 3 - Relação entre os níveis de estoque e os departamentos de uma empresa.....	23
Figura 4 - Curva ABC	25
Figura 5 - Comparação entre o ponto de pedido fixo e o ponto de pedido variável.....	30
Figura 6 - Organograma da empresa estudada	32
Figura 7 - Gráfico da aderência à programação	34
Figura 8 - Gráfico de causas da falta de aderência à programação	35
Figura 9 - Fluxograma da avaliação de materiais para atendimento do MPS	37
Figura 10 - Curva ABC das matérias primas da empresa de estudo	39
Figura 11 - Gráfico do volume consumido e previsto em 2018-2019.....	45
Figura 12 - Gráfico de simulação do nível de estoque utilizando o primeiro método	48
Figura 13 - Gráfico de simulação do nível de estoque utilizando o terceiro método.....	53
Figura 14 - Novo fluxo de cadastro de materiais.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de serviço de acordo com o fator de segurança.....	27
Tabela 2 - Nível de serviço para o fator de segurança calculado através do desvio absoluto médio e pelo desvio padrão	28
Tabela 3 - Aderência à programação ao longo do ano fiscal 2018-2019	34
Tabela 4 - Aderência ao plano de produção	35
Tabela 5 - Composição das classes A, B e C da empresa	39
Tabela 6 - Modais para entrega de pedidos	41
Tabela 7 - Contratação de frete aéreo ou dedicado ao longo de 2018-2019	41
Tabela 8 - OTIF dos fornecedores	42
Tabela 9 - Volume da matéria-prima sucateado	43
Tabela 10 - Comparativo volume consumido e previsto para 2018-2019.....	45
Tabela 11 - Volume previsto para 2019-2020	46
Tabela 12 - Valores para o estoque de segurança analisado.....	46
Tabela 13 - Valores para o cálculo do ponto de pedido	47
Tabela 14 - Simulação de abastecimento para o primeiro método utilizado.....	47
Tabela 15 - Simulação dos custos para o primeiro método	49
Tabela 16 - Valores para o estoque de segurança para o segundo método	50
Tabela 17 - Valores para o cálculo do ponto de pedido do segundo método	50
Tabela 18 - Simulação de abastecimento para o segundo método utilizado	50
Tabela 19 - Simulação de abastecimento para o terceiro método utilizado	52
Tabela 20 - Simulação dos custos para o terceiro método	53
Tabela 21 - Quadro comparativo entre os cenários apresentados	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B2B - *Business to Business*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

FOP - *Free on Board*

KPI - *Key Performance Indicator*

LEC - Lote Econômico de Compra

MPS - *Master Production Schedule*

MRP - *Material Requirement Planning*

MTO - *Make to Order*

MTS - *Make to Stock*

OTIF - *On Time in Full*

PCP - Planejamento e Controle da Produção

RCCP - *Rough Cut Capacity Planning*

S&OP - *Sales and Operations Planning*

SKU - *Stock Keeping Units*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Contextualização.....	17
1.2 Objetivos.....	18
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS	19
2.1 Planejamento em nível estratégico.....	19
2.2 Planejamento em nível intermediário	20
2.3 Sistemas ERP.....	21
2.4 Administração de estoques	22
2.5 Curva ABC	24
2.6 Estoque de Segurança	26
2.7 Ponto de Pedido	29
3 DESENVOLVIMENTO.....	31
3.1 Caracterização da empresa.....	31
3.2 Definição da estrutura organizacional	31
3.3 Definição do procedimento do PCP.....	32
3.4 Análise de indicadores do PCP	33
3.5 Definição do fluxo de abastecimento.....	36
3.6 Definição de matéria-prima a ser estudada.....	38
3.7 Características intrínsecas das matérias-primas A.....	40
3.8 Administração do material.....	41
4 PROPOSTAS DE MELHORIA	44
4.1 Estoque de segurança e ponto de pedido	44
4.2 Integração do ERP	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A busca pela eficiência da cadeia de suprimentos mostra-se mais importante do que nunca para garantir a competitividade da empresa na economia global e assim atingir a máxima lucratividade possível. De acordo com Chopra e Meindl (2016), uma cadeia de suprimentos é composta por redes de fluxos de informações, monetário e de produtos realizados por meio de dinâmicas interações ao longo tempo cujo principal objetivo é gerar valor ao satisfazer as necessidades do cliente e poder alcançar o lucro. E, dessa forma, é importante destacar que os recursos passam por diversos estágios, em que a cada estágio através da função de produção é agregado valor até obter-se o produto final. Por isso, com tantos *stakeholders* e interações realizadas entre eles torna-se difícil conciliar todas as demandas e possíveis desdobramentos conseguindo tomar decisões que sejam assertivas.

Se o propósito da cadeia produtiva é gerar o máximo de valor possível, é indispensável controlar os fatores que influenciam no processo de produção. E é nesse contexto que gerenciar adequadamente o fluxo de materiais tanto de matérias-primas quanto de produtos acabados se torna essencial, desde a negociação com o fornecedor até a disponibilização do produto final. Para apoiar esse fluxo e garantir no nível tático e operacional que sejam alcançadas as metas estratégicas foi adotado a utilização dos estoques, acompanhados através de indicadores chave de desempenho.

Dimensionar e controlar os níveis de estoque são princípios fundamentais da administração de materiais e devem ser analisados para dar apoio à estratégia global da empresa. Um estoque saudável e coerente com o design estratégico da cadeia produtiva pode auxiliar a companhia a atingir os dois principais fatores para o sucesso da cadeia de suprimentos, o atendimento do cliente com excelência e a redução de custos e gastos. Do contrário, pode imobilizar capital da empresa que poderia ser investido em retornos mais lucrativos ou até mesmo causar prejuízos e serem desperdiçados por obsolescência. Por isso, cada vez mais estudiosos tem se dedicado a avaliar o impacto de diferentes variáveis e propor modelos que sejam adequados a cada tipo de situação. Tomar decisões a respeito da administração de materiais implica ponderar os *Trade-off* que surgem delas e para isso é necessário estar ciente de todas as implicações que podem ser geradas.

1.2 Objetivos

Conforme exposto, aumentar a eficiência da cadeia produtiva é a prioridade máxima das empresas em busca de espaço no mercado cada vez mais globalizado. Com o avanço tecnológico e aumento da instabilidade econômica, há um crescente aumento no fluxo de informações e nos desafios encontrados pelas companhias que devem atentar-se aos processos atuais e refletirem a respeito da existência de possíveis desperdícios tais como potencial subutilizado, espera e retrabalho. Seguindo esse propósito, uma fonte propensa a contribuir, positivamente ou negativamente, para esse cenário são os fluxos de materiais na produção, compostos pelas matérias-primas, componentes semiacabados e produto final.

Portanto, o presente trabalho tem como propósito apresentar parâmetros que devem ser analisados durante o dimensionamento do estoque e abastecimento de matérias-primas com foco no atendimento do nível de serviço e na redução de custos. Para isso será utilizado como objeto de estudo um caso real desenvolvido numa empresa multinacional de bens de consumo, onde será avaliado o atendimento dos índices de desempenho adotados pela companhia e verificado a possibilidade de melhorias.

O trabalho abrange também a análise do fluxo de processos realizado pelo departamento de Planejamento e Controle da Produção da empresa, especialmente o de responsabilidade do planejador de materiais, avaliando o tempo de horizonte de planejamento e as alterações feitas nos planos (MPS, plano agregado, plano de capacidade). E, assim, as interfaces com as demais áreas da empresa que possuem contato e são impactados pelo PCP.

No que tange aos estoques, serão avaliados o impacto de fatores como nível de serviço do fornecedor, *lead time*, custos de transporte e procedimentos internos para calcular o nível de estoque de segurança e ponto de ressuprimento. No contexto do design estratégico da cadeia de suprimentos definida pela alta diretoria da empresa, esses fatores irão compor os *trade-off* nos níveis táticos e operacionais que deverão ser conhecidos e, então, analisados para obter o resultado esperado. Além de averiguar os modelos atuais encontrados na literatura para sugerir abordagens que sejam mais apropriadas para uma indústria de bens de consumo com demandas bastante variáveis e distintas ao longo do ano.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 Planejamento em nível estratégico

Segundo Guerrini, Belhot e Azzolini Júnior (2014), o planejamento da produção pode ser realizado estabelecendo diferentes níveis de hierarquia que irão compor o sucesso dos principais objetivos de negócios de uma empresa. Para isso, o processo foi dividido em níveis macro (estratégico), intermediário (tático) e micro (operacional). Cada nível possui um horizonte de tempo, *trade-off* de critérios competitivos e grau de desagregação de informações diferentes a serem considerados. Com a quantidade extensa de fluxos dentro de uma empresa e existência de variáveis influenciadoras, torna-se necessário estabelecer metas com diferentes propósitos, horizonte de tempo e grau de informação para garantir que os processos sejam todos atendidos da forma mais eficiente.

Dessa forma, no primeiro momento a alta direção deve ser responsável por elaborar o plano de negócios que determina as principais diretrizes da empresa considerando um prazo mais longo. Assim, é definido o rumo do negócio da companhia levando em conta fatores externos como potencialidades do mercado, competidores, avanço tecnológico e outros. Após a definição dessas decisões e restrições impostas, o plano estratégico será utilizado como entrada para a criação do planejamento de vendas e operações (S&OP). De acordo com Corrêa, Giansesi e Caon (2007) o processo de S&OP é necessário para integrar níveis de decisão diferentes (estratégicos e operacionais) em conjunto com a integração de funções diferentes da empresa (marketing, finanças, manufatura) garantindo que os esforços sejam alocados na direção certa. Assim, pode-se considerar que os principais objetivos do S&OP são garantir a viabilidade e execução do plano estratégico, gerenciar as mudanças de forma eficaz corrigindo desvios que forem surgindo, garantir o nível de serviço ao cliente a partir da gestão eficaz dos estoque de produtos finais e a carteira de pedidos, controlar os indicadores de desempenho e permitir uma integração que promova a cooperação entre diferentes áreas da empresa. A partir do trabalho de S&OP é possível descer para níveis mais táticos de gerenciamento.

Figura 1 - Relação do S&OP com o planejamento estratégico e tático



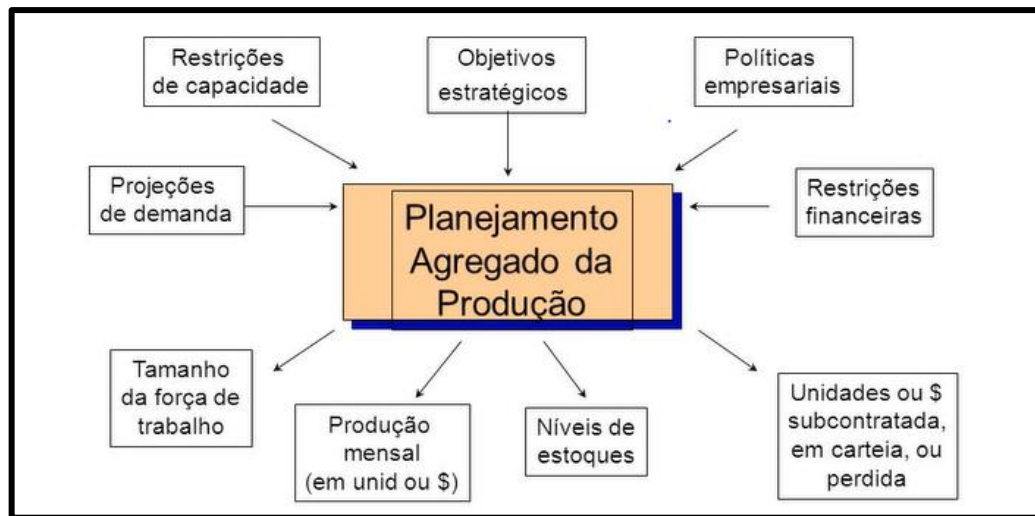
Fonte: Corrêa, Giancesi e Caon (2007)

2.2 Planejamento em nível intermediário

Segundo Chopra e Meindl (2016), após a fase de definição estratégica do projeto da cadeia de suprimentos, as decisões são desdobradas para níveis mais táticos com horizonte de tempo menor, de cerca de um trimestre a um ano, com mais revisões e maior grau de acompanhamento das metas específicas. Para isso, a empresa precisa lidar com as limitações impostas durante a fase de projetos e buscar otimizar o desempenho.

Inicialmente, a partir do plano de vendas desenvolvido pela área de S&OP é necessário estabelecer um planejamento com maior grau de aprofundamento na capacidade dos recursos produtivos que garanta o atendimento da demanda prevista. E, para isso, é desenvolvido o plano agregado de produção, que de acordo com Guerrini, Belhot e Azzolini Júnior (2014) pode ser elaborado num horizonte de tempo mensal ou até semestral, podendo sofrer alterações conforme forem surgindo restrições. Apesar de receber como principal entrada o plano de vendas, é importante que outros departamentos sejam capazes de fornecer informações que auxiliem no equilíbrio de planejamento recursos. Por isso, o plano agregado deve considerar parâmetros operacionais para ser capaz de maximizar o valor ao longo da cadeia produtiva para o atendimento do plano de vendas, tais como taxa de produção, mão de obra necessária, capacidade do maquinário, política financeira e níveis de estoque.

