



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

RHUAN AUGUSTO DE MENEZES CASTRO

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE ESTOQUE
EM INDÚSTRIA DE PÁS EÓLICAS

FORTALEZA

2023

RHUAN AUGUSTO DE MENEZES CASTRO

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE ESTOQUE
EM INDÚSTRIA DE PÁS EÓLICAS.

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. João José Hiluy Filho

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C353a Castro, Rhuan Augusto de Menezes.
Avaliação dos impactos da implementação de estoque em indústria de pás eólicas / Rhuan Augusto de Menezes Castro. – 2023.
47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Química, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. João José Hiluy Filho.

1. Gerenciamento de Estoque. 2. Engenharia de Produção. 3. Lote Econômico de Compras. I. Título.
CDD 660

RHUAN AUGUSTO DE MENEZES CASTRO

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE ESTOQUE
EM INDÚSTRIA DE PÁS EÓLICAS.

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. João José Hiluy Filho

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João José Hiluy Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Sebastiao Mardonio Pereira de Lucena
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng^a Mec Priscilla Raquel Souza Diniz
Coordenadora de Engenharia Aeris Energy

A todos os amigos e familiares que estiveram comigo até aqui, obrigado pelo apoio na época mais difícil da minha vida, vocês não têm ideia do quanto eu amo vocês e da importância que vocês tiveram para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre fizeram o possível e o impossível pela minha educação, que sempre me deram a segurança e o apoio para seguir a carreira que eu quisesse e que nunca duvidaram de mim, mesmo quando eu duvidei.

Ao meu irmão, que sempre sentiu orgulho e viu em mim algo muito maior do que eu sou.

Aos meus melhores amigos e amigas Douglas, Matheus, Pedro, Ana Clara e Iana, que estão comigo desde antes da faculdade e são a outra família que eu tive o prazer de escolher dividir minhas alegrias e tristezas.

Aos amigos que a faculdade me deu, principalmente ao Philipe, Rocha, Caio, Vitória, Samuel, Rodrigues e Brasil, que fizeram os dias felizes da universidade ainda mais felizes e os dias caóticos mais divertidos.

A Vanessa, que foi a pessoa mais importante da minha vida no período da pandemia, que me ensinou, me ouviu, me apoiou e me inspirou a ser um pouco melhor cada dia.

A Priscilla, que não só foi uma chefe que fez de tudo para que minha vida acadêmica e de trabalho fossem possíveis de conciliar, mas também uma grande amiga e inspiração.

Aos professores André Casimiro e Maria Valderez, pelo suporte que me deram durante o período em que foram coordenadores do curso.

Ao professor Hiluy pela excelente orientação, conversas e conselhos durante todo esse período.

A todos os demais amigos e familiares, que estiveram comigo de forma direta e indireta até aqui e que me incentivaram das mais diferentes maneiras, muito obrigado.

*“A verdadeira dificuldade não está em aceitar
ideias novas, mas escapar das antigas.”*

John Maynard Keynes

RESUMO

As diversas atividades ligadas ao controle de estoque são fundamentais em qualquer processo industrial. Quando se referem a processos de engenharia, independentemente de quais sejam, isso não é uma exceção. O presente trabalho consiste em um estudo de caso de uma empresa produtora de pás eólicas para aerogeradores, cujo setor de engenharia tem como principal função fabricar dispositivos mecânicos para atender a sua produção interna. Nesse setor em específico, foram encontrados problemas relacionados a gestão e entrega de matérias primas que possuem um elevado tempo de fornecimento, que aliado a uma falta de planejamento, estavam sendo fornecidos com atraso e impactando diretamente nas entregas de dispositivos da área para dar suporte a produção de pás. Visando solucionar os problemas analisados, propôs-se um modelo de implementação de estoque neste setor de engenharia, por meio de modelos de gestão de estoque amplamente debatidos na literatura e usado de maneira similar por outras empresas no mercado a atingir seus objetivos de reduzir o tempo de fabricação e entrega dos dispositivos e reduzindo os custos associados a esses atrasos, determinando o volume de compra e armazenagem ideal para o estoque.

