

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS**

VERGILIO TOMÉ

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NA GESTÃO DE
ESTOQUES EM UMA EMPRESA DE FUNDIÇÃO**

CAXIAS DO SUL

2023

VERGILIO TOMÉ

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NA GESTÃO DE
ESTOQUES EM UMA EMPRESA DE FUNDIÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

CAXIAS DO SUL

2023

VERGILIO TOMÉ

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NA GESTÃO DE
ESTOQUES EM UMA EMPRESA DE FUNDIÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em

Banca Examinadora

Prof. + grau + Nome do Professor
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. + grau + Nome do Professor
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. + grau + Nome do Professor
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. + grau + Nome do Professor/Convidado Externo
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Dedicatória - opcional

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que me concedeu saúde e força para enfrentar os desafios e superar as dificuldades que surgiram ao longo do caminho.

Sou imensamente grato aos meus pais e irmão, cujo apoio e estímulo foram fundamentais para perseguir meus sonhos. Sem o amor e suporte de vocês, nada disso seria possível.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Gabriel Vidor, que me orientou com paciência e sabedoria no desenvolvimento deste trabalho. Suas críticas construtivas, sugestões e palavras de incentivo foram cruciais para seguir em frente.

Agradeço a Universidade de Caxias do Sul, pela sua estrutura, corpo docente e dedicação com a qualidade de ensino oferecida.

Também gostaria de expressar minha gratidão à empresa pela confiança depositada e pela oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na universidade.

Por fim, gostaria de agradecer aqueles que, de alguma forma, contribuíram para minha jornada. Com palavras de encorajamento, auxílio ou ensinamentos, sou profundamente grato.

*“A persistência é o caminho do êxito.”
Charles Chaplin*

RESUMO

O desempenho e a rentabilidade das organizações estão diretamente relacionados à gestão de estoques. A implementação de práticas eficientes nessa área pode trazer benefícios significativos, como a redução de erros, minimização de perdas, alocação adequada de recursos e otimização dos custos. Neste trabalho, foram analisadas diversas ferramentas de gestão de estoques, como Contagem Cíclica, Curva ABC, Ponto de Reposição, Estoque de Segurança e Lote Econômico de Compra. Essas ferramentas contribuem para a melhoria da eficácia operacional, ao garantir a disponibilidade dos produtos e maximizar os resultados financeiros. A partir da análise dos dados, é realizada a proposta das ferramentas estudadas, comparando alguns resultados da atual gestão de estoques com os potenciais ganhos que podem ser obtidos através da implementação dos modelos. Os resultados demonstram que a aplicação é viável, permitindo reduções significativas tanto no volume quanto no custo de estoque. Porém, é fundamental avaliar a gestão de estoques como um processo contínuo com acompanhamento regular e adaptação às mudanças do mercado. Dessa forma, é possível gerar produtividade para a empresa no processo de compra e utilização dos materiais.

Palavras-chave: gestão de estoques; contagem cíclica; curva ABC; ponto de reposição; estoque de segurança; Lote Econômico de Compra.

ABSTRACT

The performance and profitability of organizations are directly related to inventory management. The implementation of efficient practices in this area can bring significant benefits, such as error reduction, loss minimization, adequate resource allocation and cost optimization. In this work, several inventory management tools were analyzed, such as Cycle Counting, ABC Curve, Reorder Point, Safety Stock and Economic Order Quantity. These tools contribute to the improvement of operational efficiency, by ensuring the availability of products and maximizing financial results. From the data analysis, a proposal is made for the tools studied, comparing some results of current inventory management with the potential gains that can be obtained with the implementation of the models. The results show that the application is feasible, allowing significant reductions in both volume and inventory cost. However, it is essential to evaluate inventory management as a continuous process with regular monitoring and adaptation to market changes. In this way, it is possible to generate productivity for the company in the process of purchasing and using materials.

Keywords: inventory management; cycle counting; ABC analysis; reorder point; safety stock; Economic Order Quantity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gestão de estoque e fluxo de material	18
Figura 2 - Demanda Independente e Demanda Dependente	21
Figura 3 - Custos Associados aos Estoques	25
Figura 4 - Pontos de renovação/reposição de pedidos e estoque de segurança combinados.....	26
Figura 5 - Gráfico típico da análise ABC.....	30
Figura 6 - Almoxarifado de Insumos Geral, Componentes e Peças de Manutenção .	34
Figura 7 - Estoque do setor de Ferro Fundido.....	34
Figura 8 - Estoque de matéria-prima do setor de Fundição de Alumínio	35
Figura 9 - Estoque de matéria-prima do setor de Alumínio	35
Figura 10 - Estoque de matéria-prima do setor de Fundição por Microfusão.....	36
Figura 11 - Curva ABC para análise gráfica	43
Figura 12 - Gráfico de acuracidade	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Custo de falta de estoque	23
Quadro 2 - Exemplo de curva ABC para contagens cíclicas	31
Quadro 3 - Itens calculados pela Curva ABC	37
Quadro 4 - Apuração das quantidades Físico x Sistema do setor Fundição de Alumínio por Gravidade	38
Quadro 5 - Cálculo do lote econômico de compra.....	39
Quadro 6 - Cálculo do ponto de pedido	41
Quadro 7 - Cálculo do ponto de pedido	42
Quadro 8 - Acuracidade média dos itens analisados na classificação ABC	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Previsão de demanda para um item de cada grupo da classificação ABC	47
Tabela 2 - Cálculo do Ponto de Reposição e Estoque de Segurança	49
Tabela 3 - Gastos mensais e anuais do setor de compras	52
Tabela 4 - Análise dos Produtos e Dados do Consumo para estimar o Q^*	52
Tabela 5 - Custos de estoque relacionados aos grupos da Curva ABC.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EOQ	<i>Economic Order Quantity</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
Kg	Quilograma
LEC	Lote Econômico de Compra
N	Número de pedido
PCP	Planejamento e Controle da Produção
RH	Recursos Humanos
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
Un	Unidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	JUSTIFICATIVA TEÓRICA.....	14
1.2	JUSTIFICATIVA PRÁTICA.....	15
1.3	OBJETIVOS.....	15
1.3.1	Objetivo geral.....	16
1.3.2	Objetivos específicos.....	16
1.4	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	GESTÃO DE ESTOQUE.....	17
2.1.1	Tipos de demanda que afetam os estoques.....	20
2.2	CONCEITOS e PRÁTICAS dA GESTÃO DE ESTOQUES.....	21
2.2.1	Custo dos Estoques.....	21
2.2.2	Lote Econômico de Compra.....	23
2.2.3	Estoque médio.....	27
2.2.4	Giro e cobertura do estoque.....	27
2.3	CURVA ABC.....	29
2.4	CONTAGEM CÍCLICA.....	30
2.4.1	Acuracidade do estoque.....	32
3	MÉTODO.....	33
3.1	CENÁRIO ATUAL.....	33
3.2	PROPOSTA DE MELHORIAS NA GESTÃO DO ESTOQUE.....	36
3.2.1	Aplicação de Curva ABC.....	37
3.2.2	Contagem Cíclica.....	38
3.2.3	Cálculo do tamanho do lote.....	39
3.2.4	Cálculo do estoque de segurança.....	40
3.2.5	Cálculo do ponto de pedido.....	40
4	RESULTADOS.....	42
4.1	ANÁLISE DOS DADOS.....	42
4.1.1	Curva ABC.....	42
4.1.2	Contagem Cíclica.....	44
4.1.3	Previsão de demanda.....	45
4.1.4	Ponto de reposição e estoque de segurança.....	48

4.1.5	Lote Econômico de Compra	51
4.2	VIABILIDADE DA PROPOSTA	55
5	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS	60
	ANEXO A – EXEMPLO.....	62
	APÊNDICE A – EXEMPLO	63

1 INTRODUÇÃO

A gestão de estoques é uma das principais atividades gerenciais para o bom funcionamento da organização, que culminam em maximizar o equilíbrio entre o cliente externo, o cliente interno e a capacidade de manter uma boa saúde financeira.

De acordo com Pozo (2015), a gestão de estoques é uma preocupação essencial para todas as empresas de transformação, uma vez que desempenha um papel nos resultados econômicos. Conforme ressaltado por Chiavenato (2022), para que o sistema de produção não sofra interrupções, deve haver alguma garantia na quantidade de materiais que fluem ao longo do processo, portanto nessa situação entra o estoque para atender as demandas e assegurar a continuidade do fluxo produtivo. Além disso, os estoques de materiais geralmente possuem um nível de segurança para enfrentar possíveis imprevistos e flutuações de consumo.

Para Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), os gerentes de produção frequentemente têm atitude contraditória em relação aos estoques. Por um lado, são custosos e exigem montante de capital. Representam risco porque os itens em estoque podem se deteriorar, tornar-se obsoletos ou perder-se; além de ocupar espaço na operação. Por outro lado, proporcionam certo nível de segurança em ambientes incertos, uma vez que a empresa pode entregar prontamente os itens em estoque conforme a demanda dos clientes. Este é o dilema da gestão de estoque: apesar dos custos associadas à sua manutenção, eles facilitam a conciliação entre suprimento e demanda.

Partindo da importância na gestão eficiente dos estoques, vem à tona o que são estoques?

De acordo com Ballou (2007), os estoques funcionam como um “pulmão” entre oferta e demanda para que se possa garantir aos clientes a disponibilidade dos produtos, ao mesmo tempo em que se dá flexibilidade à produção e logística na busca de métodos eficientes de produção e distribuição das mercadorias. Segundo Moreira (2012), estoque são quaisquer quantidades de bens físicos que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo; constituem estoques tanto os produtos acabados que aguardam venda ou despacho, como matérias-primas e componentes que aguardam utilização na produção. Como menciona Moreira (2012), os tipos de estoques são os seguintes:

- a) matérias-primas;
- b) peças e outros itens comprados de terceiros;
- c) peças e outros itens fabricados internamente;
- d) material em processo (produtos semiacabados ou montagens parciais);

e) produtos acabados.

Atualmente, as empresas buscam obter vantagem competitiva em relação a seus concorrentes, e a oportunidade de atender prontamente, no momento e na quantidade desejada, é facilitada por meio da administração eficaz dos estoques, procurando obter o máximo de retorno e benefícios de capital com recursos investidos (MARTINS e ALT; 2009).

Perante as considerações explanadas, o objetivo desta pesquisa é propor soluções para uma gestão de estoque mais eficiente mediante implementação de técnicas e metodologias procurando elevar a acuracidade, o nível de serviço e, ao mesmo tempo, otimizar os custos e reduzir recursos materiais em uma empresa de fundição localizada em São Marcos.

1.1 JUSTIFICATIVA TEÓRICA

O gerenciamento de estoques é uma área de estudo fundamental para as organizações, tendo seu desenvolvimento no Brasil iniciado na década de 1950. Desde então, diversos estudos acadêmicos têm sido realizados, resultando em avanços significativos na aplicação de ferramentas e métodos que têm demonstrado resultados satisfatórios (PEDERSINI; 2019). Alguns exemplos são explanados a seguir, que também servirão para incorporar o desenvolvimento deste trabalho.

Um estudo realizado por Vieira, Martins e Santos (2021) analisou a utilização da Curva ABC na gestão do estoque numa empresa de peças de motocicletas. O método foi aplicado com base na coleta de dados no período de seis meses, estabelecendo tratativas quantitativas em visita à empresa. A partir dos resultados obtidos, ficou evidente qual o percentual dos itens da curva ABC. Os itens que geram maior lucro (curva A) estavam com estoques em apenas 8%, portanto, priorizando investimentos em aquisição deles. O estudo tornou-se de suma importância para a gestão e competitividade da empresa.

Conforme estudo em uma fábrica de cimento, os autores Silva, Ferreira e Andrade (2019) mostram a importância da realização de inventários organizados, e como a acuracidade auxilia na gestão do estoque. O estudo foi proposto através de pesquisa exploratória e coleta de dados e informações sobre movimentação e materiais da empresa. Com os resultados obtidos, foi possível verificar que a acuracidade da empresa estava baixa, o qual exigiu-se um plano de ação para corrigir as diferenças entre físico e contábil.

Ainda, de acordo com os autores Silva *et al.* (2021), propuseram o estudo sobre análise da gestão de estoque de uma microempresa de medicamentos veterinários. O caso teve como base métodos aplicados na forma de pesquisa descritiva, qualitativa e coleta de dados *in loco*

por entrevistas. Pode-se observar, através da obtenção de resultados, houve maior auxílio na tomada de decisão, redução dos custos com aquisições e sinergia entre equipe e fornecedores.

Com base nos casos apresentados, fica evidente a necessidade de compreender e relacionar os métodos e práticas estabelecidas nas organizações com o propósito de implementar tais melhorias na empresa em estudo. Todavia, dificuldades e contratemplos aparecerão conforme os conceitos vão sendo aplicados, os quais não ocorrerá sem apoio das partes interessadas.

1.2 JUSTIFICATIVA PRÁTICA

A empresa analisada nessa pesquisa é composta pelos setores administrativos e suprimentos como: compras, qualidade, engenharia, PCP, RH, manutenção, almoxarifado, entre outros. Seu quadro de funcionários é de aproximadamente 110 funcionários e as atividades operacionais de produção são realizadas internamente, enquanto alguns serviços como tratamento térmico, laser, dobra e forjamento são terceirizados. O controle de estoques é executado pelo almoxarife e seus dados são partilhados pelo sistema *ERP*, para posterior emissão de ordens de compra.

Na prática, o gerenciamento de estoques na empresa analisada apresenta uma sistemática ineficaz referente aos seus métodos de controle. É comum que seja necessário dedicar muito tempo para revisar e reajustar as quantidades divergentes entre o inventário físico e o sistema. Além disso, a contagem cíclica não é realizada regularmente e alguns produtos não são adequadamente parametrizados de acordo com a curva ABC. Isso reflete diretamente nos indicadores de acuracidade e nível de serviço atendido à produção.