Figura 2 - Entradas e saídas do plano agregado de produção



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/294770/> (Acesso em 23/09/2020)

Com todas essas variáveis a serem consideradas e suas restrições, após as decisões mais adequadas serem tomadas, o plano agregado de produção auxiliará no desenvolvimento do MPS. O MPS, a partir das definições feitas no plano agregado, irá viabilizar a produção dispondo de informações para especificar o nível de produção para cada produto acabado. Portanto, o plano mestre de produção deve utilizar o plano agregado como parâmetro para definir quais produtos serão feitos, quanto será produzido e quando. Para isso, com o RCCP é possível encontrar gargalos e recursos-chave que impactarão na necessidade de promover alterações no MPS.

Após a definição dos volumes e datas de produção, o plano mestre é confrontado pelo MRP. De acordo com Guerrini, Belhot e Azzolini Júnior (2014) o planejamento das necessidades de materiais utiliza informações como lista técnica de materiais, níveis de estoque e o *lead time* do fornecimento para estabelecer a emissão de novas ordens de compra e ordens de produção, realizando para isso a explosão de materiais. Nesse momento, políticas previamente definidas do estoque serão utilizadas para avaliar como se dará a liberação de novos pedidos.

2.3 Sistemas ERP

Com o avanço da tecnologia e a necessidade de uma ferramenta agregasse uma quantidade cada vez crescente de dados, houve uma evolução do MRP, surgindo o ERP. Os ERPs são sistemas utilizados por todos os departamentos de uma empresa para facilitar e

integrar a gestão de informações internas e automatizar processos. Para Chopra e Meindl (2016), a utilização de sistemas de planejamento dos recursos da empresa, os ERPs, possui importância para auxiliar na tomada de decisões mais inteligentes pois com o compartilhamento em tempo real de informações é possível manter a rastreabilidade e visibilidade do fluxo de dados. Ademais, de acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2016), a implementação de tais sistemas permitem às empresas uma tomada de decisão mais coerente pois com a integração e automatização de processos essenciais para a empresa é possível compreender as implicações de qualquer alteração.

Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios advindos da utilização de sistemas ERP nas companhias, é necessário atentar-se aos fatores que dificultam ou impedem sua implementação apropriada tais como a subestimação de custos, tempo e esforço; necessidade de profissionais com alto nível de qualificação; profissionais treinados para continuar alimentando o sistema; alterações substanciais nos processos de trabalho que podem gerar resistência e busca pela melhoria constante. Para isso deve-se adotar estratégias e novos procedimentos que mitiguem esses riscos. Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2016), para garantir que o sistema rode efetivamente, a organização deve atender alguns fatores críticos de sucesso, sejam eles mais estratégicos e abrangentes ou então táticos relacionados a algum projeto específico.

2.4 Administração de estoques

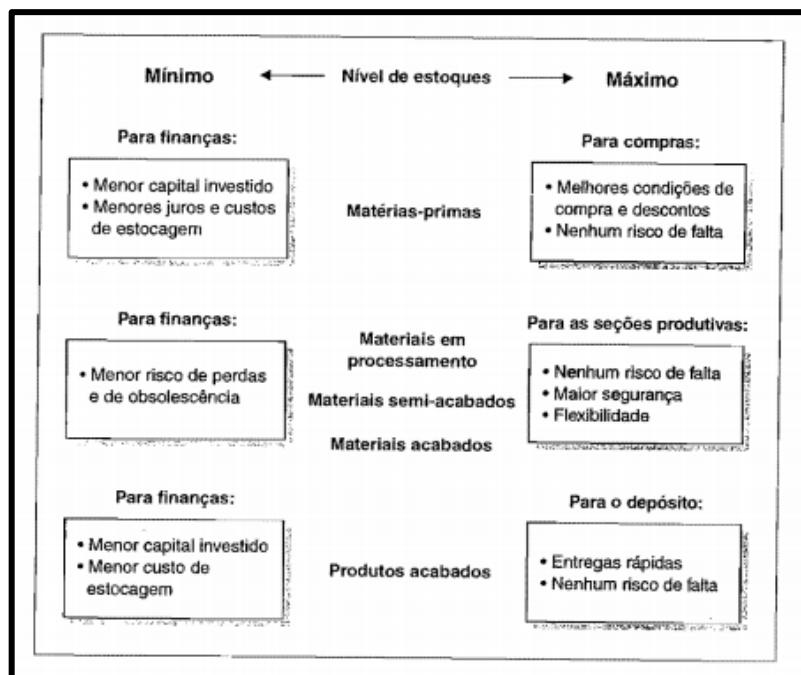
De acordo com Arnold (2009), estoques são materiais que uma empresa utiliza para vender ou para servir como insumos para apoiar a produção, complementado por Dias (1995), que não são utilizados em determinado momento, porém que precisam existir por virem a serem consumidos futuramente. Os estoques são extremamente importantes para a saúde financeira de uma empresa, pois representam cerca de 20% a 60% dos ativos totais e é convertido em fluxo de caixa à medida que vão sendo utilizados e transformados. Além de demandar e ser responsável pela elevação de certos custos, diminuindo a margem de lucro do produto final e como consequência o lucro total da companhia.

No sistema de produção MTS, a produção empurrada exige que se tenha um foco no processo produtivo, no qual o fluxo de materiais deve fornecer suporte impedindo interrupções ou paralisações desnecessárias. Para isso servem os estoques, compor uma folga de materiais em casos de imprevisibilidade. Segundo Arnold (2009), no caso de existência de uma demanda

previsível, estável e constante durante um longo período de tempo não haveria necessidade da manutenção de estoques, pois a demanda seria plenamente satisfeita pelo suprimento. Entretanto, a realidade é que ao longo de toda a cadeia produtiva a cada etapa e fluxo de trocas ocorrem alterações imprevistas, por isso é essencial manter ao menos algum nível de estoque.

Chiavenato (2005) estabelece que as principais funções do estoque, portanto, são abastecer as empresas minimizando riscos devido a atrasos e problemas com o fornecedor e possíveis variações não esperadas na demanda, além de garantir economia através da escalabilidade comprando ou produzindo em lotes econômicos, aumentando a eficiência da capacidade produtiva e atendendo com rapidez a demanda. Enquanto Arnold (2009) define que a principal função do estoque é servir como um armazenamento intermediário entre cada uma das etapas que ocorrem o fluxo de materiais: fornecedores e a etapa inicial da produção, resultados de uma operação e exigência de operação posterior, componentes e produto final, produto final e necessidade do consumidor.

Figura 3 - Relação entre os níveis de estoque e os departamentos de uma empresa



Fonte: Chiavenato (2005)

Porém, devido à importância da manutenção de estoques e o impacto que podem vir a causar na questão financeira, a administração de estoques tem como principal propósito garantir que o abastecimento seja realizado da melhor forma possível de acordo com o ambiente e os objetivos estabelecidos pela empresa. Essa dicotomia entre a importância e necessidade dos

estoques para a área produtiva e o custo onerado na área financeira gera um conflito de interesses no qual cada departamento da empresa possui sua preferência.

Por isso, é necessário juntar esforços no dimensionamento e controle dos níveis de estoque. Uma boa administração de estoques é capaz de maximizar os lucros da companhia por meio no atendimento satisfatório ao cliente, operando processos produtivos a baixo custo e investindo estrategicamente no estoque. E, para isso, deve estabelecer parâmetros que guiarão os seguintes questionamentos, de acordo com Arnold (2009, p. 248):

- “- Que itens individuais de estoque são mais importantes?
- Como os itens individuais devem ser controlados?
- Quanto pedir de cada vez?
- Quando emitir um pedido?”

Para responder a essas perguntas e dar suporte à administração de estoques foram definidos conceitos e estabelecidos modelos que adequassem à realidade de cada sistema produtivo.

Nesse trabalho serão utilizadas técnicas que sejam considerados viáveis às características analisadas numa empresa de bens de consumo com demanda sazonal e tempo de transporte significativo, descritas nas seções 2.6 e 2.7.

2.5 Curva ABC

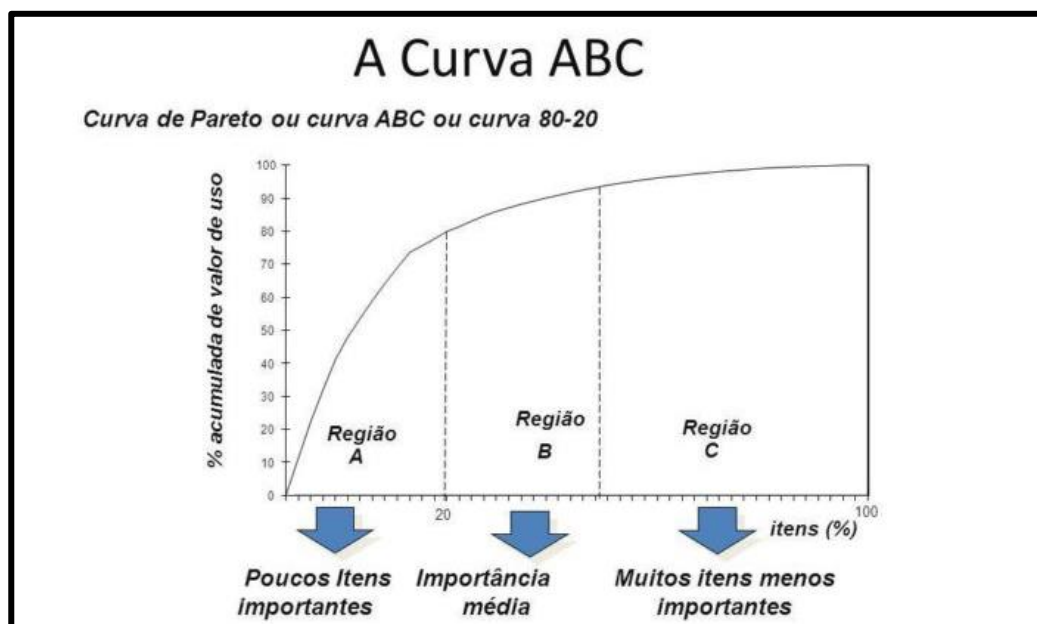
A curva ABC, de acordo com Arnold (2009), é um instrumento utilizado pelas empresas que serve para responder duas perguntas principais para o controle de estoques: qual a importância do item do estoque e como os itens são controlados. Dessa forma, essa ferramenta auxilia a identificação dos itens que necessitam de atenção, de acordo com a diferença entre os graus de importância, para promover o tratamento adequado permitindo a adoção de níveis diferentes de controle. A curva ABC pode ser utilizada em diversas ocasiões, como por exemplo na administração de estoques, para definição de políticas de vendas, e estabelecimento de prioridades para a programação da produção.

Essa classificação é importante pois permite que com a estratificação o profissional possa dar atenção à poucos itens que porém promoverão maior diferença, já que, conforme Arnold (2009), essa ferramenta segue o princípio de Pareto, que institui que “um pequeno número de itens frequentemente domina os resultados atingidos em qualquer situação”

(ARNOLD, 2009, p. 266). Dessa forma, tem-se a seguinte relação entre a porcentagem de itens e a porcentagem do aspecto analisado:

- Aproximadamente 20% dos itens A correspondem a cerca de 80% da utilização do aspecto avaliado;
- Aproximadamente 30% dos itens B correspondem a cerca de 15% da utilização do aspecto avaliado;
- Aproximadamente 50% dos itens C correspondem a cerca de 5% da utilização do aspecto avaliado.

Figura 4 - Curva ABC



Fonte: <https://blog.luz.vc/o-que-e/curva-abc-estoque-o-que-e-e-para-que-serve/> (Acesso em 23/09/20200)

Para desenvolver a curva ABC pode-se ordenar os itens de acordo com a sua importância relativa, porém o critério mais utilizado é o valor anual monetário. Nesse caso, inicialmente, deve-se encontrar o valor gerado ao longo do ano por material através do volume utilizado e o custo por unidade. Posteriormente, ordená-los de forma decrescente e então encontrar a porcentagem de cada item e a porcentagem acumulada para possibilitar a separação das 3 regiões que irão compor a curva.

Com a estratificação dos itens pode-se analisar como são compostas cada classe para estabelecer a estratégia de planejamento e controle mais adequada de acordo com as suas

características e impacto. De forma geral, Dias (1995) instituiu a seguinte abordagem para cada uma das classes:

Classe A – compõem a maior parte do investimento com estoque da empresa e, portanto, são os que mais influenciam no orçamento e qualquer alteração em preço ou volume se mostra significativa. Deve-se manter um estoque de segurança menor possível e com controle mais rígido. A dedicação de maior atenção na administração dos itens desse grupo será amplamente compensada.

Classe B – são os itens em situação intermediária que deve ter um controle menos rígido mantendo atenção regular com bons registros.

Classe C – grupo que conta com a maior quantidade de materiais, que, porém, impactam pouco no orçamento da companhia. Por isso, demandam menor atenção e controle simples, podendo adotar um estoque maior.

Portanto, pode-se concluir que a classificação ABC permite à empresa focar sua energia e recursos para garantir que os materiais que mais impactam nas despesas da empresa possam ser revisados com maior frequência e tenham um controle mais rigoroso.

2.6 Estoque de Segurança

Com a necessidade de uma quantidade mínima de estoque para proteger a produção as empresas passaram a adotar uma política de estoque de segurança. O estoque de segurança tem como principal função amortecer as variações de demanda ou suprimento imprevistas e aleatórias, impedindo a possibilidade de esvaziamento de materiais que causem paradas produtivas ou desperdícios de recursos e queda no atendimento ao cliente. Portanto, o estoque de segurança está relacionado ao grau de incerteza a que uma empresa está sujeita e deve ser parametrizado levando essas características em consideração. Entre as incertezas pode-se citar variações no consumo, atrasos de entrega por parte do fornecedor, problemas de qualidade ou até questões internas como divergência de inventário.