Palavras-chave: *Gerenciamento de Estoque; Engenharia de Produção; Lote Econômico de Compras.*

ABSTRACT

The various activities related to stock control are fundamental in any industrial process. When referring to engineering processes, whatever they may be, this is no exception. The present work consists of a case study of a company that produces wind blades for wind turbines, whose engineering sector has as its main function to manufacture mechanical devices to support its internal production. In this specific sector, were found problems related to the management and delivery of raw materials that have a high supply time, which, combined with a lack of planning, were being supplied late and directly impacting the deliveries of the devices in the area to support blade production. Aiming to solve the analyzed problems, a model of stock implementation in this engineering sector was proposed, through stock management models widely debated in the literature and used in a similar way by other companies in the market to achieve their objectives of reducing the time manufacturing and delivery of the devices and reducing the costs associated with these delays, determining the optimal purchase and storage volume for the stock.

Keywords: *Stock management; Production engineering; Economic order quantity.*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Gráfico de curva ABC típica..... | 22 |
| Figura 2: Curva dente-de-sabre | 28 |
| Figura 3: Fluxograma de metodologia do trabalho | 31 |
| Figura 4: Gráfico de curva ABC obtido | 35 |
| Figura 5: Curva dente-de-sabre para Borracha | 42 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Dados para análise de curva ABC | 20 |
| Tabela 2: Nível de confiabilidade por fator de segurança | 26 |
| Tabela 3: Dados para classificação de curva ABC | 34 |
| Tabela 4: Leadtime dos materiais priorizados | 36 |
| Tabela 5: Custo para emissão de um pedido | 37 |
| Tabela 6: Custo unitário por pedido | 37 |
| Tabela 7: Custo de armazenagem por material | 38 |
| Tabela 8: Obtenção do lote econômico de compras | 39 |
| Tabela 9: Quantidade de compra anual | 39 |
| Tabela 10: Valor do estoque de segurança..... | 41 |
| Tabela 11: Valor do ponto de ressuprimento | 41 |
| Tabela 12: Tempo estimado de atraso dos dispositivos por material | 43 |
| Tabela 13: Custo do atraso nas entregas..... | 44 |
| Tabela 14: Custo com o excedente de material comprado | 45 |
| Tabela 15: Custo com armazenagem de estoque..... | 45 |
| Tabela 16: Custo total de implementação de estoque..... | 46 |
| Tabela 17: Comparativo entre custos de atraso e implementação de estoque..... | 46 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| ABEEólica | (Associação Brasileira de Energia Eólica) |
| Ce | Custo de estocagem unitário |
| CeT | Custo de estocagem Total |
| Cm | Taxa média de consumo no período |
| CO2 | Dióxido de Carbônico |
| Cp | Custo de cada pedido |
| CpT | Custo de Pedido Total |
| D | Demanda do Período |
| Dm | Demanda Média do Material |
| Em | Estoque médio |
| ERP | Sistema Integrado de Informação Gerencial |
| ES | Estoque de Segurança |
| FS | Fator de Segurança |
| IPCC | Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas |
| L | Lead Time |
| LEC | Lote Econômico de Compras |
| N | Número de Pedidos Teóricos a Serem Feitos no Período |
| N* | Número de Pedidos Reais a Serem Feitos no Período |
| PP | Periodicidade do Desvio Padrão |
| PR | Ponto de Recompra |
| Q | Quantidade Pedida |
| TA | Valor total do consumo de todos os itens da Curva ABC |
| VCA | Valor total do consumo por material da Curva ABC |
| X | Valor percentual que um item da Curva ABC tem sob o valor total |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1. CONTEXTO..... | 14 |
| 1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO | 15 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: | 17 |
| 2.1. ESTOQUE E SUAS FUNÇÕES | 17 |
| 2.2. METODOLOGIAS DE GESTÃO DE ESTOQUE..... | 18 |
| 2.2.1. Curva ABC..... | 19 |
| 2.2.2. Lead time de materiais (L):..... | 22 |
| 2.2.4. Lote Econômico de compra (LEC): | 22 |
| 2.2.4.1. Cálculo de Demanda (D): | 24 |
| 2.2.4.2. Custo de Estocagem Total (CeT):..... | 24 |
| 2.2.4.3. Custo de Pedido Total (CpT): | 24 |
| 2.2.4.4. Quantidade do pedido (Q)..... | 24 |
| 2.2.5. Estoque de segurança:..... | 25 |
| 2.2.6. Ponto de Recompra (PR): | 26 |
| 2.2.7. Curva dente-de-serra:..... | 27 |
| 2.3. TECNOLOGIAS APLICADAS A GESTÃO DE ESTOQUE..... | 28 |
| 3. METODOLOGIA | 30 |
| 3.1. CLASSIFICAÇÃO DO TRABALHO | 30 |
| 3.2. FASES DE CONDUÇÃO DO TRABALHO..... | 30 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 4.1. OBTENÇÃO DE RESULTADOS | 33 |
| 4.2. DISCUSSÃO DE RESULTADOS..... | 43 |
| 5. CONCLUSÃO | 47 |
| REFERÊNCIAS | 49 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO

No mundo hodierno, o debate acerca da necessidade de conter o aquecimento global, fenômeno climático caracterizado pelo aumento da temperatura média do planeta ao longo dos últimos anos devido a ação humana, vem se tornando cada vez mais relevante. Segundo Mendonça (2021), um dos impactos do aumento da temperatura média do globo seria a proliferação de doenças típicas de áreas tropicais em locais de clima temperado, onde normalmente esses mesmos patógenos não teriam condições ambientais de se proliferar, além de intensificar a ocorrência deles em áreas tropicais.

Além disso, segundo Daniel et al. (2000), o derretimento das calotas polares por conta do aumento da temperatura do planeta, irá elevar o nível dos oceanos, que por sua vez ocasionará em inundações de cidades litorâneas, além de ser um fator que retroalimenta o fenômeno, visto que os oceanos por terem uma cor mais escura tendem a reter mais calor, aumentando ainda mais a temperatura média e o derretimento das geleiras, que por sua vez liberam mais carbono na atmosfera, intensificando o efeito estufa.

Segundo o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), a ação humana é diretamente responsável pelo fenômeno do aquecimento global, com uma média de 2,4 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), tendo sido lançadas na atmosfera terrestre entre os anos de 1950 e 2019, e em torno de 80 a 90% desse valor é decorrente apenas a emissão de gases resultantes da queima de combustíveis fósseis. Ainda segundo o IPCC (2021), estima-se que ao chegar à marca de emissão de 2,9 bilhões de toneladas de dióxido de carbono, que significa um aumento próximo de 2°C acima dos níveis pré-industriais, as consequências desse aumento climático seriam potencialmente irreversíveis e ainda mais danosas para o planeta e a vida humana como nós a conhecemos do que já é na atualidade.

Nesse sentido, governos de todo o mundo vêm demonstrando esforços para conter o aquecimento global e revertê-lo, por meio de conferências mundiais de líderes como o Acordo de Paris em 2015, onde se firmou o compromisso dos presentes em converter sua matriz energética para fontes mais limpas e de investir em tecnologias sustentáveis a exemplo da geração de gás hidrogênio por meio da eletrolise da água, que não tem geração de dióxido de carbono como produto de sua reação.

A geração de energia por meio da matriz eólica vem se apresentando como uma alternativa promissora e viável para atender a esse desafio da modernidade. Segundo dados da ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica), de 2010 a 2021 foram investidos, apenas no Brasil, 42,3 bilhões na cadeia produtiva de geração de energia eólica, que também engloba a fabricação das torres e pás eólicas dos aerogeradores, e que apenas em 2021 representou uma redução na emissão de dióxido de carbono de 34,4 milhões de toneladas em comparação ao mesmo valor de energia produzido por outras fontes de geração de energia.