Diante desses desafios, para uma melhor gestão onde traga resultados para a empresa, é essencial entender e identificar as causas raízes dos problemas no controle de estoques, contornando-as com algumas técnicas e metodologias com a meta de chegar a um nível ótimo de acuracidade. Havendo viabilidade e trazendo bons resultados, a proposta pode ser estendida para outros almoxarifados espalhados pela empresa.

1.3 OBJETIVOS

Essa seção apresenta os objetivos geral e específicos desse trabalho, os quais são fundamentais para direcionar e delimitar as metas a serem alcançadas. Enquanto o objetivo

geral estabelece a ideia central do trabalho, os objetivos específicos detalham de forma precisa e concreta as etapas e resultados a serem obtidos.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho consiste em identificar e implementar melhorias no processo de gestão de estoque do almoxarifado de matérias-primas em uma empresa de fundição.

1.3.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos deste trabalho como sendo:

- a) definir um plano de acompanhamento e avaliação das ações propostas no trabalho;
- b) aprimorar conhecimentos e técnicas aplicados ao ambiente de estudo;
- c) instituir um processo de controle de inventários.

1.4 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Para nortear e delimitar o escopo deste trabalho, a pesquisa está focada em encontrar soluções numa área específica fabril. A abordagem é desenvolvida com o auxílio de livros, revistas, artigos científicos e dados coletados para a prospecção da viabilidade dos resultados.

A empresa em análise é uma fundição o qual situa-se em São Marcos, RS. É uma filial que realiza toda a produção de partes do produto e tem como único cliente a sua matriz. Está em constante evolução, possuindo tecnologia própria e ocupa uma posição consolidada no mercado de reposição e exportação de turbocompressores.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o propósito de adquirir adequado aprofundamento das informações sobre metodologias e conceitos, este embasamento teórico representa uma análise da literatura pertinente aos conteúdos intrínsecos sobre gestão do estoque, com enfoque aos assuntos: Gestão de Estoque e suas definições, Classificação ABC, Custos de Estoque, Contagem Cíclica e Lote Econômico de Compra.

2.1 GESTÃO DE ESTOQUE

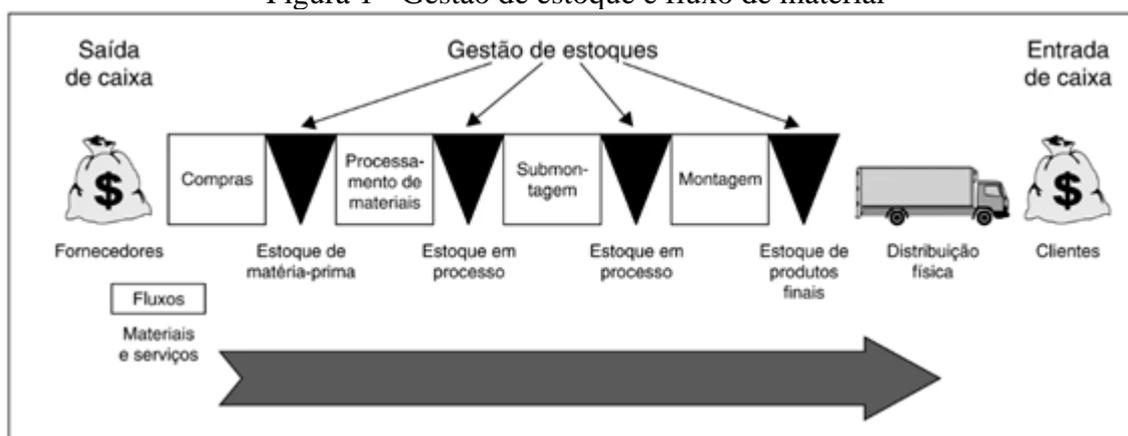
Conforme Bertaglia (2020) o gerenciamento de estoque está relacionado com o planejamento e controle de produtos estocados que serão utilizados na produção ou comercialização de bens e serviços. Determinar o momento certo da compra, a quantidade ideal, os melhores preços, a qualidade dos bens e serviços são características relevantes nesse processo.

Um bom gerenciamento dos recursos de estoque requer conhecimento sobre sua funcionalidade, dinâmica, impacto, princípios e custos porque impacta diretamente no retorno do capital da empresa, seja por falta de estoques comprometendo vendas e insatisfação de clientes, ou por excesso aumentando os custos e reduzindo a lucratividade por conta do armazenamento adicional, capital de giro, impostos, seguros e obsolescência.

Segundo Slack *et al.* (1997), esse conceito surgiu na atribuição de compras em empresas que entenderam a importância de integrar o fluxo de materiais a suas funções de suporte, tal qual por meio do negócio, assim como mediante fornecimento imediato aos clientes. Faz parte dessa compreensão a função de compras, de acompanhamento, gestão de armazenagem, planejamento e controle de produção e gestão da distribuição física. Constantemente, os estoques são resultado de fluxos irregulares. Caso haja uma diferença entre o *timing* ou a taxa de suprimento e demanda em qualquer ponto em um processo ou rede, ocorrerá acúmulos.

Por exemplo, a abrangência do conceito de gestão do estoque nas suas diversas etapas pode ser ilustrada pela Figura 1:

Figura 1 - Gestão de estoque e fluxo de material



Fonte: Ching (2010).

Conforme Martins e Alt (2009), os estoques funcionam como reguladores do fluxo de negócios, o qual distinguem geralmente que velocidade as mercadorias são recebidas (entradas) são diferentes da velocidade que são utilizadas (saídas), portanto há necessidade de formação de um amortecedor (*buffer*). O nível de estoque aumenta quando a velocidade de entrada é maior que a de saída. Se for o contrário, o estoque diminui. Porém, se a quantidade que é recebida é igual a despachada, o estoque mantém-se constante. Essa lógica pode ser resumida da seguinte forma:

- a) $V(t) \times t > v(t) \times t \rightarrow E$ aumenta.
- b) $V(t) \times t < v(t) \times t \rightarrow E$ diminui.
- c) $V(t) \times t = v(t) \times t \rightarrow E$ mantém-se inalterado.

Onde,

$V(t)$ = velocidade de entrada.

$v(t)$ = velocidade de saída.

t = unidade de tempo.

E = estoque.

Estabelecer a igualdade $V(t) \times t = v(t) \times t$ é o grande objetivo e desafio principal do sistema *Just-In-Time* aplicado à gestão de estoque, em que os estoques podem ser nulos.

Para Corrêa (2019), assim como os estoques auxiliam a absorver as diferenças entre taxas de entradas e saídas, também se corre o risco de utilizar estoques ao invés de promover ações para nivelar as taxas. De acordo com o pensamento *lean*, os estoques devem ser evitados porque mascaram as imperfeições do sistema produtivo e tornam os gerentes a serem tolerantes quanto aos problemas gerados por essas imperfeições.

Moreira (2012), expõe que os objetivos dos estoques são de ligar diversos fluxos operacionais entre si, que gera economias na cadeia produtiva. O autor indica que esses objetivos podem ser repartidos nos seguintes objetivos parciais:

- a) os estoques cobrem mudanças previstas no suprimento e na demanda: A empresa pode adquirir maiores quantidades de mercadorias em um aumento de preço ou, para as quais se espera alguma dificuldade de abastecimento em um futuro próximo. Certas vezes, a empresa estoca esperando os frutos de uma campanha promocional junto aos clientes, embora o contrário também seja comum;
- b) os estoques protegem contra incertezas: São incertezas de um determinado item. Por exemplo, dificuldades na obtenção de matérias-primas e insumos necessários à produção; variações bruscas e não previstas na demanda de produtos acabados. No tocante às matérias-primas e insumos para a produção, existe um certo tempo entre o pedido feito aos fornecedores e a entrega das mercadorias, chamado de tempo de espera, o qual é sujeito a alguma indeterminação, forçando à manutenção de estoques. Além do estoque que se mantém devido a variações planejadas, é habitual deixar-se uma quantidade adicional, chamada estoque de segurança cuja função é servir de anteparo (proteção) a quaisquer mudanças não previstas, seja no suprimento, seja na demanda ou no tempo de espera;
- c) os estoques permitem produção ou compra econômicas: via de regra torna-se mais econômico para a empresa produzir ou comprar em certas quantidades ou lotes que são excessivos para as necessidades de momento, contudo levando em consideração os custos de manutenção de estoques. No caso da produção interna de mercadorias, os lotes propiciam a facilidade de se usar as mesmas máquinas para vários produtos, ou seja, a produção intermitente por lotes de fabricação. Cada item produzido em uma dada máquina pode exigir um tempo de preparação, onde o custo é dividido por unidades de mercadorias.

Para muitas empresas, os estoques têm uma última função: a de assegurar o emprego uniforme da mão-de-obra, ou seja, não é conveniente alterar o quadro de mão-de-obra em função da demanda, embora às vezes a demanda seja pequena, a empresa deseja conservar seus funcionários. Mesmo que a produção continue e os estoques se acumulam, logo serão consumidos conforme a demanda superar a capacidade de produção.

De acordo com Slack *et al.* (2018), “sempre que houver acúmulo de estoque, para os gerentes de produção é dada a responsabilidade de administrar as tarefas do cotidiano relacionadas ao gerenciamento de estoque”. Os pedidos serão recebidos de clientes externos e

internos, estes serão emitidos, e a demanda, esvaziará o estoque de forma gradual. Sucessivamente, pedidos serão lançados para repor estoques. Nesse gerenciamento, os gerentes estão envolvidos com três decisões importantes:

- a) quanto pedir: toda vez que um pedido de reposição for emitido, qual será a quantidade (também denominada *decisão de volume*)?
- b) quando pedir: momento do tempo ou em que nível de estoque um pedido de reposição deve ser emitido (também denominada *decisão de timing*)?
- c) como controlar o sistema: quais procedimentos e rotinas devem ser tomados para essas decisões? Como as informações de estoque devem ser armazenadas? Quanto manter?

2.1.1 Tipos de demanda que afetam os estoques

Para o consumo de um item ao longo do tempo, encontram-se dois padrões segundo Moreira (2012). São os de demanda dependente e demanda independente. É importante compreender o funcionamento desses padrões, visto que são necessárias estratégias diferenciadas no controle de estoque à sua condução.

Um item é de demanda independente quando depende das condições de mercado, está fora do controle da empresa, ou seja, a quantidade final demandada do item decorrerá do mercado. Os itens de demanda independente são os seguintes:

- a) os produtos acabados;
- b) as peças e outros materiais para reposição.

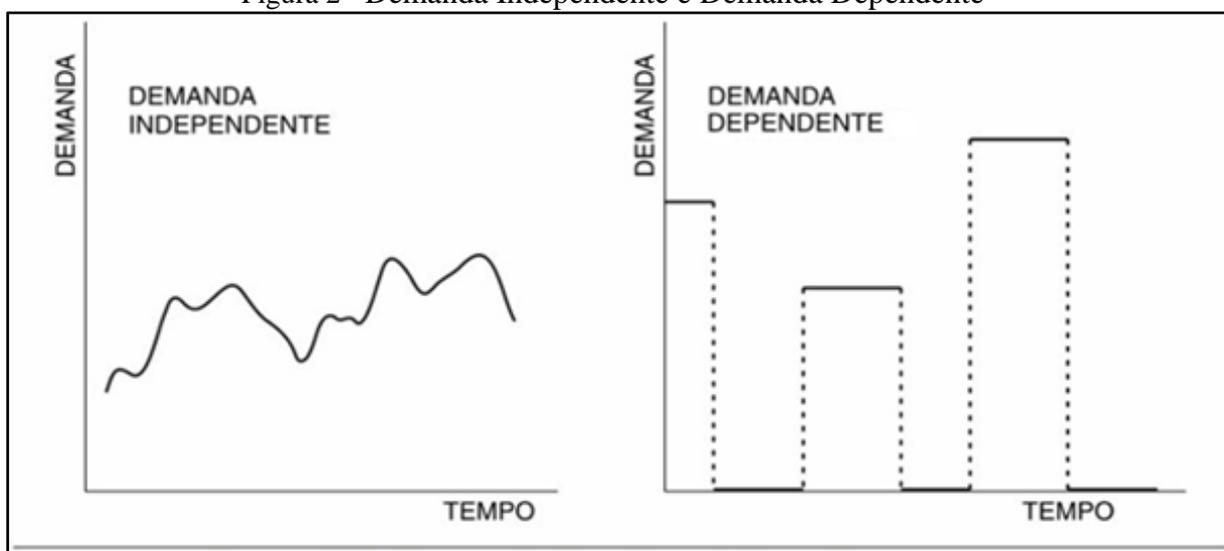
Uma vez que o item é de demanda dependente quando o seu consumo for programado internamente. Os itens dessa demanda são usados na produção interna de outros itens e sua programação para consumo depende das expectativas da empresa em relação ao mercado. Portanto, os itens de demanda dependente derivam da previsão de consumo da demanda independente. São os seguintes tipos:

- a) as matérias-primas componentes dos produtos;
- b) as peças para montagem.

Os comportamentos das demandas dependente e independente são diferentes. No caso de produtos finais e peças de reposição, a demanda é contínua. Por outro lado, as matérias-primas e peças para montagem têm um comportamento de extremos, ou seja, a quantidade é demandada diariamente durante o tempo que durar a fase produtiva dos lotes; porém, entre duas

dessas fases produtivas, nenhuma quantidade é demandada. A Figura 2 ilustra esses comportamentos diferenciados.

Figura 2 - Demanda Independente e Demanda Dependente



Fonte: Adaptado de Moreira (2012).

Ainda segundo Moreira (2012) a gestão de estoques requer abordagens diferentes quando se trata de um ou outro padrão de consumo. Para itens de demanda independente, a abordagem é de reposição do estoque: assim que o item é usado, ele é repostado para se ter sempre material à mão para os consumidores. Ao contrário, para itens de demanda dependente, a abordagem a seguir é a de requisição, onde a quantidade pedida e o momento em que ela deve estar disponível na produção depende de previsões de mercado ou encomendas de clientes.