Dias (1995) define que a decisão do estoque de segurança é responsável por encabeçar a definição de outros parâmetros, como o ponto de pedido. E deve ser calculado de forma a balancear o risco de rupturas de material, que implicaria em um aumento dos custos como perda de vendas, perdas produtivas e gastos para agilizar entregas, e o excesso de estoque de segurança, que em tese deveria ser permanente no estoque elevando custos de armazenagem e outros.

Como o estoque de segurança nada mais é do que uma aposta do risco que a empresa quer assumir em comparação ao dispêndio para isso, para calcular o valor do estoque de segurança deve-se elencar e quantificar os riscos corridos. Dias (1995) estabelece que um dos riscos a ser avaliado é a variação da demanda, pois, ela segue o comportamento descrito pela distribuição normal. Assim, a demanda tem maior probabilidade de se manter próxima da média histórica. E, para verificar a divergência em relação a esse valor, é sugerido utilizar o desvio padrão, pois ele mede o acumulado da dispersão dos valores em relação à média, seja para mais ou para menos. Feito isso, é necessário avaliar até que ponto se deseja gastar com o estoque de segurança para reduzir os riscos e garantir o atendimento da demanda utilizando o fator de segurança. Dessa forma, tem-se a seguinte fórmula:

$$ES = k \times \sigma$$

Onde:

ES = estoque de segurança;

k = número de desvios padrões;

σ = desvio padrão

E tem-se os valores de k para o nível de atendimento desejado:

Tabela 1 - Nível de serviço de acordo com o fator de segurança

Service Level (%)	Safety Factor
50	0.00
75	0.67
80	0.84
85	1.04
90	1.28
94	1.56
95	1.65
96	1.75
97	1.88
98	2.05
99	2.33
99.86	3.00
99.99	4.00

Fonte: Arnold (2017)

Entretanto, para casos em que a demanda possui grandes variações ao longo do tempo, o desvio padrão calculado será maior, superestimando a necessidade do estoque de segurança.

Portanto, Krupp (1997) sugeriu que fosse feita uma comparação entre a demanda real e a demanda prevista, para que a variação decorrente dessa métrica fosse levada em conta desprezando, assim, a variação entre a demanda mês a mês. Para isso, sugeriu que fosse utilizado o desvio absoluto médio (MAD), conforme:

$$ES = k \times MAD \times \sqrt{LT}$$

Onde:

ES = estoque de segurança;

k = coeficiente de proporcionalidade do estoque de segurança definido por Krupp (1997);

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - u_i|}{n} ;$$

LT = lead time

Krupp (1997) desenvolveu os valores de k com base no fator de segurança, obtendo a seguinte relação:

Tabela 2 - Nível de serviço para o fator de segurança calculado através do desvio absoluto médio e pelo desvio padrão

Desired service level (%)	k (MAD)	k (sigma)
50	0.00	0.00
75	0.84	0.67
80	1.05	0.84
85	1.30	1.04
90	1.60	1.28
95	2.06	1.65
96	2.19	1.75
97	2.35	1.88
98	2.56	2.05
99	2.91	2.33
99.50	3.20	2.57
99.90	3.85	3.09
99.99	5.00	4.00
100.00	Infinity	Infinity

Fonte: Markovic e Edforss (2017)

Pode-se observar que é possível utilizar diferentes métodos para calcular o estoque de segurança, onde cada fórmula apresenta formas de minimizar os fatores que mais influenciam

e contribuem para aumentar a imprevisibilidade e promover ruptura do estoque. Por isso, é importante que primeiramente seja feita uma análise para avaliar quais são esses fatores e, assim, escolher o método mais adequado à determinada situação vivenciada.

2.7 Ponto de Pedido

Após definir a escala do estoque de segurança, e só depois desse cálculo, é possível estabelecer o ponto de pedido do material. O ponto de pedido é uma métrica que serve para acionar a necessidade de novo abastecimento, indicando que o estoque atual decairá até o valor do estoque de segurança no tempo previsto pelo *lead time*. Assim, de acordo com Arnold (2009), deve-se emitir um pedido quando há estoque suficiente para atender a demanda até a compra chegar.

A utilização de ponto de ressuprimento é a melhor forma de se gerenciar quando deve ser emitido um novo pedido e assim evitar rupturas. Para o cálculo dessa variável, a fórmula mais utilizada é:

$$PP = (C \times Tr) + ES$$

Onde:

PP = ponto de pedido;

C = consumo médio mensal;

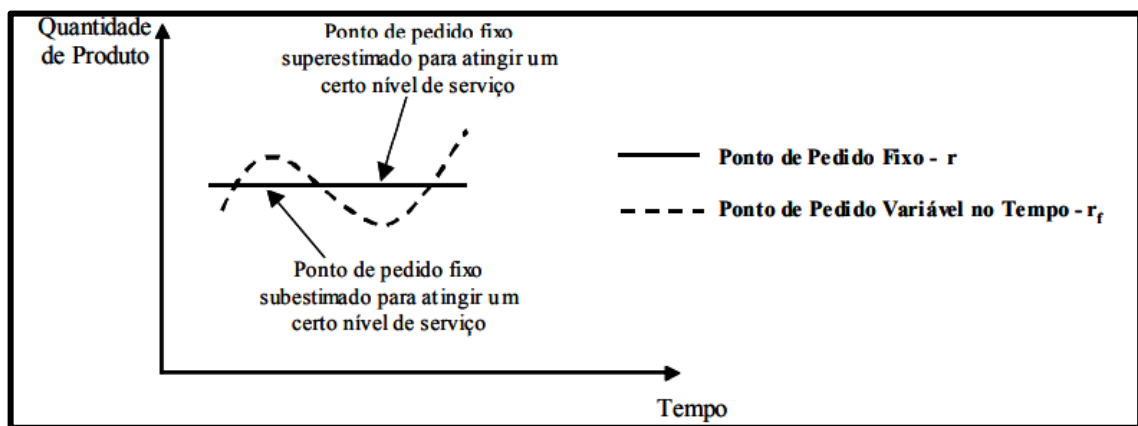
Tr = tempo de reposição;

ES = estoque de segurança

Como no cálculo é utilizado o valor do consumo médio mensal, pode ocorrer de o volume efetivamente consumido ser superior e nesses casos o estoque de segurança é utilizado evitando assim a ruptura. Devido à essa possibilidade de a demanda possuir grande amplitude,

Garcia e Ferreira Filho (2007) propõem uma abordagem que permita a flexibilidade do ponto de pedido, que variará conforme a demanda do período do *lead time* ao invés da média. Isso é importante para garantir que tanto em períodos de menor consumo o estoque não seja superdimensionado quanto que ao aumentar a demanda não ocorram rupturas promovendo uma gestão de estoques mais responsiva e adequada a um mercado com demanda mais dinâmica. Essa relação pode ser observada no modelo comparativo da Figura 5.

Figura 5 - Comparação entre o ponto de pedido fixo e o ponto de pedido variável



Fonte: Garcia e Ferreira Filho (2007)

3 DESENVOLVIMENTO

A partir dos conceitos teóricos revisitados na seção 2, será estudado o comportamento da administração de materiais em uma indústria de bens de consumo. Inicialmente os parâmetros pertinentes para garantir a compreensão da área de estudo serão analisados, para que, então, posteriormente seja utilizado um método que aumente a eficiência da cadeia produtiva.

3.1 Caracterização da empresa

O presente trabalho foi realizado numa empresa multinacional de bens de consumo com três unidades produtivas no Brasil. A sede brasileira é responsável pela maior produção da América Latina possuindo faturamento anual de 600 milhões de reais.

Além dos itens produzidos internamente, também são comercializados alguns produtos importados de filiais e projetos desenvolvidos em outsourcing. Da mesma forma, a produção brasileira é destinada para abastecimento do mercado nacional, internacional e para outras empresas no modelo B2B.

Os produtos são vendidos ao longo do ano, porém devido a sua sazonalidade está sujeito a flutuações de demanda com pico de consumo nos meses de janeiro/fevereiro e julho/agosto.

Devido às características de sazonalidade e tipo de mercado ou cliente atendido o sistema de produção é dividido em fabricação para estoque, fabricação por encomenda e projeto por encomenda.

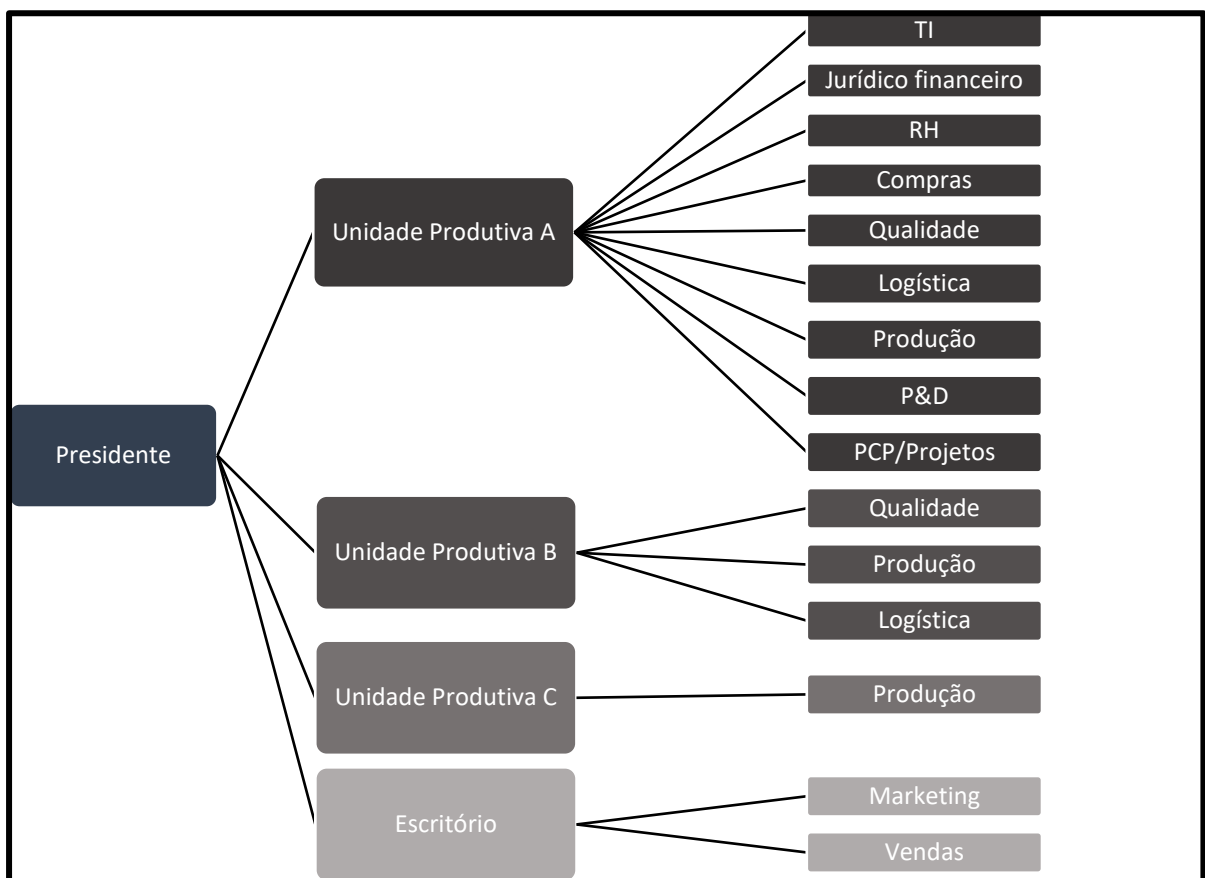
3.2 Definição da estrutura organizacional

Nessa seção descreve-se o detalhamento da estrutura hierárquica de cada unidade produtiva, assim como as relações entre as áreas, com o propósito de elucidar o funcionamento, atribuições e responsabilidades de cada área para facilitar a compreensão do fluxo de processos internos.

A unidade produtiva central conta com o único departamento de PCP, que é centralizado e responsável por todas as atividades das unidades, exceto a programação. As outras fábricas possuem um programador local, que está em contato direto com o setor de produção, que, entretanto, é subordinado às decisões do PCP. Essa decisão foi tomada pela companhia com base na experiência dos funcionários em relação ao processo produtivo e, também por deterem

em tempo real informações essenciais para a definição do que deve ser produzido diariamente. Isso demanda uma rede de comunicação interna entre as unidades produtivas e a unidade central que seja capaz de alinhar todos os envolvidos em relação ao cenário do chão de fábrica e das decisões tomadas. Qualquer fluxo mal definido ou falta de informação pode acarretar alterações e desvios da produção.

Figura 6 - Organograma da empresa estudada



Fonte: autoria própria

3.3 Definição do procedimento do PCP

A definição do escopo de trabalho realizado pela área de PCP da unidade produtiva central auxiliará a compreensão do processo estabelecido, e dessa forma, contribuir com a identificação de gaps e possíveis oportunidades de melhoria.

Anualmente, a área de vendas é responsável pelo desenvolvimento do plano de vendas do ano fiscal que é validado pela diretoria e, assim, estabelece o orçamento disponível para esse

período. Divulgado para o PCP, esse plano é ajustado levando em consideração a capacidade de recursos e tempo produtivo dando origem ao plano agregado de produção estabelecido por um horizonte de tempo mensal.