Segundo Macedo (2015), a região Nordeste do país apresenta um forte potencial para expandir essa cadeia produtiva, em especial estados como Bahia, Pernambuco e Ceará, que possuem algumas vantagens competitivas no sentido geográfico por serem estados litorâneos o que facilita tanto a presença de torres para geração de energia eólica, quanto a presença de fábricas de produção de pás para aerogeradores, visto que a proximidade com os portos facilitam as operações logísticas de transporte e escoamento das pás. Por conta disso, ainda segundo Macedo (2015) esses estados vêm recebendo diversos investimentos tanto a nível governamental por meio de isenções fiscais, quanto a nível privado, para garantir a expansão da produção e a geração de rendas e postos de trabalhos na região.

Entretanto, para se manterem competitivas essas empresas precisam investir continuamente em processos de otimização e melhorias que reduzam seus custos, ampliando sua presença e relevância no mercado, uma das formas de se atingir esse objetivo é fazendo um bom planejamento e gestão dos materiais produtivos da empresa, evitando paradas na produção por conta de falta de material ou mesmo de perdas no processo em virtude de uma compra excessiva, ambas as situações acarretando em perdas financeiras para a empresa.

1.2.OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho tem como objetivo analisar uma empresa do ramo de fabricação de pás eólicas situada no Brasil, e os desafios associados ao seu processo produtivo, especificamente focando na diminuição do tempo de produção. Isso foi feito por meio do estudo de caso de uma análise de implementação de um projeto de estoque no setor de Engenharia dessa empresa, por meio das melhores metodologias disponíveis na literatura, visando otimizar a fabricação de dispositivos mecânicos usados na fabricação das pás e, por consequência, reduzir o tempo de fabricação das pás. Ao final foi feito um comparativo entre os custos decorrentes do atraso nas entregas de dispositivos e os custos decorrentes da implementação de estoque.

Os objetivos específicos do projeto são:

- Garantir que não faltem materiais produtivos enquanto o processo de fabricação do dispositivo está ocorrendo, de maneira que a produção ocorra de forma ininterrupta;
- Definir quais os materiais são os que mais impactam na fabricação de dispositivos mecânicos do setor de engenharia;
- Propor um modelo para compra de materiais com base no lote econômico de compras, encontrar o ponto de ressuprimento desse fluxo e garantir um nível de confiabilidade de 95% no estoque implementado;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTOQUE E SUAS FUNÇÕES

Segundo Chiavenato (2014), o estoque de uma empresa poderia ser definido como o conjunto de materiais, sejam eles matérias primas, materiais acabados, semiacabados, em processamento ou produtos acabados, que geram custos para a empresa em decorrência da necessidade de sua armazenagem e manutenção, mas que apesar disso, precisam estar ali sendo estocados pois a longo prazo irá surgir uma necessidade desses itens estocados dentro dos processos produtivos.

Assaf Neto (2003), divide os estoques em três grandes tipos, cada um com pontos positivos para que uma empresa possa investir na modalidade: mercadorias e produtos acabados, produtos em elaboração e matérias-primas. Com relação aos estoques de mercadorias e produtos acabados, sua vantagem reside no fato que ele permite a produção em larga escala, o que barateia consideravelmente os custos por unidade de produto, tendo maior quantidade de produto disponível para atender ao cliente e estando menos sujeito as variações de mercado, além de não onerar o processo produtivo nos momentos de taxas mais baixas de produção.

Já o estoque de produtos em elaboração, representa uma armazenagem de produtos que já passaram pelo processo de fabricação, mas ainda não estão totalmente concluídos, ou ainda produtos semiacabados. Esse tipo de estoque é mais comum em processos com várias etapas produtivas geralmente com fluxo de produção contínuo ou em lotes, e tem como principal vantagem a redução do tempo de fabricação total do produto, visto que quando sua gestão é bem planejada, ele reduz a dependência entre as etapas do processo produtivo, sempre disponibilizando o material semiacabado para uma das fases.