2.2 CONCEITOS E PRÁTICAS DA GESTÃO DE ESTOQUES

Essa seção trata de ferramentas e conceitos que são importantes para a realização desse trabalho, em absoluto tem o objetivo de esgotar as ferramentas ou literatura sobre o tema.

2.2.1 Custo dos Estoques

Segundo Martins e Alt (2009), a afirmação de que “estoque custa dinheiro” é totalmente verdadeira, portanto, a necessidade de manter estoques provoca uma série de custos as empresas, o qual provoca retenção de investimentos em outras áreas.

De acordo com Gurgel e Francischini (2013) “uma das principais preocupações dos gerentes de produção é saber quais são os custos envolvidos aos estoques”. A sobrevivência da

empresa pode estar ameaçada quando os custos estiverem acima dos concorrentes diretos, portanto, os gerentes devem manter um rigoroso controle sobre essa grandeza e, aplicar ações corretivas para minimizá-la a níveis toleráveis. De acordo com os autores, os custos de estoques podem ser separados em quatro partes, que auxiliarão no nível de estoque a ser mantido:

- a) custo de aquisição: É o valor pago pela empresa compradora do material adquirido. Está relacionado com o poder de negociação da área de Compras, a qual buscará minimizar o preço pago por unidade comprada. Esse custo implica diretamente no valor do material em estoque. Quanto maior o preço unitário pago, maior o valor do estoque para uma mesma quantidade estocada, como mostra a Equação 1:

$$C_{Aq} = P_u \times Q \quad (1)$$

- b) custo de armazenagem: Se trata de um dos custos que mais oneram a empresa quanto a sua lucratividade, portanto, o gerente deve se responsabilizar manter no nível mais baixo possível. O custo de armazenagem de determinado item i em estoque pode ser calculado pela Equação 2:

$$CAm_i = EM_i \times PMu_i \times T \times CAmu \quad (2)$$

Onde:

CAm_i = Custo de Armazenagem do item i

EM_i = Estoque Médio do item i no tempo T

PMu_i = Preço Médio Unitário do item i estocado no tempo T

T = Tempo em Estoque

$CAmu$ = Custo de Armazenagem Unitário

- c) custo de pedido: É o valor gasto pela empresa para que determinado lote de compra possa ser solicitado ao fornecedor e entregue na empresa que está comprando. Se o custo de armazenagem está ligado à área de armazenamento, então o custo do pedido refere-se aos custos da área de Compras. O fornecedor pode cobrar fretes adicionais. O custo do pedido pode ser calculado como mostra a Equação 3:

$$CP = n (CPA_u + CPV_u) \quad (3)$$

Onde:

CP = Custo de Pedido

n = Número de pedidos

CPA_u = Custo de Pedido Administrativo unitário

CPV_u = Custo de Pedido Variável unitário.

- d) custo de falta: Esse custo pode causar grandes prejuízos à empresa. É difícil de ser calculado com precisão, visto que, envolve uma série de hipóteses, rateios e valores intangíveis. O Quadro 1 mostra fatores para utilizar no cálculo do custo analisado.

Quadro 1 - Custo de falta de estoque

Custo	Descrição	Fator
Mão de obra	Salários, encargos e benefícios adicionais referentes ao tempo em que a linha de produção ficou parada	MO
Equipamentos	Custo do equipamento referente ao tempo em que a produção ficou parada por falta do item	E
Material	Custo adicional do material comprado em outros fornecedores	MP
Multas	Pagas pelo atraso de fornecimento do produto final ao cliente causado pela falta de material	MU
Prejuízos	Referente às vendas não realizadas por cancelamento de pedidos ou causadas pela falta de material	PR

Fonte: Adaptado Gurgel e Francischini (2013).

São custos difíceis de quantificar como descrito anteriormente, porém, na maioria das vezes, são relevantes para a desqualificação do fornecedor.

2.2.2 Lote Econômico de Compra

O lote econômico de compra (LEC ou *EOQ – Economic Order Quantity*), foi desenvolvido por F. W. Harris, em 1913, sendo uma metodologia essencial na busca do conhecimento relacionado a gestão de estoques, por motivo de sua facilidade de implementação e solidez quanto aos critérios integrantes.

Conforme Slack et al. (2018), o método mais comum para decidir quanto de um item específico solicitar, na medida que o estoque precisa ser reabastecido, é a técnica de lote econômico de compra (LEC), visto que tenta encontrar o melhor ponto de equilíbrio entre as vantagens e desvantagens de se manter estoque.

Ainda, Krajewski *et al.* (2009), acrescenta que um bom ponto de início para equilibrar as pressões entre manter baixos ou altos e, determinar o melhor nível de ciclo de estoque para um produto é encontrar o LEC, pois representa o tamanho de lote que minimiza os custos de

pedido e armazenamento anuais totais. Segundo o autor, o tratamento para determinar o LEC se baseia nas seguintes suposições:

- a) a demanda para o produto é constante e conhecida;
- b) não há restrições quanto ao tamanho de cada lote a serem adquiridos;
- c) os custos relevantes são o custo de armazenagem e o custo fixo por lote para pedido ou para preparação;
- d) não há benefício em combinar muitos pedidos com o mesmo fornecedor;
- e) o *lead time* é constante e conhecido. A quantidade recebida é justamente a que foi pedida e chega conjuntamente, em vez de parcial.

O lote econômico de compra em nenhum momento pretendeu ser uma ferramenta de otimização, todavia, se o gestor responsável pelo controle de estoque precisar determinar um tamanho de lote razoável, poderá ser útil em muitas situações.

Logo, é possível determinar a melhor quantidade do produto a ser adquirido. Para estipular o LEC, é preciso analisar os custos envolvidos na compra do produto. O custo de armazenamento (CA), deriva do custo unitário de armazenagem (C_a) multiplicado pelo estoque médio ($\frac{Q}{2}$).

Enfim, realizando todas as transformações necessárias, a equação do lote econômico de compra se torna:

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \times C_p \times D}{C_a}} \quad (4)$$

Onde:

LEC = Lote econômico de compra.

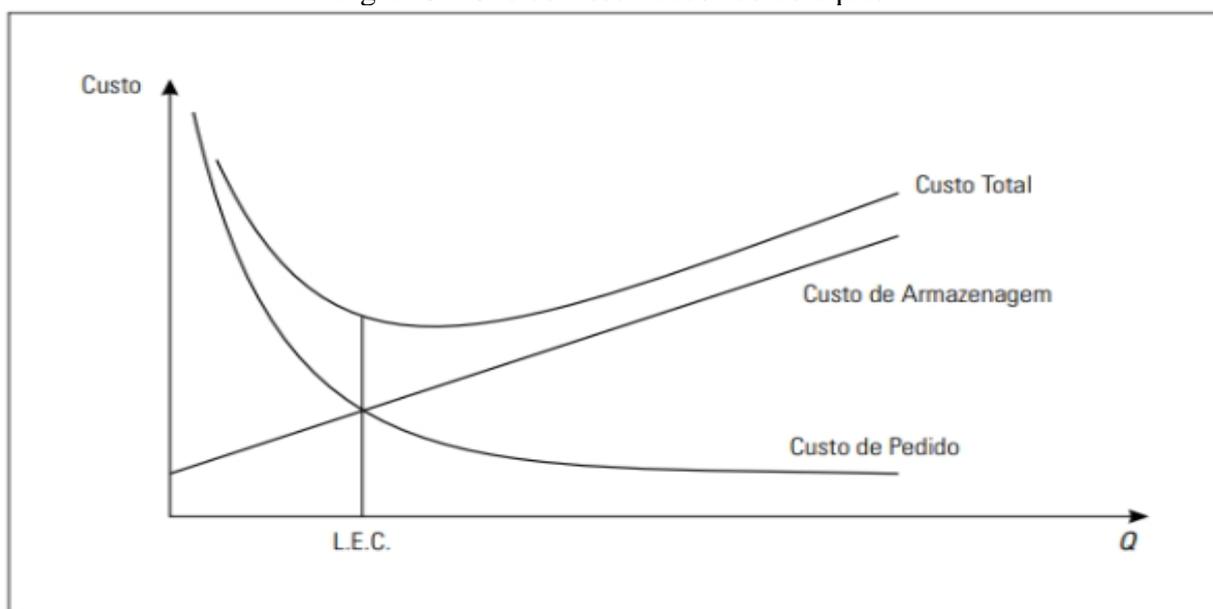
C_p = Custo de um pedido.

D = Demanda no período T.

C_a = Custo unitário de armazenagem.

Portanto, conforme Figura 3, temos o gráfico com as curvas dos custos envolvendo estoques e a linha vertical que representa o lote econômico de compra, ou seja, o tamanho de lote que minimiza o custo total.

Figura 3 - Custos Associados aos Estoques



Fonte: Dias (2011).

Outro parâmetro para uma gestão eficiente de estoque que se encontra dentro do LEC é o ponto de reposição (PR) ou ponto de pedido (PP). Para Pozo (2015), é a quantidade de unidades que se tem em estoque e assegura que o processo não sofra paradas, enquanto aguarda o recebimento do lote de compra, no *lead time* de ressuprimento. Portanto, um item de estoque que atinge seu ponto de reposição ou pedido, deverá ser realizado o ressuprimento do estoque, assim emitindo um pedido de compra. A Equação 4 é utilizada para calcular o ponto de pedido.

$$PP = (C \times TR) + ES \quad (5)$$

Onde:

PP = Ponto de pedido

C = Consumo normal do item

TR = Tempo de reposição

ES = Estoque de segurança

Segundo Pozo (2015), o estoque de segurança é uma quantidade mínima de produtos que deve existir com a função de cobrir oscilações no sistema, como atrasos no tempo de ressuprimento (TR) pelo fornecedor, aumento da demanda do produto ou rejeição do lote de compra.

Para Corrêa (2019), geralmente as demandas não são constantes, onde há flutuação em torno de uma média, o qual se for ocorrida durante o *lead time* e para um valor acima da média

ocasiona falta de item. Com a finalidade de proteger essas flutuações acrescenta-se o estoque de segurança, ou seja, quantidade de estoques à demanda média a esse *lead time*. A relação é dada pela Equação 5:

$$Eseg = FS \times \sigma \times \sqrt{\frac{LT}{PP}} \quad (5)$$

Em que:

$Eseg$ = Estoque de segurança

FS = Fator de segurança, que é uma função do nível de serviço que se pretende

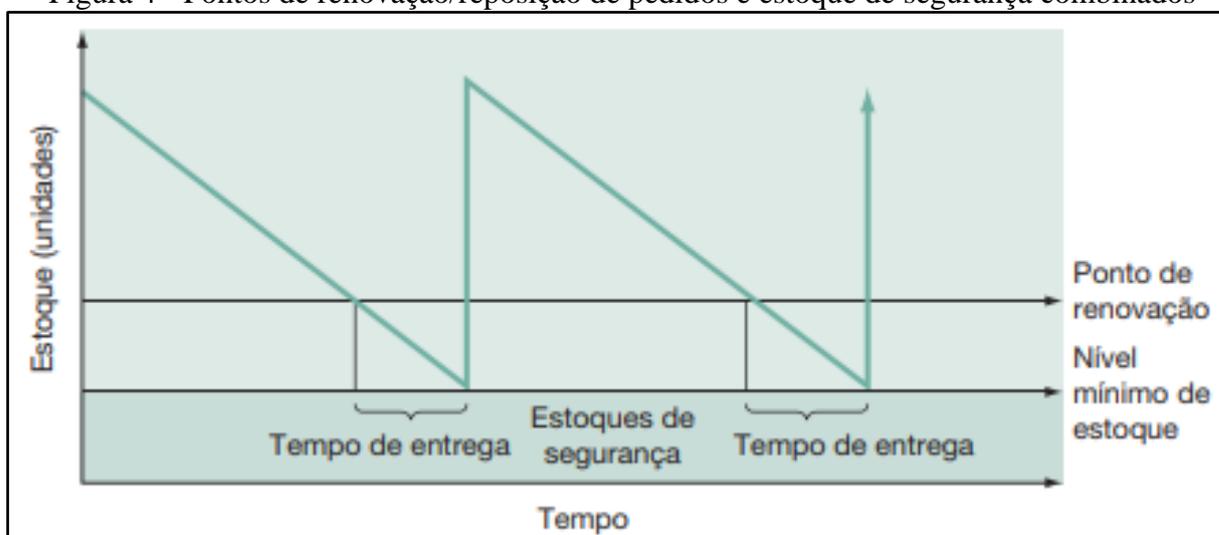
σ = Desvio-padrão estimado para a demanda futura

LT = Lead time de ressuprimento

PP = Periodicidade dos dados usados para calcular o desvio-padrão

A abrangência do conceito de lote econômico generalizado com estoque de segurança pode ser ilustrada pela Figura 4:

Figura 4 - Pontos de renovação/reposição de pedidos e estoque de segurança combinados



Fonte: Ross et al. (2013).

Analisando o Gráfico da Figura 4, conclui-se que ao combinar os estoques de segurança com os pontos de renovação (reposição) de pedidos, a empresa mantém um estoque intermediário contra eventos imprevistos. Portanto, um dos motivos para que uma empresa mantenha um estoque de segurança é o tempo incerto de entrega. A empresa faz o pedido antes

das necessidades previstas e também mantém um estoque de segurança, conforme mencionado por Ross *et al.* (2013).

2.2.3 Estoque médio

Segundo Gurgel e Francischini (2013), o estoque médio é um parâmetro bastante útil que aborda as entradas e saídas de produtos do estoque. Estabelece que ao atingir o estoque de segurança (E_{seg}), as reposições são realizadas imediatamente, com a entrada de uma quantidade Q . Portanto o estoque médio, pode ser calculado pela Equação 6:

$$EM = \frac{Q}{2} + E_{seg} \quad (6)$$

Em que:

EM = Estoque médio.

Q = Quantidade adquirida ou fabricada para reposição de estoque.