O plano agregado é atualizado trimestralmente, apesar de relatórios de vendas atualizados serem enviados mensalmente. Com o plano agregado a equipe de planejamento viabiliza essas definições elaborando o MPS com auxílio do RCCP para os próximos três meses. O MPS é dividido em quinzenas, para aumentar o controle dos itens produzidos. Ao final de cada mês, na última semana o plano de produção fechado é enviado para toda a área do PCP e para os coordenadores de produção, para que os programadores possam definir e validar a sequência de produção no período.

O planejador de materiais contando com o auxílio do programador possui uma semana para garantir que os insumos necessários estejam disponíveis para a produção. Na seção 3.5 será descrito com maior detalhamento o processo de planejamento de materiais de acordo com o MRP.

3.4 Análise de indicadores do PCP

Cada setor possui métricas específicas a atingir e é responsável por gerenciá-las a partir da meta estabelecida pela alta diretoria. No caso do PCP, os principais indicadores são: % aderência ao plano de produção, % aderência à programação e meta de estoque de produtos acabados, insumos e matérias-primas. A avaliação desses indicadores será realizada para verificar índices insatisfatórios e, assim, buscar encontrar suas causas e desenvolver estratégias para melhorá-los.

O relatório de aderência à programação conta com a estratificação dos casos diários de não conformidade em relação à programação enviada semanalmente. Na tabela 3 tem-se a porcentagem alcançada mensalmente e a quantidade de casos que ocorreram em cada uma das categorias.

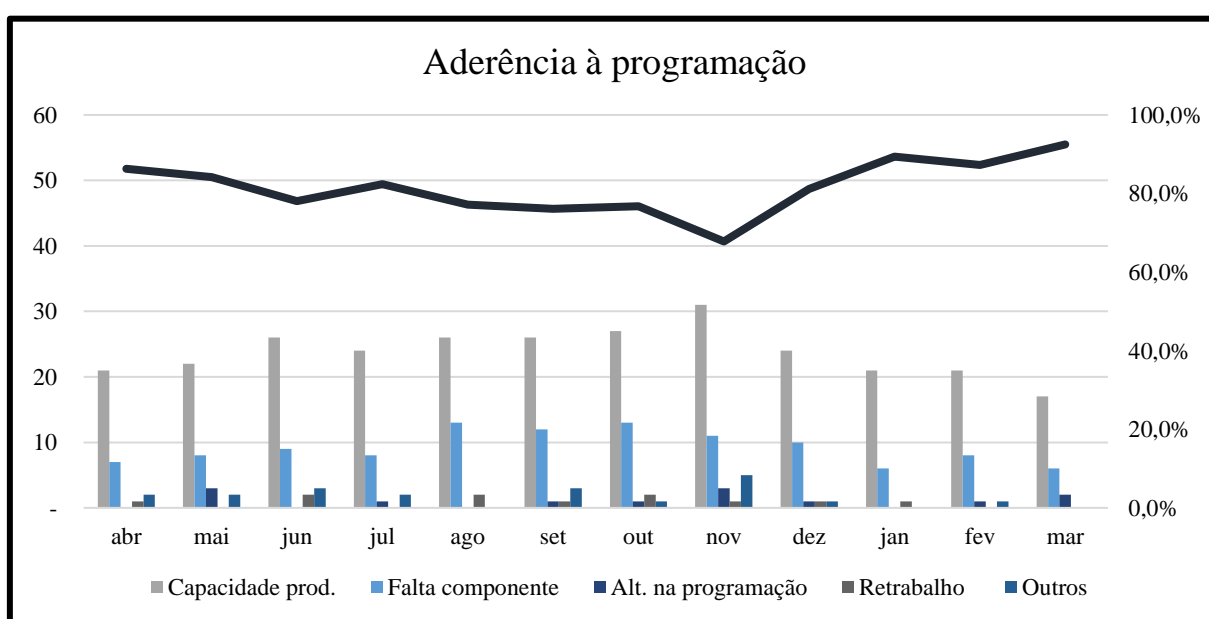
Tabela 3 - Aderência à programação ao longo do ano fiscal 2018-2019

Aderência à programação												
Causas	2018-2019											
	Abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
	86,3%	84,2%	78,1%	82,4%	77,2%	76,1%	76,8%	67,8%	81,2%	89,4%	87,3%	92,5%
Capacidade prod.	21	22	26	24	26	26	27	31	24	21	21	17
Falta componente	7	8	9	8	13	12	13	11	10	6	8	6
Alt. na programação	-	3	-	1	-	1	1	3	1	-	1	2
Retrabalho	1	-	2	-	2	1	2	1	1	1	-	-
Outros	2	2	3	2	-	3	1	5	1	-	1	-

Fonte: autoria própria

A categoria de capacidade produtiva envolve paradas não programadas, excedente no tempo de *setup* não contabilizado, manutenção preventiva não informada e demais fatores que tenham sido responsáveis por reduzir a capacidade produtiva sem avaliação prévia. Já a falta de componentes engloba os materiais indisponíveis (ainda não haviam sido liberados pela qualidade, problema de divergência de estoque, datas incorretas no sistema ERP). Em casos de alterações na programação sem alinhamento prévio com o supervisor de produção ou chão de fábrica também é considerado falta de aderência, pois houve parada na produção para ajustes.

Figura 7 - Gráfico da aderência à programação

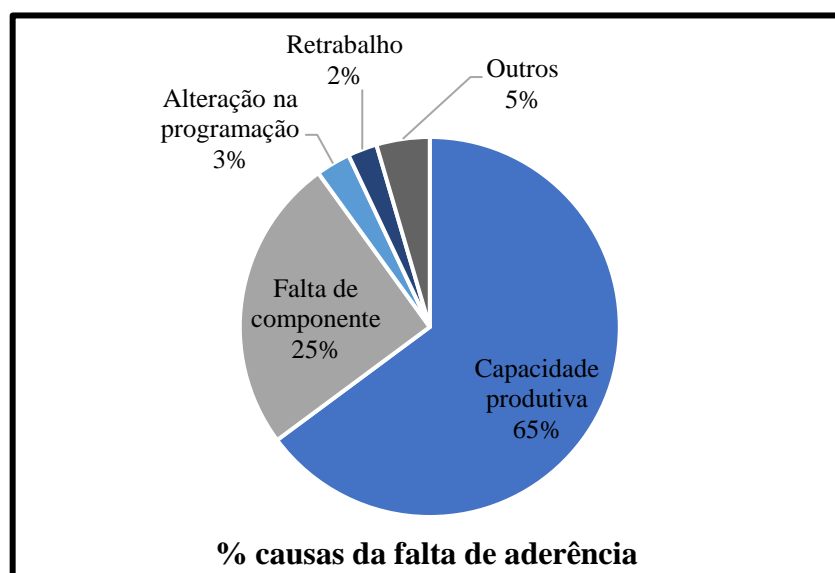


Fonte: autoria própria

O gráfico da Figura 7 mostra a variação ao longo do ano da aderência em termos percentuais e a participação de cada categoria para esse resultado.

Através desses números é possível observar que a segunda maior causa da não aderência (25%) é a falta de disponibilidade de componentes, conforme é possível verificar no gráfico da figura 8. Portanto, melhorar o abastecimento de materiais pode aumentar a conformidade da produção em relação ao programado, implicando menor perda de recursos produtivos por paradas inesperadas e tempo de *setup* adicional.

Figura 8 - Gráfico de causas da falta de aderência à programação



Fonte: autoria própria

Outro índice de desempenho acompanhado é a aderência ao plano de produção mensal. Esse indicador é calculado ao final do mês a partir da razão entre o volume produzido que estava no plano e o volume total previsto para produção. Contudo, esse valor não leva em consideração as alterações que acontecem ao longo do mês, já que o plano pode ser alterado sempre que preciso para atender a alguma demanda específica como em casos de “estouro” de vendas. A tabela 4 contém os dados do indicador:

Tabela 4 - Aderência ao plano de produção

Aderência ao plano de produção											
2018-2019											
abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
94,80%	93,70%	92,60%	92,40%	91,10%	92,60%	91,30%	88,40%	90,90%	94,10%	94,40%	96,80%

Fonte: autoria própria

Os valores são condizentes com os dados relativos à programação, já que os principais motivos para um determinado SKU não ser produzido são a falta de capacidade produtiva devido ao desperdício de recursos produtivos e a falta de componentes que não chegaram a tempo hábil para confecção do produto.

3.5 Definição do fluxo de abastecimento

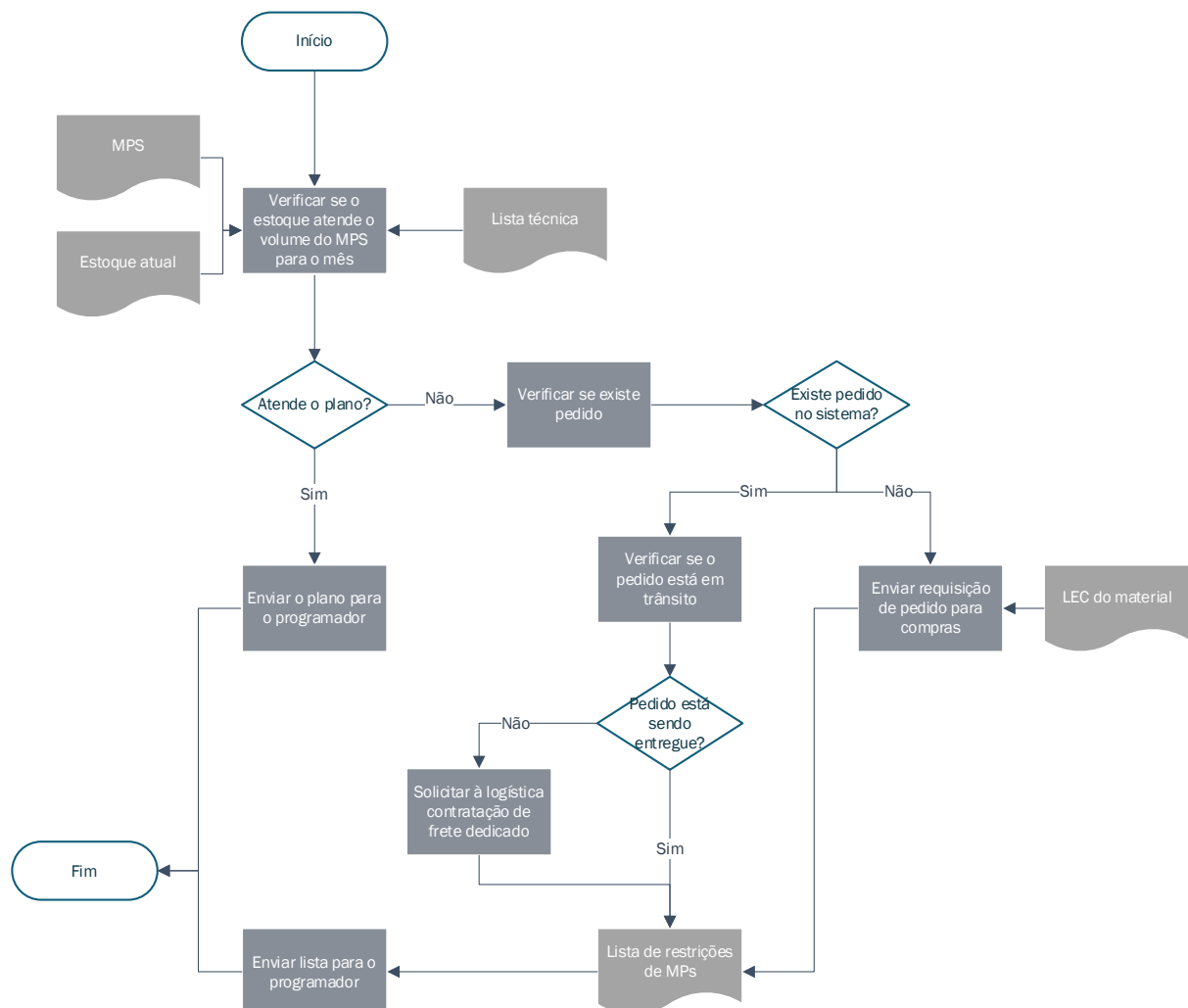
Essa seção é dedicada à descrição do processo de abastecimento de matérias-primas para a unidade produtiva, desde o trabalho realizado pelo planejador de materiais, definindo os parâmetros da compra, até o acesso à produção. Para esse procedimento é necessária a atuação de outros departamentos, tais como compras, logístico e qualidade.

O MPS, por não ser considerado um plano oficial já que poderá sofrer alterações conforme a atualização mensal do plano de vendas, não é carregado no sistema ERP. Ele é, então, decomposto em níveis de materiais de acordo com a lista técnica de cada SKU. Analisa-se o MRP levando em consideração alguns parâmetros como estoque atual, volume em trânsito e ou em pedido, volume utilizado em cada mês, *lead time*, *transit time* (no caso de componentes produzidos internamente em outra unidade produtiva) e lote econômico de compra. Com base na avaliação do MRP caso seja necessário os pedidos de compra de matéria-prima são disparados para o setor de compras. O departamento de compras, responsável por cuidar da negociação e realizar todo o contato necessário com os fornecedores, informa ao PCP a data de entrega do material solicitado. De acordo com o tempo de transporte, custo e necessidade de produção, o PCP determina ao setor logístico modal que deverá ser utilizado para a entrega. É importante salientar que a requisição de pedido para todos os materiais é feita somente com base na previsão de utilização do MPS durante o período de *lead time* da matéria-prima, sem considerar a necessidade de manutenção de um estoque mínimo ou alcance de ponto de abastecimento.