O estoque de matérias-primas e embalagens, por sua vez, constitui-se dos materiais necessários para a fabricação de um produto acabado e, posteriormente, contempla também o processo de armazenar e proteger esses produtos, sendo esses materiais específicos de cada tipo de processo produtivo. As vantagens desse tipo de estoque são a continuidade da produção, graças a disponibilidade constante das matérias primas necessárias para manter o processo produtivo, atendendo a demanda dos clientes de maneira constante, com um tempo de produção mais curto e além de servir como medida protetiva em situações de alta volatilidade de preços ou disponibilidade do item no mercado.

Ballou (2001), traz uma perspectiva complementar sobre a necessidade de implementação de estoques em empresas, onde um cenário ideal que justificaria a ausência de estoque, só ocorreria se não houvesse demora no tempo de resposta as variações de demanda do processo produtivo, juntamente com uma resposta instantânea do fornecedor para suprir essa demanda, sem em nenhum momento deixar de exercer esse papel. Ainda segundo o autor, essas condições, na maior parte dos casos, não se encontram disponíveis às empresas e nos casos em que é possível mantê-las o mais próximo possível da idealidade, muitas vezes essa operação se torna economicamente inviável. Nesse sentido, a estratégia de investir na estocagem de materiais seja visando se proteger de variações de demandas, flutuações nos preços de materiais primas, ou seja, para otimizar o processo produtivo, se torna uma estratégia bem mais acessível e viável para a maior parte das empresas, ainda que exijam um bom investimento no planejamento e estudo de implementação dessa atividade.

2.2. METODOLOGIAS DE GESTÃO DE ESTOQUE

Além da importância de se aplicar uma gestão de estoque, é necessário ainda entender quais os custos associados a essa atividade e quais as melhores formas de geri-los, de forma a extrair a máxima eficiência dessa ferramenta. Podemos encontrar na literatura vários modelos para uma gestão de estoque eficaz, cada um com suas particularidades e cuja eficácia pode variar a depender das condições específicas de cada empresa. Para a empresa analisada, foram utilizadas as seguintes metodologias para garantir a gestão de estoque: Curva ABC, Lote Econômico de compras (LEC), Estoque de Segurança (ES) e Ponto de Recompra (PR).

Cada uma dessas ferramenta serão destrinchadas em maiores detalhes nos tópicos posteriores, mas é importante sinalizar que cada uma delas tem uma função específica dentro do modelo proposto e que as informações trazidas por uma complementam a outra. Nesse sentido, a metodologia de curva ABC tem como finalidade mostrar quais materiais deverão ser priorizados para um investimento de estoque. O LEC, por sua vez, irá definir o volume ideal de material que se deve fazer em um pedido, de maneira a se ter o menor custo possível com essa operação. O ES está presente para minimizar o impacto de variáveis imprevisíveis que afetam a demanda e o fornecimento, de forma a garantir que o estoque apresente um certo grau de confiabilidade para disponibilizar os materiais mesmo diante dessa imprevisibilidade. Por fim, o PR tem como função determinar o momento na qual será solicitado a emissão de um novo pedido de acordo com o consumo e o tempo de entrega do material na empresa.

2.2.1. Curva ABC

O método de curva ABC consiste na classificação dos itens de estoque em três grandes grupos, onde cada um teria uma relevância diferente de acordo com seu impacto no custo do processo produtivo, para que se possa entender quais desses itens precisam de maior atenção dos analistas de estoque. Nesse sentido, um material do grupo A, por exemplo, deveria concentrar a maior parte dos esforços e investimentos para ter um controle mais rigoroso, enquanto um material do grupo C pode ser controlado por meio de ferramentas mais baratas e menos onerosas a empresa. Entretanto, os critérios percentuais para se englobar e separar os materiais em cada um desses três grupos, podem variar de acordo com o autor que se está referenciando, não existindo um único valor que seria o mais certo para todos os casos.