E_{seg} = Estoque de segurança.

2.2.4 Giro e cobertura do estoque

De acordo com Dias (2011), o giro de estoque ou rotatividade, aborda uma relação entre o consumo anual e o estoque médio do produto. É expressa no inverso de unidades de tempo, por dia, mês, ou por ano. A Equação 7 mostra o cálculo.

$$giro = \frac{\text{consumo médio anual}}{\text{estoque médio}} \quad (7)$$

Outro índice pode ser bastante útil para a análise de estoque, o qual chama-se antigiro ou taxa de cobertura. O antigiro indica quantos meses de consumo equivalem ao estoque real ou estoque médio. A expressão é dada da Equação 8.

$$Antigiro = \frac{\text{estoque médio}}{\text{consumo}} \quad (8)$$

A grande eficiência do índice de rotatividade do estoque é que ele serve como comparação de estoques, entre classes de material e empresas do mesmo ramo.

Para Gonçalves (2020) a cobertura dos estoques mede o tempo em que o estoque existente suporta as vendas futuras de um produto. O cálculo considera o estoque em determinado instante e as estimativas de vendas. Segundo o autor, o recomendado é utilizar projeções de vendas através dos históricos de consumo para períodos iguais. O cálculo é dado na Equação 9:

$$\text{Cobertura dos estoques} = \frac{\text{Estoque existente em determinada data}}{\text{Previsão de vendas futuras}} \quad (9)$$

Uma cobertura muito alta revela risco de obsolescência ou materiais encalhados, devido as mudanças de mercado ou impacto das vendas. O ideal a fazer segundo Gonçalves (2020), é realizar a classificação de Pareto (curva ABC), classificar os itens em ordem de cobertura e, fazer uma análise sobre a conveniência de manter o excesso de estoque.

Segundo o autor, por outro lado quando não há cobertura ou está muito baixa, pode ocorrer a falta de item, ocasionando desperdício de vendas. A falta de produto dentro de um mix, por exemplo no setor varejista, além de perder a venda, há a possibilidade de o cliente comprar em outro fornecedor.

Diante desse contexto, existem dois índices para medir o desempenho dos estoques. Um deles é o de excesso de estoque que resulta em maiores custos devido a estoques desnecessários. É calculado pela Equação 10:

$$\text{Índice de excesso de estoque} = \frac{\text{Valor do estoque excedente}}{\text{Valor do estoque médio}} \times 100\% \quad (10)$$

O segundo índice, relaciona o total de itens previstos como disponíveis e o total de itens que se encontram em falta. É chamado de índice de falta e calculado pela Equação 11:

$$\text{Índice de falta} = \frac{\text{Número de itens em falta}}{\text{Número total de itens}} \times 100\% \quad (11)$$

Sequencialmente a estes conceitos abordados, se julga necessário estimar o nível de serviço. Conforme Martins e Alt (2009), o nível de serviço é o indicador de eficácia do estoque

para atendimento das solicitações do usuário. Quanto mais requisições forem atendidas, maior será o nível de serviço, de acordo com a Equação 12:

$$\text{Nível de serviço} = \frac{\text{Número de requisições atendidas}}{\text{Número de requisições efetuadas}} \quad (12)$$

Para Gonçalves (2020), o nível de serviço ao cliente indica como a diversidade de produtos estão disponíveis para vendas, neste caso alinhado ao ramo varejista. Se, por um lado, ele estima a oferta de produtos disponíveis, também indica a perda de oportunidades. O cálculo do nível de serviço pode ser realizado como mostra Equação 13:

$$\text{Nível de serviço ao cliente} = \frac{\text{Número de itens em estoque} \times \text{número de dias úteis no período}}{\text{Número total de itens em vendas} \times \text{número de dias úteis no período}} \times 100\% \quad (13)$$

2.3 CURVA ABC

Segundo Ballou (2007), a curva 80-20 ou lei de Pareto foi observada pela primeira vez por Vilfredo Pareto em 1897 durante um estudo da distribuição da renda e da riqueza na Itália. Ele chegou à conclusão de que uma grande percentagem da renda total estava concentrada nas mãos de uma pequena parcela da população, na proporção de quase 80% a 20%, respectivamente. O conceito encontrou generalizada aplicação nos negócios.

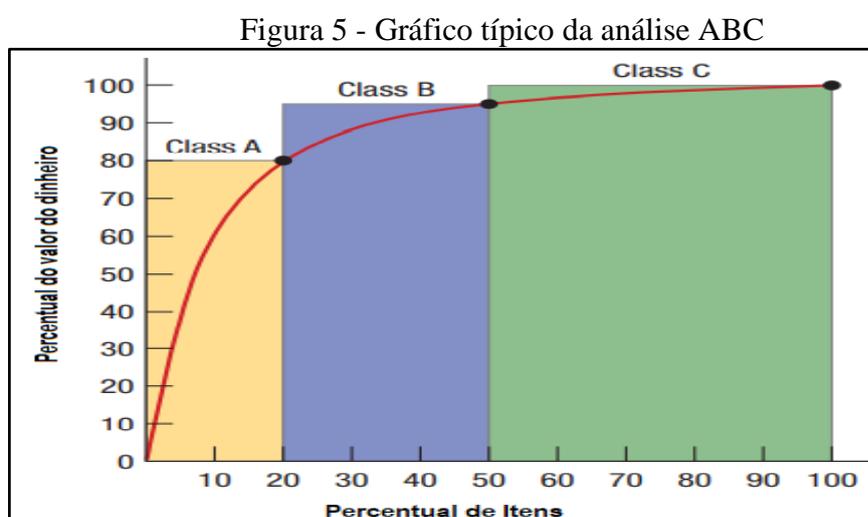
Segundo Krajewski *et al.* (2009), milhares de produtos são armazenados em estoque por uma organização, porém apenas um percentual pequeno desses produtos necessita de um cuidado redobrado e controle mais robusto por parte da gerência. De modo que os gerentes consigam focalizar nos produtos de maior valor, utilizam a análise ABC, que é o processo de dividir os produtos estocáveis em três categorias.

Para Slack *et al.* (2018), os itens em qualquer estoque podem ter taxa de movimentação muito alta, de modo que caso falte, maximiza a insatisfação de clientes, ou ter valores altos, de modo que níveis excessivos gerariam grandes custos à empresa. Uma forma de distinguir diferentes itens é listá-los conforme sua taxa de movimentação multiplicada pelo valor individual. Essa ferramenta é conhecida como lei de Pareto ou regra 80/20. Nessa regra, 80% das vendas respondem por 20% de todos os itens estocados.

Segundo Krajewski *et al.* (2009) a curva ABC permite aos gerentes canalizarem esforços nos itens mais importantes estocados:

- a) itens classe A: são 20% de itens de alto valor que representam 80% do valor total do estoque em dinheiro;
- b) itens classe B: são 30% de itens de valor médio que representam 15% do valor total em dinheiro;
- c) itens classe C: são 50% de itens estocados de baixo valor que representam 5% do valor total em dinheiro.

A Figura 5 ilustra o gráfico da curva de Pareto ou ABC com as percentagens de cada classe.



Fonte: Adaptado de Krajewski et al. (2022).

Slack *et al.* (2018) afirmam que os gerentes de estoque alertam para a dificuldade na interpretação da lei de Pareto. Essa técnica não afirma que 80% das unidades de manutenção de estoque (*SKUs*) representam 20% do valor total, mas sim 80% do “uso” do estoque, ou seja, o valor de venda. Os itens da Classe C, de movimentação lenta, são os que impõem desafios e exigem uma parcela significativa do total do investimento. No caso dos itens de classe A, se houver acúmulo de estoque por erros internos, o excedente poderá ser vendido logo. Por outro lado, se houver acúmulo dos itens da classe C, o excedente ficará por muito tempo. É um problema real e, segundo alguns gerentes, os itens de classe C, precisam de total atenção.

2.4 CONTAGEM CÍCLICA

De acordo com Gurgel e Francischini (2013), o objetivo da contagem física é propiciar a exatidão dos registros para fins contábeis e avaliar os resultados das diferenças levantadas. Para a manutenção de um inventário rotativo, o ideal é contar todos os itens em estoque para

fixar o registro. Posteriormente, contam-se os itens com pequenas quantidades, elevando esse parâmetro até chegar uma parcela diária de contagem. A vantagem é a identificação de erros de lançamento a tempo e estabelecer medidas corretivas.

Conforme Paoleschi (2019) a contagem cíclica tem como vantagens dispensar o inventário físico anual, aliado a isso garante-se uma acuracidade de estoque muito mais confiável. Consiste em verificar se a localização e quantidade física do item correspondem com o registro no sistema. Assim que se encontra uma diferença, é atualizada no sistema para reproduzir a realidade. Planejar contagens cíclicas, requer separar os itens pelo seu valor de custo, através do gráfico de Pareto ou curva ABC. O Quadro 2 representa um exemplo para acompanhamento da contagem cíclica considerando a curva de custo dos produtos específicos.

Quadro 2 - Exemplo de curva ABC para contagens cíclicas

Plano de contagens cíclicas					
Quantidade de itens	Custo	Frequência	Programa anual	Programa mensal	Programa diário
200	A	Mensal	2400	200	10
300	B	Bimestral	1800	150	7,5
300	C	Trimestral	1200	100	5
600	D	Quadrimestral	1800	150	7,5
1400			7200	600	30

Fonte: Adaptado de Paoleschi (2019).

Para Gurgel e Francischini (2013), atingir um bom resultado na consistência nas quantidades entre estoque físico e contábil, é necessário que se adote duas práticas importantes pela gerência:

- a) pré-contagem: Os produtos contados possuem mais valor que aglomerados sem estarem contados. Grandes quantidades devem ser divididas em lotes menores. Ter uma visão geral será imprescindível para facilitar a realização da contagem;
- b) arrumação: As áreas com armazenamento de materiais devem ser gerenciadas com rigoroso e metuculoso cuidado, através da organização e ordem. A ordem exemplar sempre resultará em maior consistência e melhores resultados ao contabilizar os registros de estoque.

2.4.1 Acuracidade do estoque

Segundo Martins e Alt (2009), assim que terminado o inventário físico ou contagem cíclica, pode-se aferir a acurácia dos controles, o qual considera a percentagem de itens corretos, tanto em quantidade quanto em valor, como mostra a Equação 14 e 15:

$$Acurácia = \frac{\text{Número de itens com registros corretos}}{\text{Número total de itens}} \quad (14)$$

ou

$$Acurácia = \frac{\text{Valor de itens com registros corretos}}{\text{Valor total de itens}} \quad (15)$$

Conforme Paoleschi (2019), as contagens fora da tolerância devem ser recontadas e, seguir para a aprovação da gerência. O nível de acuracidade aceitável é de 95% já na primeira contagem. Valores entre 90% e 95% estão dentro do tolerável, porém, se deve procurar identificar falhas no controle de estoque. Já índices abaixo de 90% requerem a revisão dos processos, do uso do material e do controle de estoque.

3 MÉTODO

Visto a abordagem sobre os conceitos fundamentais de gerenciamento de estoques anteriormente, neste capítulo descreve-se a aplicação das metodologias e técnicas de melhorias na gestão de estoques para o desenvolvimento do trabalho proposto, considerando as condições e limitações atuais da empresa.

3.1 CENÁRIO ATUAL

A empresa abordada neste estudo é uma fundição localizada em São Marcos, RS. A empresa conta com um portfólio de produtos voltado à área automotiva e, tem como principal cliente a sua matriz, também localizada na mesma cidade. Com origem nos anos 2000 e consolidada no mercado a qual atua, no cenário presente a empresa vem enfrentando desafios de investimentos, mão-de-obra capacitada, modernização de seus processos e sistemas produtivos, podendo se tornar um obstáculo na implementação dos conceitos de gerenciamento de estoques no panorama real.

A empresa utiliza um software de gerenciamento *ERP*, englobando toda a gestão da produção, cadeia de suprimentos e recursos humanos. Para o caso do gerenciamento de estoques, os produtos são parametrizados conforme necessidades de *lead time* de ressuprimento, tamanho de lote, demanda média e cobertura de segurança. Pela dificuldade de controle nos almoxarifados de matérias-primas e insumos, são solicitados via documento físico ou digital chamado Solicitação de Pedidos Internos.

Os ambientes analisados pelo trabalho proposto caracterizam-se por um almoxarifado de produtos comprados, compostos por insumo geral, componentes e manutenção e, os estoques de matérias-primas (demanda dependente) integrantes do produto final. Cada setor produtivo, possui seu estoque específico, na qual os produtos são mantidos em locais diferentes ocasionando a descentralização, conforme alguns são mostrados na Figura 6.

O almoxarifado de insumos geral, componentes e peças de manutenção da Figura 6 é o local onde concentra-se a maior parcela dos itens comprados, portanto, geralmente o que demanda maior controle. É gerenciado por um almoxarife em tempo integral e o acesso é somente com pessoal autorizado.

Figura 6 - Almojarifado de Insumos Geral, Componentes e Peças de Manutenção



Fonte: O autor (2023).

Há horários específicos de atendimento, com exceção em casos de retiradas de peças para máquinas críticas. As baixas de produtos são realizadas pelo sistema gerencial no ato da retirada.

Contudo, o *layout* para este almojarifado é inadequado, o qual sofre com espaço físico restrito para armazenamento (vide Figura 7), principalmente, em produtos com grandes volumes, onde o almojarife por inúmeras situações aloca os produtos em outros estoques, facilitando avarias, extravios, ocupando espaços de outros produtos, impactando no controle, consequentemente custos adicionais para a empresa.