Conforme descrito na seção 3.3 após a definição do plano de produção mensal aprovado, essas informações são atualizadas no sistema ERP utilizado pela empresa. O plano de produção é carregado apenas no produto acabado e por meio da lista técnica o MRP gera necessidade nos componentes de próximo nível. O planejador de materiais, nesse primeiro momento, é responsável por avaliar a disponibilidade de matéria-prima, segmentado em níveis e categorias definidos, para o atendimento do plano. Materiais que chegam no mês de utilização são considerados em conformidade ao plano, independente da data. Após essa primeira análise, o

plano é decomposto em semanas pelo programador para uma avaliação mais criteriosa e micro. E assim, novamente validado pelo planejador de materiais para verificação de possíveis restrições com base na data de entrega do componente limitante. Ao longo do mês, o plano pode sofrer alterações caso haja insuficiência de algum material ou por diferença de capacidade produtiva. Semanalmente, a programação é atualizada e passa por verificação de disponibilidade de componentes pelo planejador de materiais devido à restrição por causa da data de entrega programada da matéria-prima.

Figura 9 - Fluxograma da avaliação de materiais para atendimento do MPS



Fonte: autoria própria

3.6 Definição de matéria-prima a ser estudada

Com o intuito de analisar mais profundamente e compreender as variáveis que influenciam no abastecimento de materiais, é necessário definir um tipo de matéria-prima dentre as categorias utilizadas para servir como parâmetro.

No anexo A tem-se os dados referentes à projeção de consumo do ano fiscal 2019-2020. Contém apenas as matérias-primas de famílias de produtos com estratégia *make-to-stock*, desconsiderando a produção sob pedido (MTO). Isso se deve, pois, ao possuir demanda mais previsível se beneficia de um gerenciamento mais eficiente para otimizar os recursos produtivos e garantir atendimento satisfatório ao cliente. Tais valores foram obtidos a partir do primeiro plano agregado desenvolvido, ou seja, puderam sofrer alterações conforme planos de vendas foram atualizados. Os principais atributos contidos que auxiliam a análise são o consumo, custo, *lead time* e nível de serviço do fornecedor.

Os dados referentes ao consumo são essenciais para avaliar a constância da utilização do material. Para aqueles cujo consumo médio mensal é próximo do consumo mensal, tem-se uma demanda estável, ou seja, apresenta pouca flutuação de utilização facilitando o dimensionamento e periodicidade de compra. Já para os casos em que a diferença entre o consumo máximo e consumo mínimo é representativa, acontece o contrário e é necessário ter atenção para evitar tanto a falta do componente quanto seu excedente.

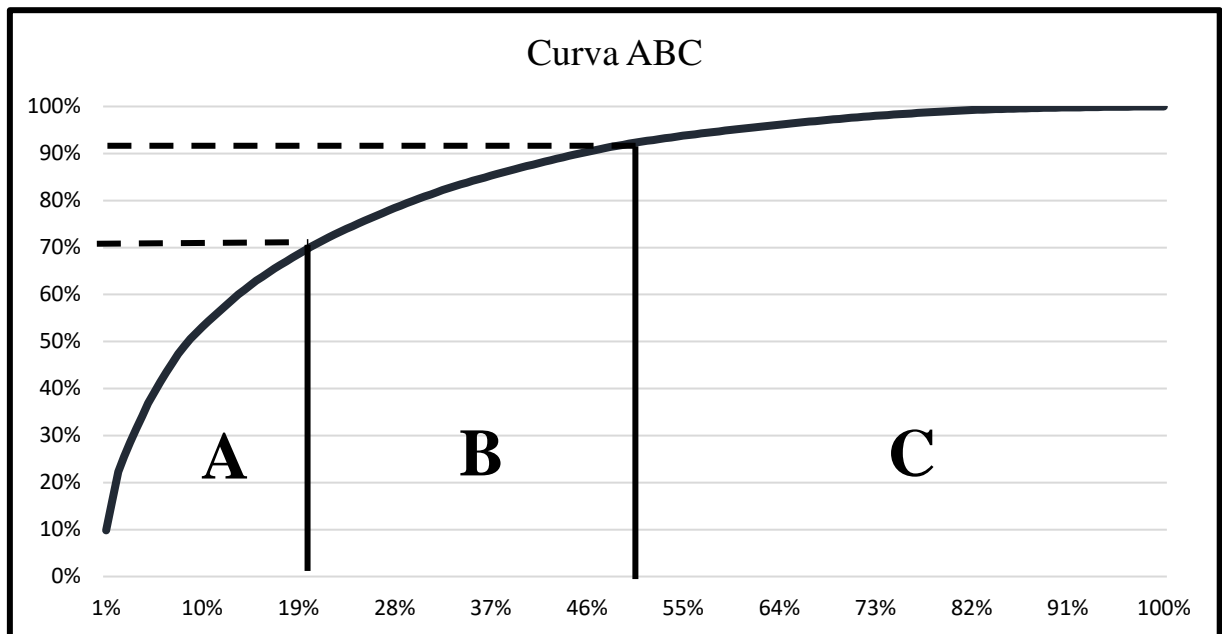
Já o custo representa o valor em estoque parado da empresa, ou seja, ativo que restringe o uso de capital e, portanto, deve ser administrado de forma a impedir acúmulo desnecessário. O nível de serviço do fornecedor irá impactar o dimensionamento, pois quesitos como qualidade, atendimento do prazo de entrega e da quantidade do pedido refletirão a confiabilidade no fornecedor para que as matérias-primas estejam disponíveis.

Atualmente, a empresa estudada não utiliza nenhum tipo concreto de classificação das matérias-primas para diferenciar as estratégias de abastecimento. Apenas alguns materiais são considerados indispensáveis por serem comuns à produção de todos os SKUs, que é o caso de certas substâncias químicas. Nesse contexto foi adotado um estoque de segurança e a reposição dos mesmos era primordial, portanto, era assegurada a entrega no modal mais rápido caso houvesse necessidade.

Cada matéria-prima terá uma configuração própria a partir do comportamento dos parâmetros citados anteriormente. Isso faz com que seja necessário aplicar diferentes

abordagens para otimizar a gestão do estoque da fábrica. Para realizar essa estratificação dos materiais é possível utilizar o conceito da curva ABC. Essa classificação também proporciona uma visão mais sintetizada, facilitando o enfoque em materiais estratégicos e que geram mais impacto numa empresa. Portanto, essa ferramenta será empregada para direcionar o estudo.

Figura 10 - Curva ABC das matérias primas da empresa de estudo



Fonte: autoria própria

Conforme a figura 10 que contém a curva ABC das matérias-primas, e de acordo com a revisão no tópico 2.5, escolheu-se como objeto de estudo o conjunto de materiais da faixa A, que causam maior impacto financeiro e, portanto, uma gestão mais eficiente beneficiará a empresa.

Tabela 5 - Composição das classes A, B e C da empresa

Grupo	Qtd. de itens	% de itens	% valor monetário
Classe A	35	20%	70,10%
Classe B	53	30%	22,00%
Classe C	89	50%	7,90%

Fonte: autoria própria

3.7 Características intrínsecas das matérias-primas A

Nesse tópico serão detalhados fatores relacionados ao tipo de matéria-prima estudada que impactam diretamente no seu gerenciamento. Essas características são importantes pois é preciso levá-las em consideração para garantir a máxima eficiência do estoque sem afetar negativamente outros indicadores. Serão abordadas as questões relativas a *lead time*, *transit time*, parâmetros de qualidade, fornecedores atuais e obsolescência.

O primeiro ponto que é válido ponderar diz respeito ao *lead time* do material. Assim que o pedido é enviado ao fornecedor, este, com base no contrato definido, possui 30 dias para disponibilizá-lo à fábrica. Assim que estiver pronto, a logística da empresa compradora é responsável por definir o modal de entrega, já que se trata da contratação de frete FOB.

Em relação ao *transit time*, devido à distância entre o fornecedor e a planta produtiva é possível contratar 3 tipos de frete que contam com custos e rapidez diferentes. O envio pelo transporte rodoviário demora 30 dias corridos para entregar o pedido. A segunda forma é contratar frete aéreo normal com *transit time* de 7 dias, e finalmente, a terceira opção, o frete aéreo dedicado leva 2 dias úteis. No tópico 3.8 será abordada a diferença de custos entre os fretes disponíveis e a estratégia atual utilizada na empresa.

Assim que o material é conferido pelo almoxarifado, uma amostra é encaminhada ao setor de qualidade antes de ser liberado para uso da produção. No caso das matérias-primas estudadas só há necessidade de inspeção física, que dura cerca de um dia útil.

Para esse tipo de material a empresa conta com apenas dois fornecedores homologados. Inicialmente havia apenas um fornecedor, porém o mesmo começou a apresentar baixos níveis de serviço, especialmente no quesito qualidade. Isso fez com que houvesse a necessidade de dispor de mais um fornecedor, homologado recentemente. Os parâmetros e valores referentes ao OTIF de cada fornecedor será discriminado no tópico 3.7.

Finalmente, tem-se a questão da vida útil do material. Isso pode representar restrições no dimensionamento do estoque e maior cuidado para que não ocorram perdas financeiras. Nenhuma matéria-prima utilizada nessa empresa é perecível. Em especial o material desse estudo não apresenta qualquer tipo de alteração ao longo do tempo. Entretanto, pode se tornar obsoleto após alterações no produto realizada pelos departamentos de marketing e projetos de produtos ou até mesmo descontinuação do SKU. Essa decisão é tomada sempre na “virada” do ano fiscal e alterações ocorrem entre cerca de 1 a 2 anos.

3.8 Administração do material

Após a descrição detalhada do fluxo de processos do PCP, especialmente a área de interesse de administração de materiais, da classificação ABC, definição mais restrita da faixa de matéria-prima e especificação das características essenciais ao material é preciso apresentar dados que quantifiquem a situação atual. Esse é o objetivo dessa seção, mostrar o que acontece atualmente durante o gerenciamento da matéria-prima e, assim, poder comparar com as propostas da seção 3.9 verificando se é possível melhorar fatores como atendimento e gastos com abastecimento.

Conforme descrito anteriormente, pode-se transportar o pedido por meio da contratação de 3 tipos de frete. Na tabela 6 tem-se o comparativo dos valores e tempo para cada um deles. Custo de transporte é um indicador gerenciado pelo departamento logístico, não constituindo uma meta para a área de PCP que possui pouco controle desses dados.

Tabela 6 - Modais para entrega de pedidos

Modal	Tempo de transporte	Custo
Rodoviário	30 dias	R\$ 200,00
Aéreo	7 dias	R\$ 400,00
Aéreo dedicado	2 dias	R\$ 450,00

Fonte: autoria própria

Devido à diferença considerável de preço, o transporte rodoviário é instituído como primeira opção. Porém caso seja necessário o PCP pode solicitar algum outro tipo de frete, que acontece em casos de falta de material. A tabela 7 contém todas as solicitações de frete aéreo feitas ao longo de um ano para o material de estudo. Isso servirá de parâmetro para comparação com a alternativa de solução proposta e assim verificar se há redução do custo final.

Tabela 7 - Contratação de frete aéreo ou dedicado ao longo de 2018-2019

Contratação de frete aéreo/dedicado											
2018-2019											
abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
-	-	-	1	1	2	4	5	2		-	-

Fonte: autoria própria

Pode-se observar que houve um aumento na necessidade de envios imediatos a partir de setembro, atingindo pico em novembro onde foram contratados 5x frete aéreo representando um sobrecusto de R\$ 1.000,00 na logística.

O nível de serviço do fornecedor também impacta na gestão do estoque, pois, um fornecedor confiável aumenta a segurança da entrega reduzindo a necessidade de altos níveis de estoque e o valor calculado para o estoque mínimo. Essa informação é administrada pelo setor de compras através do OTIF. O OTIF é definido com base em 3 variáveis: quantidade, data de entrega e qualidade do produto em conferência com o pedido. E a partir desses indicadores tem-se a porcentagem global. Porém, a escolha pelo fornecedor que receberá o pedido possui como prioridade o fator custo. Dessa forma, fornecedores com cotação menor são selecionados ante a fornecedores com maior grau de atendimento.

Na tabela 8 tem-se os valores componentes do OTIF para cada um dos dois fornecedores atuais da matéria-prima de estudo.

Tabela 8 - OTIF dos fornecedores

Fornecedor	% entregas sem defeitos	% entregas no prazo	% entregas na quantidade certa	OTIF
F.1	87%	98%	100%	85%
F.2	97%	99%	100%	96%

Fonte: autoria própria

É importante salientar que durante cerca de vários anos, o fornecedor 1 era exclusivo para o material devido ao seu custo baixo. Entretanto, com a diminuição do nível de serviço, especialmente no que tange à qualidade, houve a necessidade de homologar outro fornecedor que pudesse suprir a empresa em casos de urgência.

Outro ponto que causa insegurança no dimensionamento do estoque para esse tipo de matéria-prima é o risco de obsolescência. Conforme descrito anteriormente, ao final do ano fiscal os diretores de marketing e projeto de produto definem se os SKUs sofreram alteração de arte da embalagem, alteração no produto ou simplesmente sairão fora de linha. A cada ano ou 2 anos esse tipo de decisão é tomada, tornando o estoque obsoleto rapidamente. Para cada caso é necessário realizar uma análise de viabilidade tanto em relação aos estoques de componentes quanto dos SKUs acabados.