Figura 7 - Estoque do setor de Ferro Fundido

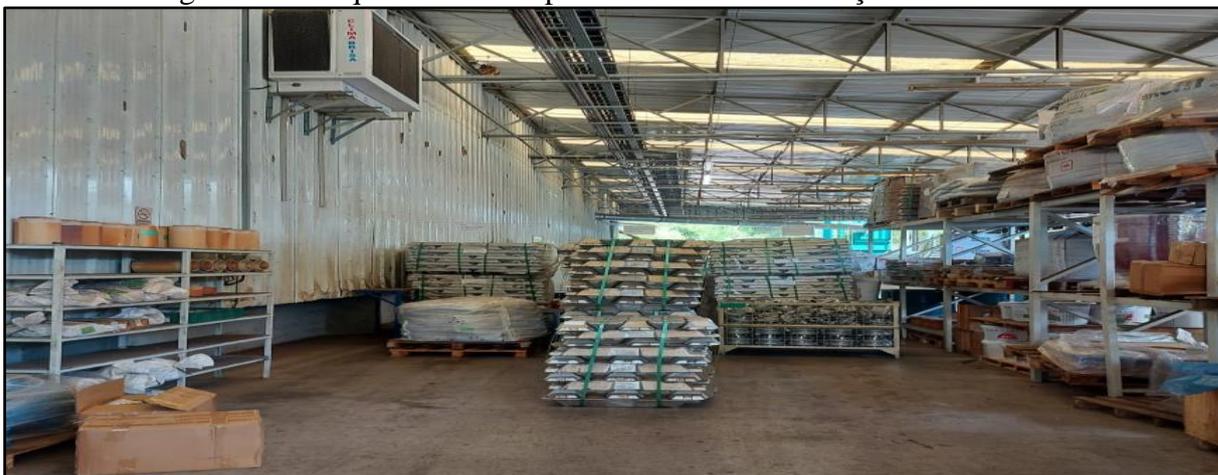


Fonte: O autor (2023).

O local mostrado nas Figuras 8 e 9 caracteriza o estoque de produtos do setor de Ferro Fundido e Alumínio. São abrigados produtos com grandes volumes como bags de areia de

fundição, carvão, bentonita, entre outros. Abrange um grande espaço físico e necessita de layout bem definido. É gerido pelo coordenador do setor e almoxarife.

Figura 8 - Estoque de matéria-prima do setor de Fundição de Alumínio



Fonte: O autor (2023).

Figura 9 - Estoque de matéria-prima do setor de Alumínio



Fonte: O autor (2023).

Gerenciado pelos responsáveis imediatos, atualmente o estoque de matéria-prima do setor de Fundição de Alumínio por Gravidade e Ferro Fundido, Figura 8 e 9, dispõe de um layout que necessita de revisão e carece de informação visual, corriqueiramente sendo modificado, porém sem progressos eficientes.

O estoque da Figura 10, engloba grande parcela dos produtos do setor de Fundição por Microfusão. Atualmente, quem controla e registra as entradas e saídas, são o setor de compras

ao lançar as notas dos produtos e o coordenador do setor ao realizar o apontamento da ordem de produção, consumindo as matérias-primas. Como qualquer outro estoque da empresa, está desorganizado, com produtos sem identificação e acuracidade reduzida.

Figura 10 - Estoque de matéria-prima do setor de Fundição por Microfusão



Fonte: O autor (2023).

Ainda que, os estoques serem descentralizados, requerem métodos robustos de controle e organização, padronização de processos e maior espaço, impondo desafios mais complexos ao gerenciá-los.

Devido as dificuldades de gerenciar os estoques simultaneamente (milhares de itens cadastrados, tipo de unidades dos produtos, arranjo físico, fluxo de processos, cultura da empresa), será desenvolvido primeiramente um trabalho focado no estoque de Fundição de Alumínio por Gravidade, pelo fato de possuir número reduzido de itens da família, porém, altamente crítico no impacto das finanças da empresa.

3.2 PROPOSTA DE MELHORIAS NA GESTÃO DO ESTOQUE

As metodologias e técnicas estudadas visam propor melhorias, identificar inconsistências na gestão de estoque, sugerir ações e, proporcionar uma acuracidade aceitável, não alcançada no momento atual, culminando na confiança se aquilo que consta no sistema de gestão corresponde ao encontrado fisicamente. Serão detalhadas nos próximos parágrafos:

- a) aplicação de Curva ABC;
- b) contagem Cíclica;
- c) cálculo do tamanho do lote;
- d) cálculo do estoque de segurança;
- e) cálculo do ponto de pedido.

3.2.1 Aplicação de Curva ABC

A curva ABC, mencionada em capítulos anteriores, identifica a importância ou impacto dentro de uma empresa de cada material a ser analisado, estabelecendo uma ordem de prioridade de acordo com a abrangência de cada material sobre o total do parâmetro a ser discutido.

Os materiais que se enquadrarem na classe A são considerados os mais importantes, pelo qual representam geralmente 80% do custo e 20% dos materiais da família. Os materiais de classe B abrangem teoricamente 15% do custo e 30% dos itens. Já os materiais da classe C, de menor importância, correspondem a 5% do custo e 50% do total de materiais.

O método tem por princípio, coletar os dados dos produtos previamente selecionados, agrupando-os em uma tabela, que será mostrada posteriormente. De maneira que há uma grande quantidade de produtos comprados pela empresa, foi selecionado uma família específica. A coleta dos dados foi realizada através dos registros históricos encontrados no sistema no período de janeiro/2022 até dezembro/2022.

Para a execução da tabela foi utilizado o software Excel da Microsoft®. Os materiais foram primeiramente listados em ordem aleatória, onde os dados calculados representam uma média mensal e rotulados como: consumo mensal, custo unitário, custo mensal, frequência, frequência acumulada e o tipo de curva de cada material. Após realizados os devidos cálculos, os materiais são ordenados em ordem crescente de custo mensal, onde a frequência acumulada é encontrada indicando qual a curva de cada item. O Quadro 3 mostra os cálculos realizados para formar a curva ABC:

Quadro 3 - Itens calculados pela Curva ABC

Data: _____						
Produto	Consumo mensal (Kg) = (Soma cons.men/período)	Custo Unitário (R\$/Kg)	Custo Mensal (R\$/Kg) = (Cons. mensal/custo unit.)	Frequência = (Custo mensal/soma custo mensal)	Frequência acumulada = (Freq. + Freq. acum. anterior)	Curva
ALUMÍNIO BENEFICIADO LIGA SM001 A						
FIO DE COBRE PICOTADO						
ALUMÍNIO ALTO SILÍCIO						
LIGA DE MAGNÉSIO/ALUMÍNIO						
ALUMÍNIO BAIXO SILÍCIO N36						
CHUMBO						
LIGA SILÍCIO ALUMÍNIO - SIAL 50% WP						
LIGA ESTRÔNCIO ALUMÍNIO - SRAL 10% VARETA						
COVERAL GR 2510						
LIGA TITÂNIO/BORO/ALUMÍNIO - TIBAL 5/1 VARETA						
		Total:	Soma Custo Mensal			

Fonte: O autor (2023).

A curva ABC será acompanhada pela alimentação da tabela mensalmente. Por meio desses dados será avaliado e discutido com o pessoal envolvidas maneiras de gerenciar os produtos, priorizando os de maior valor de custo compostos pelas classes A e B, mas sem deixar de lado os itens de classe C, que também impactam no orçamento da empresa.

3.2.2 Contagem Cíclica

Metodologia que consiste em um processo contínuo de contagem física baseado na classificação de materiais pela curva ABC. Auxilia na veracidade dos materiais contados entre a quantidade física e contábil, avaliando se há diferenças encontradas e suas causas. Além disso, os custos do inventário e erros de contagem são reduzidos, verificando inconsistências no lançamento incorreto de notas fiscais.

Primeiramente, os produtos são separados em famílias. No caso de estudo, os produtos utilizados na classificação ABC formarão o conjunto de contagem. Na etapa seguinte, ocorrerá a coleta de dados, sendo realizada através da contagem física diariamente dos materiais selecionados.

Uma tabela foi desenvolvida com o auxílio do software Excel para a efetuação dos dados listando os materiais a serem contados, considerando os parâmetros de estoque físico, estoque do sistema, diferença, percentagem da diferença relativa e a tolerância para o estoque do sistema. O Quadro 4 mostra os dados apurados e calculados após a contagem física:

Quadro 4 - Apuração das quantidades Físico x Sistema do setor Fundação de Alumínio por Gravidade

<i>Data:</i> _____					
<i>Descrição do Produto</i>	<i>Estoque físico (Kg)</i>	<i>Estoque sistema (Kg)</i>	<i>Diferença (Kg)</i> = <i>Estoque físico - Estoque sistema</i>	<i>% Diferença</i> = <i>(Estoque físico - Estoque sistema)/Estoque físico</i>	<i>Tolerância para +/- 1% (Kg) em relação ao Estoque do sistema</i>
ALUMÍNIO BENEFICIADO LIGA SM001 A					
FIO DE COBRE PICOTADO					
ALUMINIO ALTO SILÍCIO					
LIGA DE MAGNESIO/ALUMINIO					
ALUMINIO BAIXO SILÍCIO N36					
CHUMBO					
LIGA SILÍCIO ALUMÍNIO - SIAL 50% WP					
LIGA ESTRÔNIO ALUMÍNIO - SRAL 10% VARETA					
COVERAL GR 2510					
LIGA TITÂNIO/BORO/ALUMÍNIO - TIBAL 5/1 VARETA					
					Acuracidade:

Fonte: O autor (2023).

O método de contagem cíclica será conduzido e acompanhado diariamente, com as apurações e alimentação da planilha eletrônica com os dados resultantes das contagens. Um

item piloto vai ser acompanhado com mais rigor ao ficar no almoxarifado acessado somente por uma pessoa. O operador solicita ao almoxarife as demandas que necessita deste item para realizar os ordens do dia. Assim, é subtraída a quantidade necessária e quando for utilizada para realizar o processo, é comparada com o que foi retirado do estoque. Para avaliar o sucesso da contagem cíclica é necessário medir a acurácia, a qual será realizada uma média mensal.

3.2.3 Cálculo do tamanho do lote

Conforme mencionado conceitualmente, a forma mais habitual e sólida de requisitar um lote de produto, é através do cálculo do lote econômico de compra ou LEC, procurando atingir o meio termo entre manter ou não manter estoque.

Em vista da necessidade de reduzir custos e estimar um lote adequado a respeito dos produtos comprados, primeiramente será realizado uma entrevista ao setor de compras em busca de informações e parâmetros que auxiliem na elaboração do lote econômico de compra relacionado à família de produtos em estudo, neste caso a utilização dos produtos da curva ABC.

De modo que as informações são levantadas com o pessoal específico, principalmente no que concerne aos custos de pedido e de guarda ou armazenamento de material, os dados compilados aparecerão em uma tabela evidenciando os parâmetros para o cálculo da variável resultante do lote econômico de compra. Esses parâmetros incluem: consumo médio mensal, custo unitário, custo mensal, o lead time, quantidade de pedidos por período, detalhadas no Quadro 5:

Quadro 5 - Cálculo do lote econômico de compra

<i>Data:</i>							
<i>Descrição do Produto</i>	<i>Consumo médio anual (Kg)</i>	<i>Custo Unitário (R\$/Kg)</i>	<i>Custo*Consumo (R\$/Kg)</i>	<i>CQ*</i>	<i>Meses</i>	<i>Pedidos/Ano, N</i>	<i>Q*</i>
ALUMÍNIO BENEFICIADO LIGA SM001 A							
FIO DE COBRE PICOTADO							
ALUMÍNIO ALTO SILÍCIO							
LIGA DE MAGNÉSIO/ALUMÍNIO							
ALUMÍNIO BAIXO SILÍCIO N36							
CHUMBO							
LIGA SILÍCIO ALUMÍNIO - SIAL 50% WP							
LIGA ESTRÔNCIO ALUMÍNIO - SRAL 10% VARETA							
COVERAL GR 2510							
LIGA TITÂNIO/BORO/ALUMÍNIO - TIBAL 5/1 VARETA							
						Total:	
A =							
i =							

Fonte: O autor (2023).

O monitoramento a ser realizado é mensalmente no período de janeiro/2022 a dezembro/2022, alimentando as planilhas conforme os dados são divulgados através de

relatórios da fonte específica, com a premissa de comparar se há redução de custo entre a política de compra atual e a de lote econômico de compra.

3.2.4 Cálculo do estoque de segurança

Em muitas situações do dia a dia as demandas não são constantes, de modo a sofrer flutuações aleatórias, gerando falta de abastecimento. Diante desse cenário, o estoque de segurança busca garantir o abastecimento quando ocorre aumento inesperado da demanda.

Para iniciar o procedimento do cálculo do estoque de segurança, é preciso estabelecer uma família de produtos a serem analisados, de modo que os dados coletados desses produtos sejam tabelados e utilizados para o cálculo. Os dados coletados incluem: consumo mensal, desvio padrão, lead time de ressurgimento, fator de segurança e periodicidade do desvio padrão.

Na sequência para executar os cálculos, os produtos utilizados baseiam-se na lista de classificação ABC mencionada anteriormente. A partir da média e desvio padrão determina-se o valor do estoque de segurança para atender determinado nível de serviço. A tabela será desenvolvida conjuntamente com o cálculo do ponto de pedido que será visto posteriormente.

O andamento da aplicação de estoque de segurança será medido e monitorado mensalmente pelo período de janeiro/2022 a dezembro/2022.

3.2.5 Cálculo do ponto de pedido

O ponto de pedido é o instante exato de solicitar um nova compra de um produto, com o propósito de evitar uma ruptura no estoque, de maneira que o processo não sofra com paradas até a chegada do novo lote.

Antes de tudo, são indispensáveis as informações e dados coletados para a realização do cálculo. Para a obtenção dos dados é utilizado o acesso aos registros históricos encontrados no sistema de gestão e se por motivo de inexistência das informações no sistema, recorre-se a entrevistas de pessoas específicas.

A partir dos dados coletados, é desenvolvida uma tabela no Excel, de acordo com os itens listados na curva de ABC. Para a realização do cálculo de ponto de pedido é levado em consideração os consumos médios diários, os tempos de ressurgimento e os estoques de segurança que foram calculados antecipadamente. O Quadro 6 demonstra os cálculos realizados:

Quadro 6 - Cálculo do ponto de pedido

Data: _____

<i>Descrição do Produto</i>	<i>Consumo mensal médio (Kg)</i>	<i>Consumo diário médio (Kg)</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Lead Time</i>	<i>Nível de Serviço</i>	<i>Fator de segurança</i>	<i>Estoque de Segurança Mensal</i>	<i>Ponto Pedido</i>
ALUMÍNIO BENEFICIADO LIGA SM001 A								
FIO DE COBRE PICOTADO								
ALUMINIO ALTO SILÍCIO								
LIGA DE MAGNÉSIO/ALUMÍNIO								
ALUMINIO BAIXO SILÍCIO N36								
CHUMBO								
LIGA SILÍCIO ALUMÍNIO - SIAL 50% WP								
LIGA ESTRÔNCIO ALUMÍNIO - SRAL 10% VARETA								
COVERAL GR 2510								
LIGA TITÂNIO/BORO/ALUMÍNIO - TIBAL5/1 VARETA								

Fonte: O autor (2023).

Assim que os dados são obtidos, o preenchimento da planilha se faz necessário por motivo de utilização e acompanhamento mensalmente pelo período de janeiro/2022 a dezembro/2022, servindo de comparação para a frequência que é pedido atualmente se há diferença ou não em redução de custos utilizando o ponto de pedido com desvio padrão e fator de segurança.

4 RESULTADOS

Neste capítulo é demonstrado os resultados do estudo teórico desenvolvido sobre gerenciamento de estoque e algumas de suas metodologias intrínsecas. O capítulo é dividido nos seguintes subcapítulos: 1) análise dos dados e 2) viabilidade da proposta.

4.1 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos servirão de análise para identificar a abordagem atual executada pela empresa referente a gestão dos estoques de materiais de demanda dependente. São especificados os itens de acordo com sua importância e impacto nos custos dos estoques, na política de aquisição e histórico de demanda.

4.1.1 Curva ABC

Para a análise da classificação ABC, foram contabilizados os 10 principais itens da família da liga de alumínio com históricos de consumo de 12 meses, entre janeiro de 2022 e dezembro 2022. O resultado da classificação ABC é representado no Quadro 7:

Quadro 7 - Cálculo do ponto de pedido

Curva	Custo sobre o capital investido (%)	Quantidade dos itens sobre o total (%)	Quantidade de itens sobre o total (unid.)
A	86	20	2
B	9	20	2
C	5	60	6

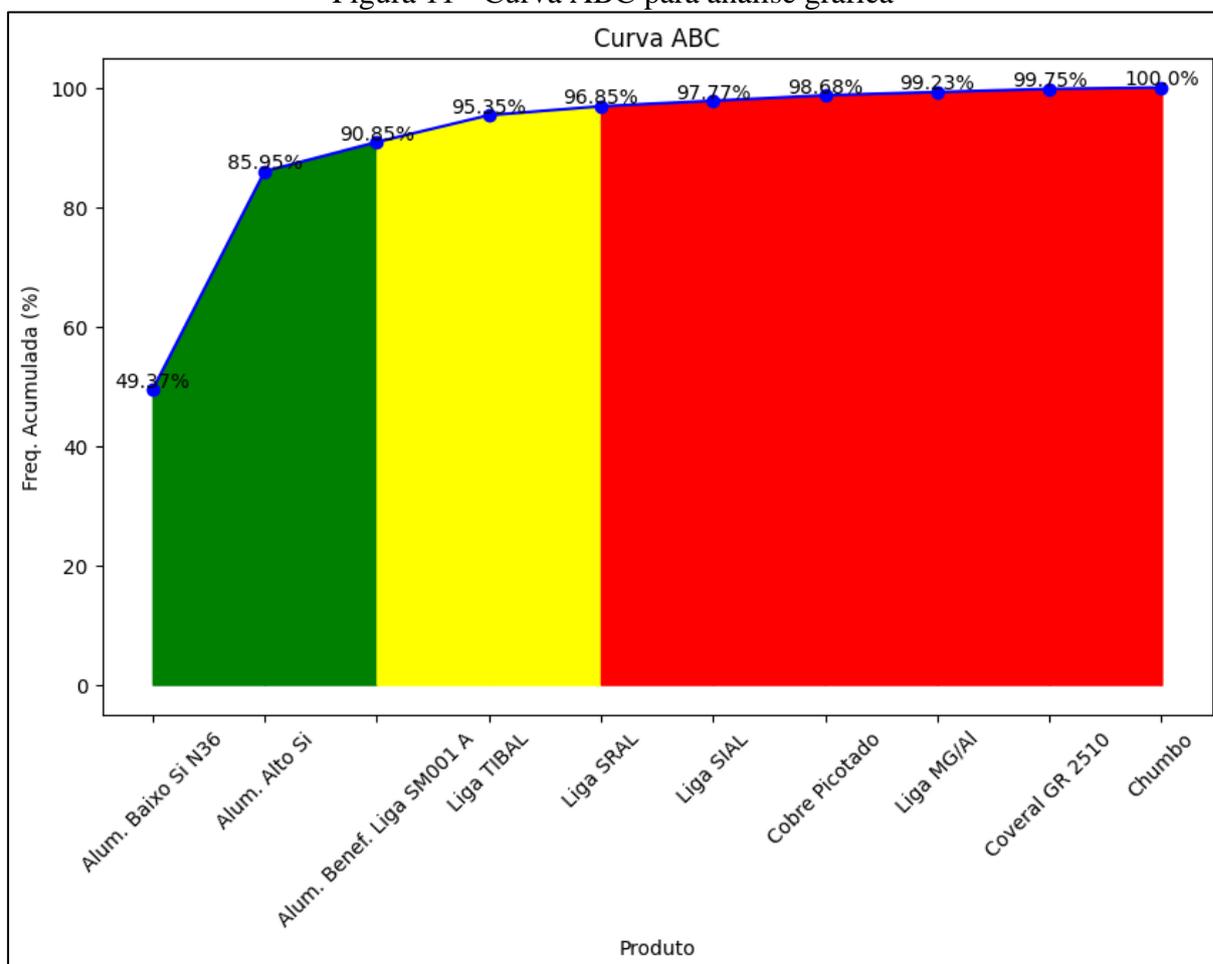
Fonte: O autor (2023).

É possível verificar que 20% dos itens concentrados na classe A são os mais valiosos e devem ter maior atenção e controle, visto que representam 86% dos custos onde a empresa gasta em torno de R\$ 182.000,00 mensais. Os itens da classe B possuem um valor intermediário que compõem 20% da totalidade com 9% do valor utilizado, que gera um capital de R\$ 19.910,00. Para os itens da classe C, englobam a maior fatia, com uma parcela de 80% do total de itens, com 5% do capital e um valor de R\$ 9.855,00 mensais.

A curva gerada no gráfico da Figura 11 representa a distribuição dos itens na classificação ABC. O eixo vertical a frequência acumulada, enquanto o eixo horizontal indica

os itens analisados no estudo. A curva começa com uma inclinação acentuada, indicando que uma pequena quantidade de itens representa uma grande parte do custo. Esse é o grupo da classe A, que representa apenas 20% dos itens, mas 86% dos custos.

Figura 11 - Curva ABC para análise gráfica



Fonte: O autor (2023).

Conforme a curva se estabiliza paralelamente com a linha do eixo horizontal, a inclinação fica mais discreta, indicando que mais itens são necessários para atingir o mesmo custo.

A visualização da curva gerada pelo gráfico ajuda a compreender a distribuição dos itens na classificação ABC de forma mais clara e intuitiva. Isso permite que a empresa possa tomar decisões mais estratégicas quanto ao gerenciamento de estoque e aos investimentos em cada classe de itens.

Embora os itens analisados estejam separados por classe de importância, a falta de algum item no estoque pode ocasionar a parada da linha de fundição, portanto, essa ferramenta

se torna útil para analisar custos envolvidos, maximizar o retorno financeiro e reduzir o espaço de armazenamento ao ajustar o nível de estoque.

4.1.2 Contagem Cíclica

A contagem física dos itens estabelecidos em paralelo com a classificação ABC está acontecendo diariamente, de modo que se tornou uma ferramenta extremamente importante para analisar a acuracidade e as suas discrepâncias, causada pelos erros entre o estoque físico e contábil, e como esses erros podem ser reduzidos e até eliminados. O Quadro 8 apresenta a acuracidade média entre os meses de outubro de 2022 - quando foi implementado o método - até junho de 2023:

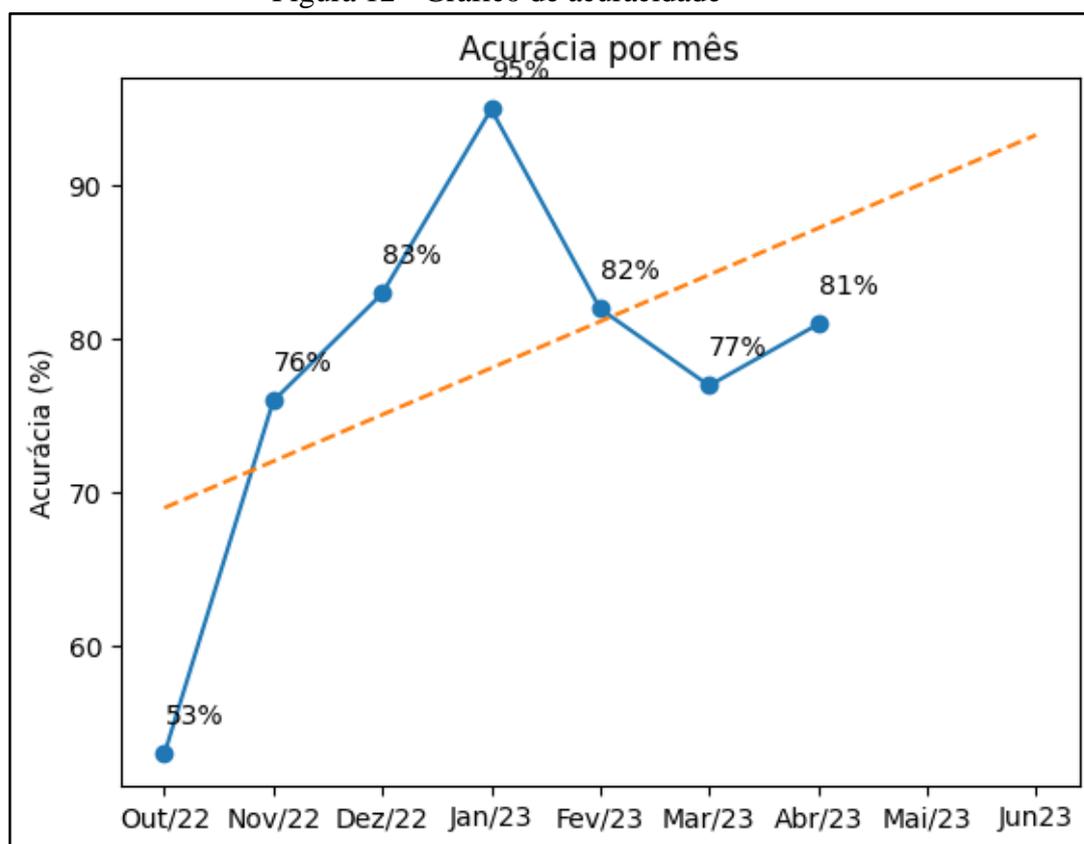
Quadro 8 - Acuracidade média dos itens analisados na classificação ABC

Mês	Acuracidade
Outubro	53%
Novembro	76%
Dezembro	83%
Janeiro	95%
Fevereiro	82%
Março	77%
Abril	81%
Maio	
Junho	

Fonte: O autor (2023).

Observa-se que a acuracidade média dos itens analisados na classificação ABC apresentou uma tendência de crescimento entre outubro e janeiro, atingindo o seu maior valor (95%) em janeiro/23. Esse resultado provém da implementação da contagem física diária e da correção dos erros identificados entre o estoque físico e contábil. No entanto, a partir de fevereiro, a acuracidade média apresentou uma queda significativa, chegando a 77% em março. Em abril, houve uma leve recuperação da acuracidade média (81%), mas ainda abaixo do nível desejado e precisa ser melhorado. Através da Figura 12 pode-se visualizar o comportamento da acuracidade:

Figura 12 - Gráfico de acuracidade



Fonte: O autor (2023).

Para melhorar a acuracidade, foi preciso identificar as causas dos erros/falhas na contagem física, no processo de entrada e saída do material do estoque e no monitoramento dos operadores ao realizarem as demandas necessárias para confeccionar a carga.

Entre Jan/23 e Mar/23 houve uma queda importante na acuracidade devido a constante reconfiguração das cargas, o qual não se tinha um controle eficiente, pois continuamente era necessário equalizar as proporções de insumos utilizados, perdendo-se controle na pesagem e comunicação entre os operadores ao registrar as demandas nas Ordens de Produção.

4.1.3 Previsão de demanda

Com o objetivo de calcular lote econômico de compra e encontrar a quantidade ideal a ser adquirida, é imprescindível a análise da previsão de demanda com dados obtidos ao longo do tempo.

No sentido do estudo proposto, foram utilizados alguns modelos de séries temporais para estimar a previsão de consumo com o menor erro possível, o qual pode ser analisado se o conjunto de dados representam um padrão ou tendência. Devido a dificuldade de conseguir

valores históricos mais antigos nos registros contábeis, foi necessário solicitar o suporte da Tecnologia da Informação na empresa. Através dos relatórios, as demandas foram organizadas entre os períodos de janeiro de 2019 a dezembro de 2022.

Um dos métodos utilizados foi a Regressão Linear, que consiste em encontrar uma equação que relaciona a demanda com o tempo. Outros métodos foram a Média Simples, Média Móvel e Média Móvel Ponderada que calcula a média aritmética dos dados históricos ou de um período recente. Além disso, foram considerados os modelos de Sazonalidade e Permanência, Sazonalidade e Permanência, Suavização Exponencial Simples e Suavização Exponencial Dupla, que levaram em conta as variações periódicas e aleatórias da demanda.