O contexto mais simples e com maior possibilidade de aproveitamento da matéria-prima em estoque é a alteração de arte da embalagem, pois necessita apenas do aval do marketing para

consumir o material até finalizar o estoque. Nesse caso, o desperdício é mínimo. A segunda opção, alteração no produto, apresenta mais variáveis para tomada de decisão, já que demanda uma análise do componente limitante ou a viabilidade de comprar mais insumos até o desperdício ser menor. Na maior parte dos casos, o marketing decide por produzir até finalizar o componente limitante e sucatear o resto. A última opção, retirar o produto do portfólio, costuma implicar a parada imediata de produção e consequente desperdício total do estoque. Essa decisão possui caráter mais estratégico pois causa mais impacto na configuração de negócio da empresa. A tabela 9 conta com os valores e quantidades sucateados da matéria-prima de estudo em comparação com o volume anual comprado.

Tabela 9 - Volume da matéria-prima sucateado

Ano	Qtd. Comprada (peças)	Valor	Qtd. Sucateada (peças)	Valor
2017	2.780.000	R\$ 475.000	23.000	R\$ 3.950
2018	3.600.000	R\$ 715.000	35.000	R\$ 6.850

Fonte: autoria própria

Todos esses fatores contribuem para a insegurança ao dimensionar o estoque. A utilização do MRP por meio do sistema ERP que deveria automatizar os processos e liberar o profissional para se dedicar a trabalhos mais estratégicos poderia funcionar melhor. Devido a diversos fatores que reduzem a confiabilidade nos valores gerados, o planejador de materiais acaba tendo que desenvolver relatórios manualmente para calcular o tamanho e data do pedido. Isso reduz o tempo de resposta às alterações nos estágios anteriores do planejamento da produção. Os principais motivos para divergência de informações entre o real e o sistema podem ser resumidos em: erros de cadastro dos produtos, problemas com as ordens de produção e inconsistência do estoque físico.

A ausência de um ponto de reabastecimento e estoque mínimo bem definidos aliada à falta de confiabilidade no sistema ERP causam dificuldade no abastecimento de insumos, impactando diretamente nos custos e no atendimento ao cliente.

4 PROPOSTAS DE MELHORIA

Com os dados analisados constatou-se que uma alteração na forma de abastecimento e gerenciamento das matérias primas da classe A, pode contribuir para a melhoria dos KPIs avaliados no PCP e assim reduzir os custos produtivos, *lead time* do produto final e até aumentar a satisfação do cliente garantindo maior eficiência da cadeia de suprimentos. Para isso, será considerado a adoção de um parâmetro para o estoque de segurança e para o ponto de ressuprimento.

Serão analisados 3 cenários com níveis de estoque de segurança e ponto de ressuprimentos diferentes pautados na literatura, posteriormente serão discutidas as vantagens e desvantagens em adotar cada um dos casos a partir de uma avaliação quantitativa dos custos envolvidos. Para isso também será averiguado possíveis políticas que minimizem o efeito dos pontos de atenção citados como atraso de entregas e problemas de qualidade do fornecedor, nível de ocupação do almoxarifado e possibilidade sucateamento por obsolescência. A troca de informações entre as áreas e o fluxo atual de alguns processos serão revisitados para aplicar alterações que beneficiem uma comunicação mais ágil. Além de sugestões para melhorar o alinhamento de informações no sistema ERP garantindo maior aproveitamento e automatização dos processos.

4.1 Estoque de segurança e ponto de pedido

Na tabela 10 tem-se o histórico de previsão e consumo real para o principal material da faixa A durante o ano fiscal de 2018/2019 e a projeção para o ano seguinte. Para observar o abastecimento ao longo do ano previsto será utilizado o LEC estabelecido pela empresa. A companhia utilizou a seguinte fórmula para obter o LEC:

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \times B \times C}{I}}$$

Onde:

B = Custo de pedido (valor gasto para colocação do pedido mais contratação do frete);

C = Consumo do item

I = Custo de armazenagem

E assim, chegou num lote de:

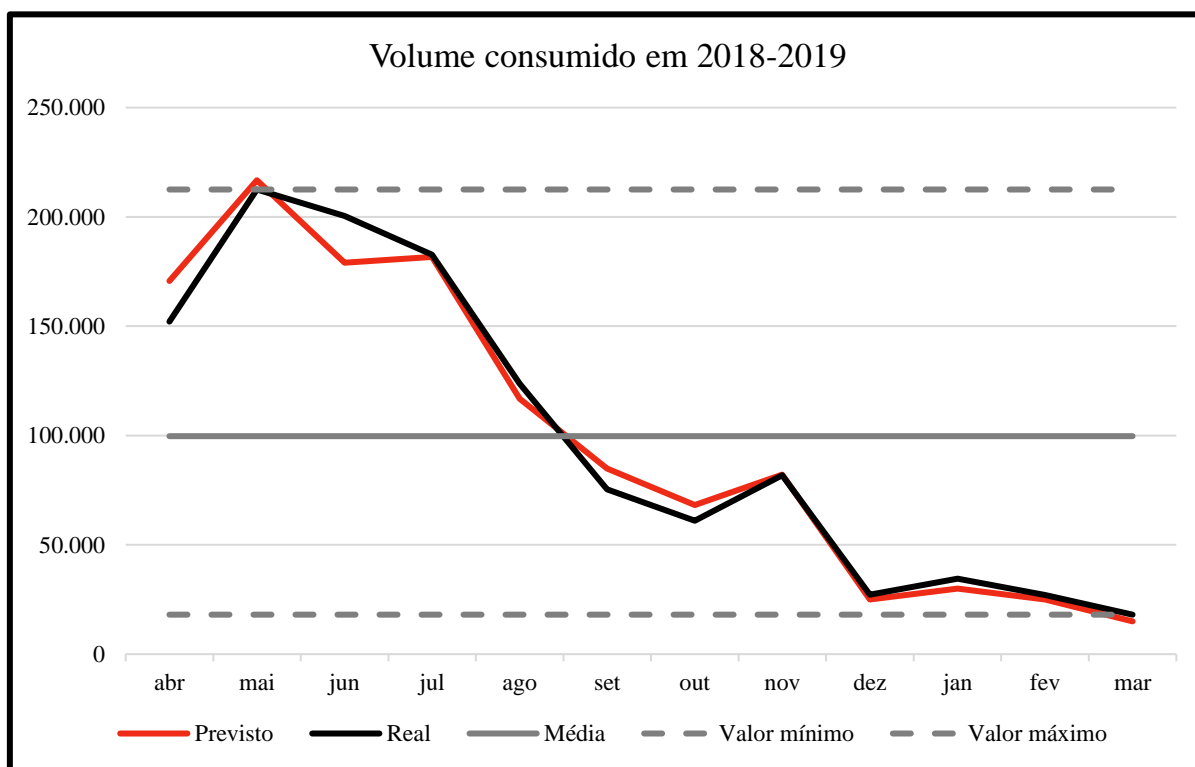
LEC – 223.000 peças

Tabela 10 - Comparativo volume consumido e previsto para 2018-2019

2018 - 2019												
Consumo	abr/18	mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19
Previsto	170.688	216.768	179.058	181.728	116.832	84.960	68.191	82.080	25.000	30.000	25.000	15.000
Real	152.155	212.534	200.447	182.679	123.695	75.426	61.006	81.791	27.161	34.488	27.112	18.059

Fonte: autoria própria

Figura 11 - Gráfico do volume consumido e previsto em 2018-2019



Fonte: autoria própria

Através do gráfico da figura é possível observar como a demanda do material sofre grande flutuação de consumo ao longo dos meses do ano, e uma previsão de consumo bem próxima em relação ao valor real utilizado.

Para o ano fiscal 2019/2020 foi estabelecido a seguinte previsão de demanda de consumo:

Tabela 11 - Volume previsto para 2019-2020

2019-2020												
Consumo	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20
Previsto	38.337	38.337	121.633	76.675	206.235	197.266	166.129	230.025	140.571	63.896	51.117	64.262

Fonte: autoria própria

Para o primeiro cenário desenvolvido será considerado de acordo com a literatura que o estoque de segurança pode ser calculado considerando o desvio da demanda histórica em relação à sua média a partir da fórmula:

$$ES = k \times \sigma$$

Onde:

ES = estoque de segurança;

k = número de desvios padrões;

σ = desvio padrão

Como k é o fator de segurança para o grau de atendimento desejado para o material, será estabelecido atendimento de aproximadamente 99%, com $k=3$.

Sendo assim, utilizando os valores coletados dos últimos doze meses são obtidos os seguintes parâmetros:

Tabela 12 - Valores para o estoque de segurança analisado

Média consumo mensal	99.713
Desvio padrão	68.890
k	3
ES	206.670

Fonte: autoria própria

É interessante observar que o valor obtido para o estoque de segurança é maior do que quase todos os volumes mensais reais consumidos e isso se deve ao fato da demanda ser tão variada apresentando picos.

Para o ponto de pedido calculado conforme a fórmula:

$$PP = (C \times Tr) + ES$$

Onde:

PP = ponto de pedido;

C = consumo médio mensal;

Tr = tempo de reposição;

ES = estoque de segurança

Tem-se os seguintes valores:

Tabela 13 - Valores para o cálculo do ponto de pedido

Média consumo mensal	99.713
Tempo de reposição	2
ES	206.670
PP	406.096

Fonte: autoria própria

Considerando a adoção de um sistema de revisão periódico, pois o consumo do material ao longo do mês pode ser variado e depende da programação definida, para efeito de facilitar a visualização e garantir mais segurança ao abastecimento será estabelecido o período inicial/final de cada mês para análise da necessidade de liberação de pedido. Assim, para o volume projetado e variáveis definidas tem-se:

Tabela 14 - Simulação de abastecimento para o primeiro método utilizado

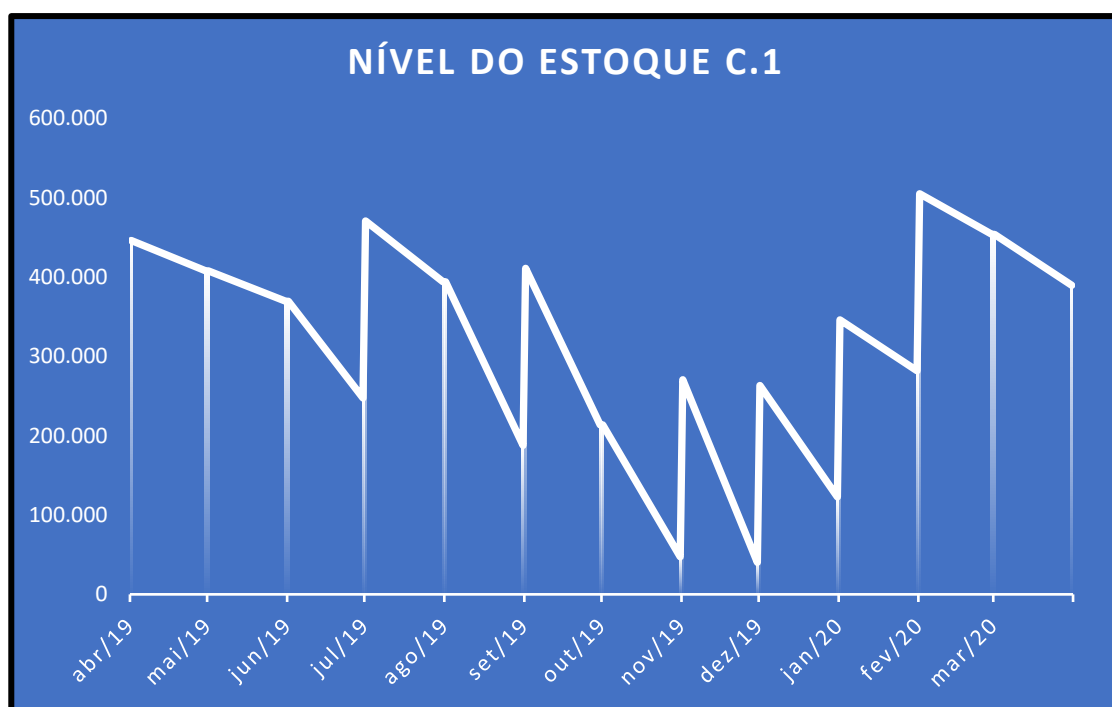
	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19
Pedido	446.000			223.000		223.000	
E. Inicial	446.000	407.663	369.325	470.692	394.017	410.782	213.516
E. Final	407.663	369.325	247.692	394.017	187.782	213.516	47.387

	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20
Pedido	223.000	223.000	223.000	223.000	
E. Inicial	270.387	263.362	345.791	504.895	453.778
E. Final	40.362	122.791	281.895	453.778	389.517

Fonte: autoria própria

Portanto, nesse cenário seriam feitos 7 pedidos, o primeiro equivalente ao volume de dois LECs, para atender à demanda anual. É possível observar o nível de estoque ao longo do tempo no gráfico da figura 12. No gráfico é interessante notar que o material apresenta alto nível de estoque durante os períodos com baixo consumo e que demora cerca de dois meses para ser consumido. Isso pode ser notado a partir da largura entre os dentes do gráfico. E representa um ponto de atenção para a ocupação do almoxarifado, já que reduz o giro do estoque nesses períodos.

Figura 12 - Gráfico de simulação do nível de estoque utilizando o primeiro método



Fonte: autoria própria

Para esse cenário foi calculado o custo total composto pelo custo do consumo, custo do pedido (que está embutido o custo de transporte definido pelo rodoviário) e custo de armazenamento.

Tabela 15 - Simulação dos custos para o primeiro método

Custo de armazenamento	R\$ 5.137,29
Custo do pedido	R\$ 2.100,00
Custo do volume de compra	R\$ 212.936,00
Custo total	R\$ 220.173,29

Fonte: autoria própria

Ao final do ano fiscal tem uma sobra de 389 mil peças a serem utilizadas no ano seguinte. Porém, esse alto volume representa um risco de sucateamento caso seja tirado de linha e baixa possibilidade de ser absorvido na produção.

No segundo caso, será considerada a diferença entre a previsão de demanda e a demanda real para definição do estoque de segurança. De acordo com Garcia e Ferreira Filho (2007), para casos em que a demanda possui grandes flutuações divergindo muito da distribuição normal, o ideal é ajustar o estoque de segurança para refletir essa diferença. Portanto, será utilizada a fórmula definida por Krupp (1997):

$$ES = k \times MAD \times \sqrt{LT}$$

Onde:

ES = estoque de segurança;

k = coeficiente de proporcionalidade do estoque de segurança definido por Krupp (1997);

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - u_i|}{n}$$

em que u_i é a previsão para o período i ; x_i é a demanda real no período i ; n é o total de períodos considerados;

LT = *lead time*

Obtendo os seguintes valores:

Tabela 16 - Valores para o estoque de segurança para o segundo método

MAD	6.733
k	5
LT	2
ES	47.610

Fonte: autoria própria

Para esse cenário é possível observar que houve uma redução em relação ao primeiro valor obtido. Isso se deve, pois, apesar da demanda possuir grande flutuação, ela não diverge tanto em relação ao valor previsto, reduzindo a necessidade de estoque de segurança para casos em que a demanda extrapole a previsão. Para o ponto de pedido será utilizada a mesma fórmula que leva em consideração o consumo médio histórico. Portanto, tem-se:

Tabela 17 - Valores para o cálculo do ponto de pedido do segundo método

Média consumo mensal	99.713
Tempo de reposição	2
ES	47.610
PP	247.037

Fonte: autoria própria

Avaliando o abastecimento anual para esses parâmetros tem-se:

Tabela 18 - Simulação de abastecimento para o segundo método utilizado

	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19
Pedido	223.000		223.000		223.000		223.000
E. Inicial	223.000	184.663	369.325	247.692	394.017	187.782	213.516
E. Final	184.663	146.325	247.692	171.017	187.782	-9.484	47.387

	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20
Pedido	223.000		223.000		223.000
E. Inicial	270.387	40.362	122.791	58.895	230.778
E. Final	40.362	-100.209	58.895	7.778	166.517

Fonte: autoria própria

É possível observar que para o segundo cenário estabelecido houve ruptura do estoque durante os meses de setembro e dezembro. Isso se deve, pois, ao parametrizar o estoque de segurança a partir da diferença entre o valor previsto e o real diminui-se a cobertura do estoque e passa-se a desconsiderar a flutuação mensal do consumo. E ao estabelecer o ponto de pedido considerando o consumo médio os meses com pico de consumo estão desprotegidos. Por esse motivo, Garcia e Ferreira Filho (2007) sugeriu que para os casos de avaliação referente a diferença entre o previsto e o real seja adotado um ponto de pedido que seja variável e leve em consideração o consumo mensal previsto ao invés do consumo médio, transformando a cadeia de suprimentos mais flexível e responsiva.

Para o cenário 3 será utilizada a mesma fórmula para definição do estoque de segurança:

$$ES = k \times MAD \times \sqrt{LT}$$

Porém, diferentemente do cenário 2, o ponto de ressuprimento será variável, de acordo com a demanda mensal prevista acrescida do fator entre a demanda real e a prevista obtido. Para isso, tem-se:

$$PP = \sum_{t=1}^L f_t \mu_{e_t} + ES$$

Onde:

PP = ponto de pedido;

f_t = previsão de demanda para o período t ;

μ_{e_t} = média da variável $e = \frac{d}{f}$, razão entre a demanda real e a demanda prevista

Verificando o abastecimento anual:

Tabela 19 - Simulação de abastecimento para o terceiro método utilizado

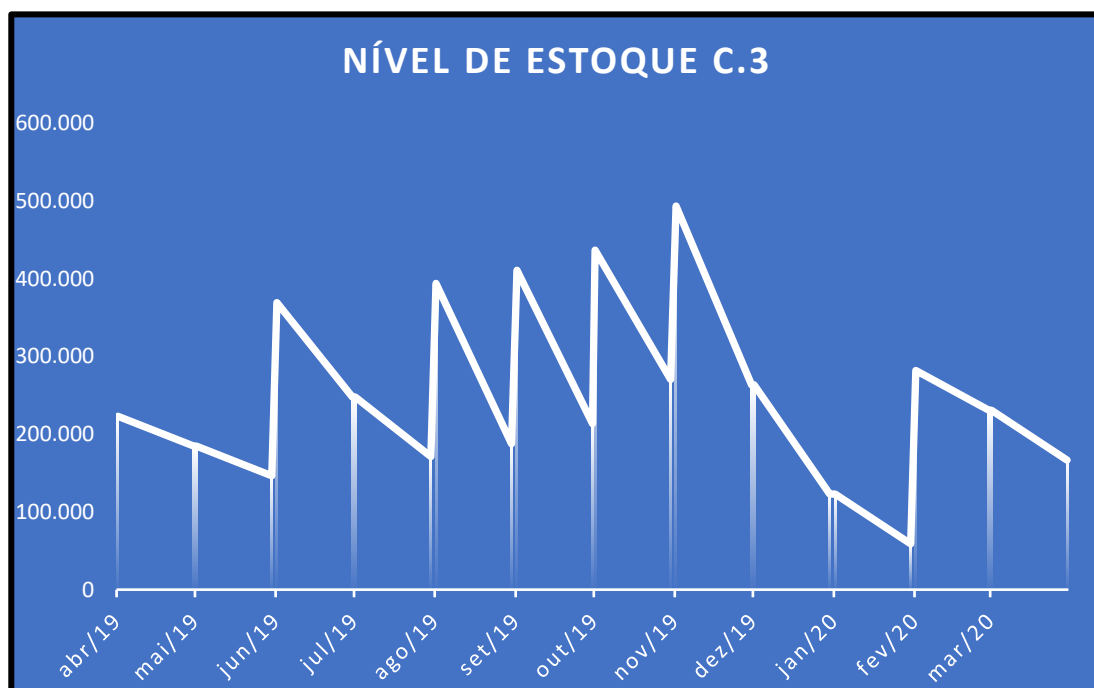
	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19
Pedido	223.000		223.000		223.000	223.000	223.000
E. Inicial	223.000	184.663	369.325	247.692	394.017	410.782	436.516
E. Final	184.663	146.325	247.692	171.017	187.782	213.516	270.387

	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20
Pedido	223.000			223.000	
E. Inicial	493.387	263.362	122.791	281.895	230.778
E. Final	263.362	122.791	58.895	230.778	166.517

Fonte: autoria própria

O gráfico da figura 13 mostra a evolução dos níveis de estoque ao longo do ano. Foram liberados 7 LECs para atendimento da demanda. Pode-se observar que para esse cenário o nível de estoque apresenta maior consistência, com picos nos meses de maior consumo e reduzindo o espaçamento entre os dentes demonstrando um giro maior do estoque. Mantendo níveis melhores de ocupação do almoxarifado, que é uma prioridade para a planta produtiva. Além de possibilitar uma redução no custo de armazenamento e de compra, tem-se uma redução do estoque ao final do ano fiscal, o que diminui o risco de sucateamento de um volume elevado de peças.

Figura 13 - Gráfico de simulação do nível de estoque utilizando o terceiro método



Fonte: autoria própria

Tabela 20 - Simulação dos custos para o terceiro método

Custo de armazenamento	R\$ 3.947,95
Custo do pedido	R\$ 2.100,00
Custo do volume de compra	R\$ 186.633,00
Custo total	R\$ 192.680,95

Fonte: autoria própria

Portanto, para casos em que a demanda possui grande variação mensal a utilização de estoque de segurança e ponto de ressuprimento baseada na diferença entre a previsão e o valor real mostra-se mais acertada. É importante destacar que o modelo não leva em consideração a questão da qualidade do produto entregue pelo fornecedor. Porém em ambos os gráficos é possível observar que se o pedido durante os meses de pico de demanda estiver abaixo do nível estabelecido pela empresa tanto o estoque de segurança superestimado quanto o do cenário 3 não serão capazes de cobrir o plano mensal já que nesses casos todo o material sofrerá devolução.

Na tabela 21 tem-se um quadro comparativo entre os três cenários desenvolvidos no trabalho, destacando alguns parâmetros que podem auxiliar a visualizar as opções de forma sintetizada. São considerados apenas o volume de compra anual, custo final total (custo do pedido, armazenagem e do produto), volume de estoque no final do ano fiscal e ocorrência de ruptura.

Tabela 21 - Quadro comparativo entre os cenários apresentados

Proposta	Vol. total de compra	Custo total anual	Vol. final de estoque	Houve ruptura?
Cenário 1	1.784mil pçs	R\$ 220.173,29	389.517 pçs	Não
Cenário 2	1.561mil pçs	R\$ 191.299,10	166.517 pçs	Sim
Cenário 3	1.561mil pçs	R\$ 192.680,95	166.517 pçs	Não

Fonte: autoria própria

É importante salientar que apesar do resultado do cenário 2 ter um custo menor comparado ao 3, houve caso de ruptura o que acarreta gastos compensatórios relacionados a desperdício de recursos como máquinas paradas, mão de obra ociosa e também necessidade de obtenção de insumos com urgência que gera gastos com frete dedicado e pedidos mais caros. Portanto, o valor economizado com o custo menor de armazenagem pode não ser compensado pelos custos adicionais. Além de causar um atraso na produção, que deverá ser remanejada e alterada para o mês seguinte impactando diretamente no atendimento do pedido ao cliente. Isso pode reduzir o nível de serviço da companhia e gerar insatisfação.

4.2 Integração do ERP

Nessa seção serão abordadas formas de aumentar a automatização dos processos realizados manualmente pelo planejador para o dimensionamento e gerenciamento de estoques.

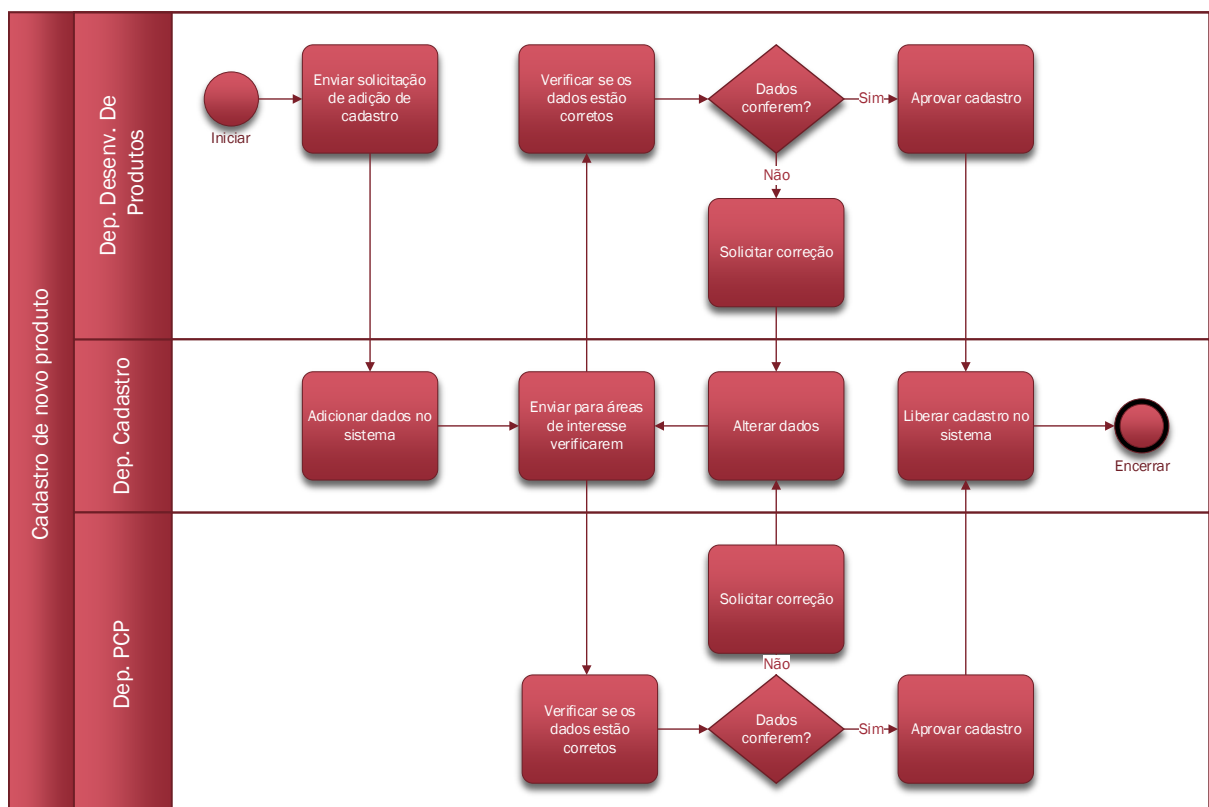
Conforme descrito, atualmente, o profissional conta com o ERP apenas para obter certos relatórios, sendo responsável por fazer toda a organização desses documentos e avaliar sua disponibilidade utilizando o Excel. Isso decorre, principalmente, por causa da falta de confiança nas entradas adicionadas no sistema por outros departamentos, como por exemplo o setor de cadastros.