Os resultados obtidos mostraram que, para os itens Liga Silício/Alumínio, Liga Magnésio/Alumínio, Alumínio Baixo Si, Alumínio Alto Si e Liga TiBAI, o modelo que apresentou o melhor ajuste às oscilações e menor erro absoluto foi o de Sazonalidade e Permanência. Suavização Exponencial Dupla representou o menor erro para os itens liga Estrôncio/Alumínio, Chumbo, Fio de Cobre Picotado e Coveral. Por fim, Suavização Exponencial Simples melhor se comportou para o Alumínio Beneficiado.

Para realizar a previsão de demanda para os meses de janeiro/2023 a junho/2023 foi utilizado um item de cada grupo. No caso do grupo A foi considerado o item Alumínio Baixo Silício, no grupo B foi selecionado o item liga Titânio/Alumínio. Para o grupo C, o escolhido para fazer a análise foi o item Coveral GR 2510. Com isso a previsão de consumo para os próximos 12 meses está expresso na Tabela 1, a fim de comparar com a demanda real:

Tabela 1 - Previsão de demanda para um item de cada grupo da classificação ABC

Alumínio Baixo Silício (Sazonalidade e Permanência)												
Período	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Previsão	5702	7559	8155	7121	8534	7687	8208	8271	7591	7456	7570	4070
Demanda Real	5940	9150	9743	10309	-	-	-	-	-	-	-	-
Erro Absoluto	238	1591	1588	3188	-	-	-	-	-	-	-	-
Liga Titânio/Alumínio (Sazonalidade e Permanência)												
Período	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Previsão	238	278	273	226	268	248	269	288	225	221	246	145
Demanda Real	243	354	323	201	-	-	-	-	-	-	-	-
Erro Absoluto	5	76	50	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Coveral GR 2510 (Suavização Exponencial Dupla)												
Período	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Previsão	46	47	48	48	49	49	50	50	51	52	52	53
Demanda Real	57	64	77	58	-	-	-	-	-	-	-	-
Erro Absoluto	11	17	29	10	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: O autor (2023).

Os resultados indicam que, para o item Alumínio Baixo Silício, o modelo de Sazonalidade e Permanência apresentou até o momento um erro absoluto médio de 17%, enquanto para o item Liga Titânio/Alumínio, o erro absoluto médio foi de 13%. Já para o item Coveral GR 2510, o modelo de Suavização Exponencial Dupla apresentou um erro absoluto médio de 13%. Além disso, é importante notar que os dados da demanda real estão disponíveis apenas até o período 16, portanto, não é possível analisar o desempenho das previsões nos períodos 17 a 24.

Destaque para o item Alumínio Baixo Silício em razão de possuir um erro absoluto médio de 17%, que foi afetado principalmente pela falta de Alumínio Alto Silício, portanto, passou a ter um consumo exponencial nos meses de abril e maio de 2023. O resultado para os outros itens foi omitido na Tabela 5, porém, seguirão as mesmas diretrizes.

A escolha do modelo mais adequado para a previsão de demanda é de extrema importância para o planejamento e a gestão de estoques. Os métodos utilizados neste trabalho permitirão a identificação dos mais precisos para cada um dos itens selecionados, dependendo da sua variabilidade e sazonalidade. No entanto, se faz necessário avaliar o desempenho dos métodos e ajustá-los conforme a realidade da empresa.

4.1.4 Ponto de reposição e estoque de segurança

Para o ponto de reposição, nível mínimo de estoque em que uma empresa deve fazer um novo pedido de produtos para evitar a falta de mercadorias, é calculado com base na demanda média diária, no tempo de reposição do fornecedor e no estoque de segurança necessário para cobrir incertezas na demanda e o tempo de entrega.

O estoque de segurança é a quantidade em estoque de um produto, para manter o nível de estoque suficiente para atender a demanda e o tempo de reposição, é calculado considerando o fator de segurança, desvio padrão e o lead time. Com base nesses cálculos é apresentado os resultados que estão na Tabela 2:

Tabela 2 - Cálculo do Ponto de Reposição e Estoque de Segurança

Produto	Consumo mensal médio (Kg)	Consumo diário médio (Kg)	Desvio Padrão	Lead Time (dias)	Nível de Serviço (%)	Fator de segurança	Estoque de Segurança (Kg)	Cobertura de Segurança (dias)	Ponto Pedido (Kg)
Alum. Baixo Si	6076	276	1727,13	15	90	1,282	2586	9	6728
Alum. Alto Si	5490	250	1400	15	90	1,282	2095	8	5838
Alum. Beneficiado	3661	166	2008,23	15	90	1,282	3006	18	5503
Liga TiBAI	240	11	58,83	10	90	1,282	72	7	181
Liga SiAl	34	2	66,68	15	90	1,282	100	65	123
Liga SrAl	73	3	49	10	90	1,282	60	18	93
Cobre Picotado	42	2	41	12	90	1,282	55	29	78
Liga Mg/Al	34	2	17,85	11	90	1,282	23	15	40
Coveral GR 2510	57	3	9,13	15	90	1,282	14	5	53
Chumbo	17	1	23,75	11	90	1,282	30	39	39

Fonte: O autor (2023).

Com os resultados encontrados na Tabela 2 é possível fazer algumas análises e interpretações:

- a) alumínio baixo Si: o estoque de segurança mensal é de 2586 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 9 dias. O ponto de pedido é de 6728 kg, onde manter um estoque relativamente alto para garantir a disponibilidade do produto, dado o lead time de 15 dias é necessário;
- b) alumínio alto Si: o estoque de segurança mensal é de 2095 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 8 dias. O ponto de pedido é de 5838 kg e manter um estoque relativamente alto para garantir a disponibilidade do produto, dado o lead time de 15 dias;
- c) alumínio beneficiado: o estoque de segurança mensal é de 3006 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 18 dias. O ponto de pedido é de 5503 kg e manter um estoque ainda mais alto para garantir a disponibilidade do produto, dado o lead time de 15 dias e o desvio padrão mais elevado;
- d) liga TiBAl: o estoque de segurança mensal é de 72 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 7 dias. O ponto de pedido é de 181 kg, e manter um estoque mais baixo para garantir a disponibilidade do produto, dado o consumo mais baixo e o lead time mais curto;
- e) liga SiAl: o estoque de segurança mensal é de 100 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 65 dias. O ponto de pedido é de 123 kg e manter um estoque relativamente baixo para garantir a disponibilidade do produto, dado o consumo ainda mais baixo e o lead time de 15 dias;
- f) liga SrAl: o estoque de segurança mensal é de 60 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 18 dias. O ponto de pedido é de 93 kg e manter um estoque relativamente baixo para garantir a disponibilidade do produto, dado o consumo ainda mais baixo e o lead time de 10 dias;
- g) cobre picotado: o estoque de segurança mensal é de 55 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 29 dias. O ponto de pedido é de 78 kg, é necessário manter um estoque relativamente baixo para garantir a disponibilidade do produto, dado o consumo baixo e o lead time de 12 dias;
- h) liga Mg/Al: Possui o estoque de segurança mensal de 23 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 15 dias. O ponto de pedido é de 40 kg onde manter um estoque relativamente baixo para garantir a disponibilidade do produto, dado o consumo baixo e o lead time de 11 dias é adequado;

- i) coveral GR 2510: Esse produto tem o estoque de segurança mensal de 14 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 5 dias. O ponto de pedido é de 53 kg. É necessário se manter um estoque mais elevado para garantir a disponibilidade do produto, dado o consumo alto e o lead time de 15 dias;
- j) chumbo: Mostra que o estoque de segurança mensal é de 30 kg, o que garante uma cobertura de segurança de 39 dias. O ponto de pedido é de 39 kg e manter um estoque mais elevado para garantir a disponibilidade do produto, dado o consumo baixo e o lead time de 11 dias.

A análise desses dados permite identificar a necessidade de diferentes estratégias de gerenciamento de estoque para cada um dos produtos. Produtos com demanda previsível e lead time curto, no caso a Liga Mg/Al e o Cobre Picotado, podem ser gerenciados com um estoque relativamente baixo, enquanto produtos com demanda menos previsível e lead time mais longo, como o Chumbo, requerem um estoque mais elevado para garantir a disponibilidade do produto.

Produtos com alto consumo, como o Coveral GR 2510, exigirão um estoque mais elevado para garantir uma cobertura de segurança adequada. O gerenciamento de estoque deve ser ajustado regularmente com base na análise contínua dos dados e em mudanças nas demandas e no tempo de espera.

No momento, a empresa utiliza a reposição dos produtos visualmente, onde o responsável verifica a quantidade, e se considerar que o nível está em X quantidade, solicita um pedido ao setor de compras. Portanto, há um esforço em andamento direcionado em planejar e parametrizar os produtos que estejam com os estoques acurados, para que sejam adquiridos na quantidade e tempos certos.

4.1.5 Lote Econômico de Compra

Coletar dados dos custos de estoques foi um enorme desafio, porque as pessoas chave entrevistadas desconheciam os custos reais envolvidos na aquisição e estocagem dos produtos comprados, portanto utilizou-se em algumas variáveis, estimativas para a formulação do lote econômico de compra.

Para o cálculo do LEC foram abordados primeiramente os custos de pedido e de armazenagem. Esses custos são todos os gastos que a empresa tem para manter seus produtos em estoque, inclusive aluguel, energia elétrica, impostos, seguros, mão de obra, embalagens e equipamentos. O objetivo é encontrar o tamanho de lote que minimize a soma desses custos.

Ao desenvolver o custo de pedido foram analisados os gastos com salários, computador, licenças de softwares, energia elétrica, telefone e material de escritório do setor de compras. Para analisar os gastos, os dados foram incluídos na Tabela 3, de modo a chegar em um gasto anual de:

Tabela 3 - Gastos mensais e anuais do setor de compras

Insumo	Gasto Mensal	Gasto Anual
Salários mensais (custo fixo)	R\$ 2.500,00	R\$ 30.000,00
Computador/Software	R\$ 3.000,00	R\$ 36.000,00
Energia Elétrica	R\$ 700,00	R\$ 8.400,00
Telefone	R\$ 250,00	R\$ 3.000,00
Material de Escritório	R\$ 150,00	R\$ 1.800,00
Total	R\$ 6.600,00	R\$ 79.200,00

Fonte: O autor (2023).

Além disso, o número médio anual de pedidos realizados no período fiscal de 2019 a 2022 ficou em torno de 1054. Portanto, levando em consideração que o custo de pedido pode ser calculado pelo custo dos gastos anuais dividido pelo custo médio anual de pedidos, o custo de pedido médio resultou em R\$ 75,14.

Já para o custo de armazenagem, foi consultado o gerente de produção, o qual relatou que o custo para manter o produto em estoque, a empresa gasta em torno de 8% do valor unitário do produto, considerando área do pavilhão, equipamentos, salários, energia elétrica, etc.

A Tabela 4 apresenta uma síntese detalhada dos produtos e seus respectivos dados, incluindo os parâmetros de consumo e custos e frequência de pedidos para definir o tamanho do lote econômico de compra (Q*):

Tabela 4 - Análise dos Produtos e Dados do Consumo para estimar o Q*

Produto	Consumo médio anual (Kg)	Custo unitário (R\$)	Custo unitário armazen. (R\$)	Custo*Consumo (R\$)	CQ* (R\$)	Meses	Pedidos/ano	Tamanho do Lote – Q* (Kg)
								(continua)
Alumínio Baixo Si	89723	17,21	1,38	1.544.132,83	53.857,72	0,4	28,7	3129

(conclusão)

Produto	Consumo médio anual (Kg)	Custo unitário (R\$)	Custo unitário armazen. (R\$)	Custo*Consumo (R\$)	CQ* (R\$)	Meses	Pedidos/ano	Tamanho do Lote – Q* (Kg)
Alumínio Alto Si	77655	14,11	1,13	1.095.712,05	45.368,44	0,5	24,2	3215
Alumínio Beneficiado	45661	2,84	0,23	129.677,24	15.607,65	1,4	8,3	5496
Liga Tibal	2924	39,64	3,17	115.907,36	14.755,74	1,5	7,9	372
Liga Sial	1333	57,51	4,60	76.660,83	12.000,31	1,9	6,4	209
Liga Sral	790	43,55	3,48	34.404,50	8.039,21	2,8	4,3	185
Fio de Cobre Picotado	596	45,98	3,68	27.404,08	7.174,86	3,1	3,1	156
Liga Mg/Al	627	34,06	2,72	21.355,62	6.333,76	3,6	3,4	186
Coveral GR 2510	595	19,52	1,56	11.614,40	4.670,94	4,8	2,5	239
Chumbo	222	30,54	2,44	6779,88	3.568,75	6,3	1,9	117

Fonte: O autor (2023).

Ao analisar os dados, o consumo médio anual varia consideravelmente entre os produtos, devido à demanda necessária no processo para formação da liga. Os valores diferem desde 222 quilos de Chumbo até 89723 quilos de Alumínio Baixo Silício, que é o material mais importante junto com o Alumínio Alto Silício.

Outro fator importante é o tempo de armazenamento, que é indicado pela coluna de meses. Para os produtos de classe A requer um tempo menor dos produtos em armazenados e uma frequência maior de pedidos, onde o custo de pedido e transporte serão diluídos no custo de armazenagem. Portanto, quanto menor o custo total do produto, por maior tempo pode ficar armazenado, com uma frequência de pedidos menor. Essa informação é relevante ao determinar a frequência de pedidos e o tamanho do lote ideal.

Para efeito de levantamento de custos e tamanho de lotes a se adquirir, sugeriu-se comparar a política de gestão de estoque atualmente utilizada pela empresa (Política Atual) e a política de Lote Econômico de Compra (LEC) para cada grupo de produtos (Política Ótima) no período de Janeiro de 2023 a Abril de 2023. A Tabela 5 apresenta os custos relacionados às classes A, B e C, considerando as políticas adotadas, o custo do pedido, o custo da guarda e o total.