É possível encontrar informações cadastradas incorretamente a respeito dos materiais como lote mínimo fornecido ou produzido, arredondamento de lote, *lead time*, quantidade necessária para produção na lista técnica e outros. Isso faz com que seja necessário calcular

todas as variáveis a cada análise feita e perde-se tempo ao precisar checar informações com outras áreas responsáveis. Por isso, sugere-se que seja adotado um novo fluxo para o cadastro de materiais que atualmente, é feito a partir de uma solicitação feita pela área de desenvolvimento de produtos.

Para garantir que os dados estejam corretos, pode-se, então, solicitar uma aprovação do cadastro. Assim, a partir da solicitação e criação do cadastro, cada departamento que possua informações a respeito do material deve ser acionado para validar os campos preenchidos. Por exemplo, o setor de compras é responsável por aprovar o campo contendo o custo, *lead time* do material e lote mínimo de compra definido pelo fornecedor, enquanto o PCP aprova o valor do lote econômico de compra, estoque de segurança e ponto de reabastecimento, entre outros. Dessa forma, é possível garantir que todas as informações estão corretas e podem ser utilizadas sem necessidade de confirmação prévia, deixando o sistema com todos os dados atualizados.

Figura 14 - Novo fluxo de cadastro de materiais



Fonte: autoria própria

Outro problema para o controle dos níveis de estoque e disponibilidade de material para a produção consiste na dificuldade de visualização dos próximos consumos dos insumos. Isso

acontece, pois, as ordens de produção são adicionadas no sistema apenas na entrada do mês de utilização contendo a data do último dia útil do mês, pois considera a possibilidade de produção em qualquer dia a ser determinado posteriormente pelo programador. Para um material com *lead time* de 60 dias isso mostra-se um risco que poderia ser mitigado.

Com uma lista extensa de SKUs e uma programação semanal que pode sofrer alterações com frequência, adicionar as ordens de produção com a data exata pode ser contra produtivo. Porém, como o MPS é dividido por quinzenas o ideal seria colocar as ordens de produção de acordo com a quinzena do mês a ser produzido. Dessa forma, qualquer planejador que for verificar no sistema a produção de um SKU consegue avaliar de acordo com a data da quinzena o grau de prioridade do material naquele mês. Tomando decisões mais facilmente e com antecedência e tendo a chance de alterar o plano de produção caso o item seja crítico ou possa ser remanejado sem causar problemas. Além disso, deve-se adicionar ao menos as ordens previstas para um horizonte de tempo de 3 meses, que permita ao planejador avaliar a cobertura atual do estoque e verificar se atenderia o consumo dos próximos meses, melhorando a visibilidade através do sistema.

Tornando as informações acuradas e o mais atualizadas possível no sistema, a empresa consegue garantir que possa ser tirado o máximo proveito do ERP.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para garantir que as metas estratégicas estabelecidas pela alta direção sejam atendidas com sucesso é preciso juntar esforços no nível tático e operacional. O planejamento e controle da produção é responsável por traduzir essas métricas por meio da manufatura, utilizando abordagens que priorizem o máximo aproveitamento dos recursos financeiros e produtivos.

A partir desse estudo foi possível observar alguns dos fatores que influenciam na tomada de decisões a respeito da definição de uma política de estoques. A redução de custos com estoque, transporte e fornecedor compensam o risco de estar sujeito à uma ruptura e, consequentemente, reduzir o nível de serviço ao cliente? Até qual valor é considerável manter os estoques a fim de se evitar que isso aconteça? E qual a melhor forma de controlar esses materiais? Os principais pontos de atenção para a definição de uma política de estoques coerente podem compreender parâmetros como consumo anual médio e total do material e desvio desse consumo bem como seus valores máximos e mínimos. Quanto ao tipo de produto é válido estudar suas características intrínsecas como perecibilidade, periculosidade e vida útil. Também deve-se avaliar os custos que esses materiais incorrem na empresa, tais como custo de pedido, de armazenagem, de transporte e de falta do material. Além de também ser necessário analisar questões relacionadas aos fornecedores como nível de serviço, qualidade do produto, confiabilidade e prazo de entrega do pedido. Só através da definição do que se pretende alcançar e de qual ambiente e restrições a empresa está inserida é possível tomar decisões sobre qual o melhor modelo de gestão de estoques a se utilizar e que acarretem um *trade-off* admissível. Para chegar nesse nível de compreensão é necessário analisar todos os fluxos de processos internos que causam impacto no abastecimento de materiais.

Com essa análise também é possível melhorar os procedimentos atuais utilizando uma integração com ferramentas tecnológicas, como por exemplo os sistemas ERP, que promovam o aumento da produtividade da mão de obra e um alinhamento maior na comunicação e trocas de informações. Implementar de forma adequada um *software* de gestão como esse implica em utilizar as potencialidades dos recursos em sua totalidade e assim aumentar o valor da cadeia de suprimentos.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 2009.
- CHIAVENATO, I. **Administração de materiais**: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply chain management**: strategy, planning and operation. 6. ed. Londres: Pearson, 2016.
- CORREÂ, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. Atlas, 2005.
- DIAS, M. A. P. **Administração de materiais**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- GARCIA, E. S.; FERREIRA FILHO, V. J. M. Cálculo do ponto de pedido baseado em previsões de uma política $\langle Q, r \rangle$ de gestão de estoques. **Pesquisa Operacional**, vol. 29, n. 3, p. 605-622, 2009.
- GIACON, E.; MESQUITA, M. A. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. **Gestão & Produção**, São Carlos, vol.18, n.3, p. 487-498, 2011.
- GUERRA, J. H. L. Uma proposta para o processo de definição do estoque de segurança de itens comprados em empresas que fabricam produtos complexos sob encomenda. **Gestão & Produção**, São Carlos, vol. 16, n. 3, p. 422-434, 2009.
- GUERRINI, F. M.; BELHOT, R. V.; AZZOLINI JÚNIOR, W. **Planejamento e controle da produção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- KRUPP, J. A. G. Safety stock management. **Production and inventory management journal: journal of the American Production and Inventory Control Society**, Washington, v. 38, n. 3, p. 11-24, 1997.
- PEDROSO, L. B.; MARTINS, L. M.; SILVA, R. M. M. Proposta de um modelo matemático para cálculo dos estoques de segurança de componentes importados em uma indústria fabricante de equipamentos de limpeza. **Revista Espacios**, vol. 37, n. 35, p. 20, 2016.

SANTOS, A. M; RODRIGUES, I. A. Controle de estoque de materiais com diferentes padrões de demanda: estudo de caso em uma indústria química. **Gestão & Produção**, São Carlos, vol. 13, n.2, p. 223-231, 2006.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Operations Management**. 8. ed. Londres: Pearson, 2016.

APÊNDICE A – Previsão de consumo de matérias-primas para 2019-2020

COD_MATERIAL	Grupo	LT	Custo um.	abr-19	mai-19	jun-19	jul-19	ago-19	set-19	out-19	nov-19	dez-19	jan-20	fev-20	mar-20	Consumo médio mensal	Consumo mínimo	Consumo máximo	% acumulada
10000000	008	60	0,12	38.337	38.337	121.633	76.675	206.235	197.266	166.129	230.025	140.571	63.896	51.117	64.262	116.207	38.337	230.025	9,8%
10000001	008	60	0,25	2.166	3.195	12.943	34.252	64.458	67.726	48.664	99.977	33.684	22.881	11.928	16.310	34.849	2.166	99.977	16,1%
10000002	008	60	1,16	3.434	7.897	4.661	3.494	7.601	5.008	8.326	20.211	21.313	3.245	3.025	2.321	7.545	2.321	21.313	22,3%
10000003	009	50	2,75	521	694	1.241	1.727	2.142	4.229	2.530	3.432	1.671	1.013	484	325	1.667	325	4.229	25,5%
10000004	009	50	1,03	2.348	4.396	3.631	2.769	7.470	8.241	6.924	5.824	3.631	1.882	1.739	1.346	4.183	1.346	8.241	28,6%
10000005	009	50	2,49	546	614	1.528	947	2.837	3.311	2.268	2.897	1.953	1.065	603	955	1.627	546	3.311	31,4%
10000006	008	60	0,11	2.166	3.195	12.943	34.252	64.458	67.726	48.664	99.977	33.684	22.881	11.928	16.310	34.849	2.166	99.977	34,2%
10000007	008	60	0,19	14.128	18.838	18.838	30.612	30.612	30.612	37.117	23.547	23.547	7.064	4.709	2.355	20.165	2.355	37.117	36,9%
10000008	010	75	0,13	8.132	10.328	18.016	24.530	34.416	60.878	37.463	49.730	28.910	15.654	7.911	4.915	25.074	4.915	60.878	39,1%
10000009	008	60	0,97	1.711	1.791	1.372	1.622	4.269	4.206	10.255	4.351	4.120	1.547	2.510	946	3.225	946	10.255	41,3%
10000010	008	60	0,36	1.458	2.187	3.423	2.916	15.123	17.401	13.120	9.476	11.662	13.120	1.458	9.809	8.429	1.458	17.401	43,5%
10000011	008	60	0,14	14.128	18.838	18.838	30.612	30.612	30.612	37.117	23.547	23.547	7.064	4.709	2.355	20.165	2.355	37.117	45,4%
10000012	011	75	0,04	27.362	42.046	30.949	38.035	65.820	22.103	42.402	334.405	119.207	5.303	17.603	5.036	62.523	5.036	334.405	47,4%
10000013	008	60	0,48	363	859	704	1.062	6.954	7.280	21.341	8.320	3.513	3.139	2.133	1.038	4.725	363	21.341	49,0%
10000014	008	60	0,13	2.916	4.373	6.847	5.831	30.246	34.802	26.240	18.951	23.324	26.240	2.916	19.618	16.859	2.916	34.802	50,6%
10000015	010	75	0,04	18.468	18.468	24.624	30.780	73.871	73.871	166.810	73.871	73.871	30.780	18.468	12.312	51.349	12.312	166.810	51,8%
10000016	013	45	0,13	6.600	6.600	6.600	11.550	23.100	23.100	23.100	24.750	23.100	8.250	4.950	3.300	13.750	3.300	24.750	53,1%
10000017	011	75	0,16	5.452	14.296	12.328	6.692	18.063	21.946	14.770	14.855	7.182	4.103	5.914	3.600	10.767	3.600	21.946	54,3%
10000018	013	45	72,75	7	8	29	24	25	45	38	36	31	17	11	4	23	4	45	55,5%
10000019	010	75	0,03	18.468	18.468	24.624	30.780	73.871	73.871	166.810	73.871	73.871	30.780	18.468	12.312	51.349	12.312	166.810	56,6%
10000020	009	50	3,05	192	210	342	361	872	1.158	844	878	806	361	190	115	527	115	1.158	57,8%
10000021	010	75	1,07	1.254	1.618	1.616	700	2.160	2.044	2.143	2.061	2.061	1.649	577	165	1.504	165	2.160	58,9%
10000022	013	45	0,12	7.414	6.728	10.892	11.085	24.699	28.976	16.309	17.040	17.040	3.979	3.979	3.183	12.610	3.183	28.976	60,0%
10000023	009	50	3,85	23	33	135	357	671	705	507	1.041	351	238	124	170	363	23	1.041	61,0%
10000024	013	45	0,13	5.320	5.320	5.320	9.310	18.620	18.620	18.620	19.950	18.620	6.650	3.990	2.660	11.083	2.660	19.950	62,0%
10000025	014	75	3,52	77	110	191	363	635	669	750	854	383	218	125	129	375	77	854	62,9%
10000026	014	75	4,28	88	92	274	178	510	541	425	538	357	196	121	180	292	88	541	63,8%

10000027	011	75	0,21	2.528	11.522	5.807	2.964	10.793	7.478	4.382	934	17.926	695	568	4.152	5.813	568	17.926	64,7%
----------	-----	----	------	-------	--------	-------	-------	--------	-------	-------	-----	--------	-----	-----	-------	-------	-----	--------	-------

COD_MATERIAL	Grupo	LT	Custo um.	abr-19	mai-19	jun-19	jul-19	ago-19	set-19	out-19	nov-19	dez-19	jan-20	fev-20	mar-20	Consumo médio mensal	Consumo mínimo	Consumo máximo	% acumulada
10000028	008	60	0,19	3.882	5.175	5.175	8.410	8.410	11.057	11.279	6.469	12.928	1.941	1.294	647	6.389	647	12.928	65,5%
10000029	011	75	0,15	3.654	9.581	8.263	4.485	12.106	14.709	9.899	9.956	4.814	2.750	3.964	2.413	7.216	2.413	14.709	66,3%
10000030	017	75	0,18	3.680	5.005	2.469	5.535	10.661	12.738	10.476	9.951	6.195	2.848	2.489	619	6.056	619	12.738	67,1%
10000031	008	60	0,26	500	1.000	1.000	2.000	5.501	10.001	10.001	6.501	5.501	3.000	3.500	1.500	4.167	500	10.001	67,8%
10000032	008	60	0,26	500	1.000	1.000	2.000	5.501	10.001	10.001	6.501	5.501	3.000	3.500	1.500	4.167	500	10.001	68,6%
10000033	008	60	0,13	618	1.460	1.196	1.806	11.822	12.376	36.279	14.143	5.971	5.337	3.626	1.765	8.033	618	36.279	69,3%
10000034	008	60	0,13	618	1.460	1.196	1.806	11.822	12.376	36.279	14.143	5.971	5.337	3.626	1.765	8.033	618	36.279	70,1%

Fonte: desenvolvido pela empresa de estudo