Tabela 5 - Custos de estoque relacionados aos grupos da Curva ABC

Classe A			
Política	Custo do Pedido (R\$)	Custo da Guarda (R\$)	Total (R\$)
Ótima	1.530,74	3.969,05	5.499,79
Real	515,40	12.560,97	13.076,37
Aumento Líquido			7.576,58
Classe B			
Política	Custo do Pedido (R\$)	Custo da Guarda (R\$)	Total (R\$)
Ótima	398	1.214,54	1.613,00
Real	356	1.473,29	1.829,33
Aumento Líquido			216,33
Classe C			
Política	Custo do Pedido (R\$)	Custo da Guarda (R\$)	Total (R\$)
Ótima	343	1.384,52	1.728,00
Real	354	1.468,57	1.822,56
Aumento Líquido			94,57

Fonte: O autor (2023).

Em relação ao Grupo A, que inclui os produtos Alumínio Baixo Si e Alumínio Alto Si, a implementação da Política Ótima resultaria em uma redução de 57,94% nos custos em comparação com a Política Atual. Isso representa uma economia significativa para a empresa, portanto recomenda-se a adoção da política de LEC para esses produtos.

No Grupo B, composto pelo Alumínio Beneficiado e pela Liga Titânio/Boro/Alumínio - TiBAI 5/1 Vareta, a economia potencial com a implementação da Política Ótima seria de 11,83%. Embora menor em comparação com o Grupo A, essa economia ainda é relevante e sugere que a empresa poderia se beneficiar da aplicação da política de LEC para esses produtos.

No Grupo C, que inclui o restante dos produtos, a economia estimada com a implementação da Política Ótima seria de 5,19%. Embora seja a menor economia entre os grupos, a política que a empresa utilizada está praticamente equivalente à adotada pela empresa, porém é adequado utilizar, padronizando todos as classes com a proposta do LEC.

A análise mostra que a implementação da política de Lote Econômico de Compra para cada grupo de produtos pode gerar economias substanciais para a empresa. Recomenda-se que a empresa considere adotar essa política de gestão de estoque para maximizar a eficiência financeira. No entanto, é importante levar em consideração outros fatores, como prazos de entrega, negociação com fornecedores, capacidade de armazenamento e demanda flutuante ao tomar a decisão final. Tomar ações em conjunto entre as partes interessadas podem resultar em um controle mais eficiente dos estoques e uma redução significativa nos custos operacionais.

4.2 VIABILIDADE DA PROPOSTA

Neste subcapítulo será abordada a viabilidade da proposta de implementação das ferramentas e metodologias estudadas durante o trabalho. Será discutido cada ferramenta e o retorno que pode trazer para a organização.

Através da análise da Curva ABC, é possível identificar os itens que representam o maior peso no valor monetário total e/ou do volume de vendas. São classificados como "A" e recebem maior atenção e controle, pois têm um impacto significativo nos resultados financeiros. Por outro lado, os itens de menor valor são classificados como "C" e podem receber menos atenção em termos de gerenciamento.

A implementação da Curva ABC deverá trazer benefícios para a gestão de estoques, uma vez que permite melhor alocação de recursos e esforços, concentrando-os nos itens mais importantes e contribuindo na definição de estratégias de estoque mais adequadas e assertivas. Além disso, a Curva ABC auxilia na identificação de itens que requerem controle e monitoramento permanente, de modo a evitar problemas como falta de estoque de itens críticos ou excesso de estoque em itens de menor importância. Isso colabora para uma gestão eficiente dos recursos financeiros da empresa, evitando a imobilização de capital em itens de baixo valor.

Portanto, com base nos dados e benefícios observados pela Curva ABC, é viável implementar essa ferramenta na gestão de estoques, visando uma melhor alocação de recursos, controle mais efetivo dos itens de estoque e uma gestão mais eficiente dos recursos financeiros da organização.

A Contagem Cíclica forneceu informações importantes sobre o estado real do estoque, que permitiu identificar discrepâncias, erros e problemas de forma mais precisa e regular.

Ao realizar contagens regulares de itens específicos, é possível ter uma visão mais precisa da quantidade disponível em estoque, bem como identificar itens faltantes, danificados,

com prazos de validade expirados ou obsoletos. Essa informação auxilia na tomada de decisões em relação à reposição de estoque e prevenção de problemas futuros.

A implementação da contagem cíclica auxilia também para a melhoria da eficiência operacional e no apoio ao PCP, uma vez que permite identificar e corrigir erros de forma mais rápida, reduzindo interrupções na produção e otimizando os processos de gestão de estoque, de forma a validar a igualdade entre os estoques físico e sistêmico. Portanto, com base nos dados e benefícios observados pela contagem cíclica, é recomendável e viável implementar essa ferramenta na gestão de estoques, visando uma maior precisão, eficiência e controle sobre os recursos disponíveis.

A implementação do Ponto de Reposição e Estoque de Segurança traz diversos benefícios para a gestão de estoques. Em primeiro lugar, evita-se a falta de produtos, o que pode levar a perdas de vendas e insatisfação dos clientes. Além disso, ao estabelecer um estoque de segurança adequado, é possível lidar de forma mais eficiente com flutuações na demanda, atrasos na entrega dos fornecedores e outros imprevistos.

Ao determinar o momento certo para fazer um pedido de reposição, evita-se a necessidade de manter grandes quantidades de estoque, o que pode levar a custos de armazenagem elevados e alocação de capital desnecessário. Por outro lado, é possível reduzir a falta de capital de giro para investir em estoques, pois o Ponto de Reposição leva em consideração o tempo de entrega dos fornecedores.

Portanto, é viável implementar essa ferramenta na gestão de estoques, visando evitar a falta de produtos, lidar de forma eficiente com incertezas na demanda e garantir uma gestão mais adequada dos recursos financeiros da empresa.

A proposta de implementação do Lote Econômico de Compras apresenta vantagens e desafios que devem ser considerados na análise de viabilidade. No caso de estudo em questão, é importante avaliar os prós e contras para tomar uma decisão informada.

Prós da implementação do LEC:

- a) redução de custos: A principal vantagem do LEC é a redução dos custos de estoque. Ao calcular o tamanho ótimo do lote de compra, é possível evitar estoques excessivos e minimizar os custos de armazenamento. Além disso, a compra em quantidades ideais permite aproveitar descontos por volume oferecidos pelos fornecedores;
- b) melhoria do fluxo de caixa: Com a implementação do LEC, a empresa pode reduzir o investimento em estoques desnecessários, liberando capital de giro que pode ser direcionado para outras áreas do negócio. Isso melhora o fluxo de caixa e aumenta

a capacidade da empresa de lidar com outras despesas operacionais ou investimentos estratégicos;

- c) otimização do atendimento ao cliente: Ao adotar o LEC, a empresa pode evitar problemas de falta de estoque ou atrasos nas entregas. Com o dimensionamento adequado do lote de compra, é possível garantir um suprimento constante e satisfatório para atender à demanda dos clientes. Isso melhora a satisfação do cliente e a reputação da empresa.

Contras da implementação do LEC:

- a) complexidade na obtenção de dados precisos: A implementação efetiva do LEC requer informações precisas e atualizadas sobre a demanda, custos de pedido e custos de armazenamento. Esses dados podem não estar prontamente disponíveis ou difíceis de obter;
- b) flutuações na demanda: O LEC pressupõe que geralmente a demanda seja estável e previsível ao longo do tempo, portanto, se apresentar flutuações significativas é importante reavaliar sua utilização;
- c) riscos de obsolescência: É importante levar em consideração a vida útil dos produtos e a possibilidade de quedas na demanda antes de decidir sobre o tamanho do lote de compra.

Finalmente, a implementação do Lote Econômico de Compras é viável e pode trazer benefícios significativos, como a redução de custos de estoques e a melhoria do fluxo de caixa. Contudo, é necessário considerar cuidadosamente os desafios específicos do caso de estudo, como a disponibilidade de dados precisos, a flutuação da demanda e os riscos de obsolescência dos produtos. É importante também mencionar que o LEC é uma estimativa e os fatores mencionados podem influenciar na efetiva gestão de estoques, portanto, será fundamental analisar e decidir estrategicamente as quantidades de compra de acordo com as necessidades da empresa.

A viabilidade da implementação das ferramentas discutidas ao longo do trabalho é totalmente aceitável, visto que não gerará custos adicionais e pode trazer bons resultados, tanto financeiramente quanto gerencialmente para a melhoria de um todo.

5 CONCLUSÃO

A gestão de estoques desempenha um papel fundamental no sucesso e na lucratividade de uma organização. Após análises e estudos das ferramentas de gestão estoques, torna-se evidente que a implementação de práticas eficazes nessa área pode trazer uma série de benefícios significativos.

Diante disso, a aplicação da Curva ABC se mostrou útil, visto que direciona esforços aos itens relevantes e auxilia em decisões estratégicas, oferecendo uma visão clara dos produtos que demandam maior atenção. A Contagem Cíclica permitiu manter um controle mais preciso dos níveis de estoque, uma vez que as discrepâncias entre os registros do sistema foram identificadas e corrigidas, reduzindo erros e minimizando perdas.

O Ponto de Reposição e o Estoque de Segurança possibilitou o entendimento sobre fatores como tempo de entrega dos fornecedores, demanda média e flutuações sazonais, onde alcançou-se um equilíbrio entre a disponibilidade dos produtos e os custos de manutenção de estoque. A adoção do Lote Econômico de Compra resultou em uma redução significativa nos custos de estoque da empresa, especialmente em armazenagem. Ao determinar o tamanho do lote que minimizou o capital investido em estoque, otimizou-se o equilíbrio entre os custos de pedido e armazenagem, maximizando a eficiência financeira.

Ainda há muito trabalho a ser feito devido às dificuldades enfrentadas na melhoria da gestão de estoques, como a falta de amadurecimento e comprometimento em algumas áreas. A questão da organização também teve um impacto significativo, especialmente devido à descentralização dos estoques. A parte dos relatórios foi um desafio significativo devido à dificuldade de acesso e tempo demandado para consulta aos dados históricos, mas medidas foram tomadas em busca de apoio da equipe de TI e da gerência. No entanto, foram observados sinais positivos de melhoria e de maior compreensão por parte dos funcionários. Os parâmetros estão sendo gradualmente estabelecidos, o que pode resultar em uma gestão mais eficiente e menos dependente de controle manual.

Atualmente, está sendo considerada a inclusão de um colaborador designado em cada setor para auxiliar na execução da Contagem Cíclica diária de um determinado número de produtos, eliminando assim a necessidade de realizar a contagem anual do inventário. Essa medida tem como objetivo otimizar o processo de gestão de estoques e garantir uma maior precisão nas informações.

Portanto, as etapas dos objetivos propostos foram atendidas, obtendo resultados positivos. Foram implementados alguns indicadores, como acuracidade e cobertura de estoques,

que passaram a ser revisados diariamente. A acuracidade, que anteriormente variava entre 10% e 20%, melhorou em média para 82%, e a tendência é que continue aumentando à medida que os controles são aprimorados e fornecer treinamento adequado aos colaboradores. Além disso, foi observado um maior aprofundamento e compreensão da importância dos controles de estoques por meio das partes interessadas.

Por fim, foi instituído um processo de controle de inventários, que se mostrou fundamental para garantir exatidão e integridade dos registros de estoque. A revisão diária dos produtos, aliada a métodos como a contagem cíclica, permitiu identificar discrepâncias e corrigi-las prontamente. Esse processo contribuiu para a melhoria da eficiência operacional e trouxe uma visão mais precisa da disponibilidade dos produtos em estoque.

Diante dos resultados alcançados, conclui-se que esse é o caminho a ser seguido, buscando dar continuidade à implementação de ações para aprimorar ainda mais a gestão de estoques, visando atingir níveis maiores de acuracidade e eficiência. Com um plano de acompanhamento diário, a busca por conhecimento constante e a manutenção de um processo de controle de inventários eficiente, é possível enfrentar os desafios futuros progressivamente complexos e alcançar resultados cada vez mais sólidos e satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2020.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de Materiais: uma abordagem introdutória**. 4. ed. Barueri: Atlas, 2022.
- CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada – Supply chain**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CORRÊA, H. L. **Administração de cadeias de suprimentos e logística: integração na era da Indústria 4.0**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 5. ed. Barueri: Atlas, 2022.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção - MRP II / ERP**. 6. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2018.
- DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2020.
- GURGEL, F. A.; FRANCISCHINI, P. G. **Administração de materiais e patrimônio**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITSMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITSMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Operations management: processes and supply chains**. 13. th. Pearson Education, 2022.
- MARTINS, P. G. ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- PAOLESCHI, B. **Almoxarifado e gestão de estoques**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2019.
- PEDERSINI, T. **Proposta de modelo de gerenciamento de estoques de embalagens em uma indústria de bebidas**. 2019. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**: uma abordagem logística. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D.; LAMB, R. **Fundamentos de administração financeira**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

SILVA, V. D. A. *et al.* Análise da gestão de estoque de uma microempresa do segmento veterinário. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP. 41., 2021. Foz do Iguaçu. **Anais...Foz do Iguaçu**. ABEPRO, 2021.

SILVA, L.; FERREIRA, D.; ANDRADE, T. Acuracidade de estoque MRO: Estudo de caso em uma fábrica de cimento. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP. 39., 2019. Santos. **Anais...Santos**. ABEPRO, 2019.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

VIEIRA, M.; MARTINS, V.; SANTOS, L. Utilização da Curva ABC como ferramenta de gestão de estoque em uma empresa varejista. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP. 41., 2021. Foz do Iguaçu. **Anais...Foz do Iguaçu**. ABEPRO, 2021.

ANEXO A – EJEMPLO

APÊNDICE A – EXEMPLO