Segundo Assaf Neto & Tubúrcio (1997), os produtos do grupo A, seriam constituídos dos itens de maior relevância para o processo e normalmente são em torno de 10 a 20% do volume total do estoque, mas englobam em torno de 70% do valor agregado e do produto. Já os itens do grupo B, possuem uma relevância intermediária dentro do processo e estão em torno de 20 a 30% do volume total e agregam em torno de 20% no valor do produto. Por fim, os itens do grupo C, seriam os de menor relevância dentro do processo, constituindo em torno de 50 a 70% do volume total e agregando em torno de apenas 10% para o valor do produto. Com essa categorização em mãos, é necessário fazer o levantamento dos itens de estoque, bem como das informações relevantes para sua análise a exemplo de: Preço unitário de compra, tempo médio de recebimento de compra, quantidade a ser adquirida, entre outros dados que podem ser levados em conta na análise, a depender dos objetivos da empresa.

De acordo com Viana (2002), após o levantamento das informações supracitadas, será necessário o tratamento desses dados em uma tabela, de forma a permitir uma melhor visualização dos dados. A Tabela 1 foi montada com de dados ilustrativos para melhor exemplificar essa etapa:

Tabela 1: Dados para análise de curva ABC

| CLASSIFICAÇÃO | VALOR UNITARIO | CONSUMO ANUAL(UNIDADES) | VALOR ANUAL CONSUMO | ACUMULADO VALORES |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| ITEM CODIGO 1 | R\$ 1.000,00 | 1600 | R\$ 1.600.000,00 | 25,93% |
| ITEM CODIGO 2 | R\$ 1.500,00 | 900 | R\$ 1.350.000,00 | 47,80% |
| ITEM CODIGO 3 | R\$ 500,00 | 2500 | R\$ 1.250.000,00 | 68,06% |
| ITEM CODIGO 4 | R\$ 200,00 | 3500 | R\$ 700.000,00 | 79,40% |
| ITEM CODIGO 5 | R\$ 280,00 | 2000 | R\$ 560.000,00 | 88,48% |
| ITEM CODIGO 6 | R\$ 30,00 | 10000 | R\$ 300.000,00 | 93,34% |
| ITEM CODIGO 7 | R\$ 3,00 | 40000 | R\$ 120.000,00 | 95,29% |
| ITEM CODIGO 8 | R\$ 140,00 | 700 | R\$ 98.000,00 | 96,87% |
| ITEM CODIGO 9 | R\$ 60,00 | 300 | R\$ 78.000,00 | 98,14% |
| ITEM CODIGO 10 | R\$ 2,00 | 16000 | R\$ 32.000,00 | 98,66% |
| ITEM CODIGO 11 | R\$ 6,00 | 3000 | R\$ 18.000,00 | 98,95% |
| ITEM CODIGO 12 | R\$ 350,00 | 50 | R\$ 17.500,00 | 99,23% |
| ITEM CODIGO 13 | R\$ 100,00 | 100 | R\$ 10.000,00 | 99,39% |
| ITEM CODIGO 14 | R\$ 75,00 | 150 | R\$ 11.250,00 | 99,58% |
| ITEM CODIGO 15 | R\$ 1,00 | 15000 | R\$ 15.000,00 | 99,82% |
| ITEM CODIGO 16 | R\$ 200,00 | 20 | R\$ 4.000,00 | 99,88% |
| ITEM CODIGO 17 | R\$ 30,00 | 100 | R\$ 3.000,00 | 99,93% |
| ITEM CODIGO 18 | R\$ 100,00 | 20 | R\$ 2.000,00 | 99,96% |
| ITEM CODIGO 19 | R\$ 3,00 | 500 | R\$ 1.500,00 | 99,99% |
| ITEM CODIGO 20 | R\$ 50,00 | 5 | R\$ 700,00 | 100,00% |

Fonte: Autoria Própria (2023)

A finalidade da construção da tabela 1, além de compor os percentuais que irão permitir a divisão dos itens em categoria de relevância, é também permitir uma visão geral dos dados, de conhecer melhor os gargalos do processo produtivo e quais itens deverão concentrar os maiores esforços dos administradores. Ainda de acordo com Viana (2002), os valores percentuais podem ser calculados da seguinte maneira:

$$\frac{VCA}{TA} = \frac{X}{100} \quad (1)$$

Onde:

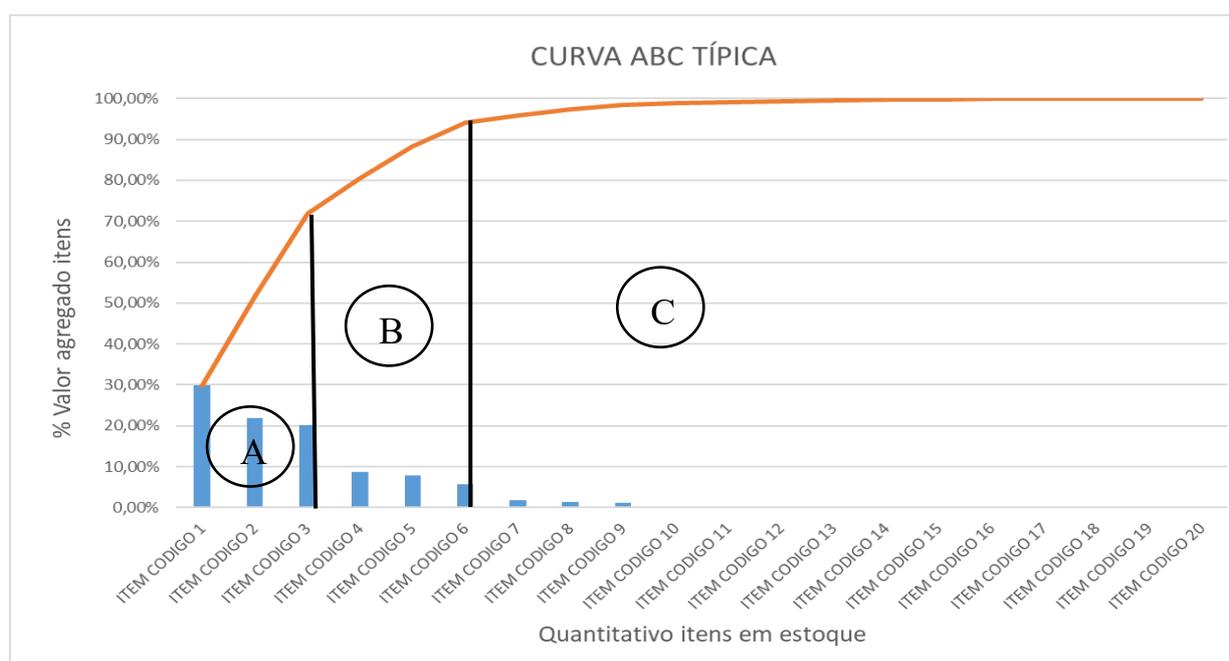
VCA é o valor total do consumo para cada material;

TA é o valor total do consumo para todos os itens;

X é o valor percentual que um item tem sob o valor total;

Viana (2002), especifica como utilizar os dados da tabela montada para gerar um gráfico de curva ABC. Para isso é necessário inserir as porcentagens acumulativas que cada item representa sob o valor agregado total no eixo das ordenadas, e no eixo das abscissas será inserido o quantitativo de diferentes itens presentes em estoque, fazendo a marcação de cada um dos pontos da tabela. Em seguida é necessário traçar o perfil de tendência da curva ABC, que ligará os pontos do gráfico, ainda usando os dados ilustrativos da Tabela 1 anterior, a forma de um gráfico típico de curva ABC será dada conforme a Figura 1 a seguir:

Figura 1: Gráfico de curva ABC típica



Fonte: Autoria Própria (2023)

2.2.2. Lead time de materiais (L):

O Lead Time (L), pode ser definido como o período que se estende desde o momento que um pedido de compras é aberto, até o momento que o fornecedor entrega o material solicitado na empresa. Essa informação afeta tanto o processo produtivo quanto o tamanho dos estoques a serem implementados, isso porque um L alto significa que a empresa demora um tempo considerável para receber os materiais necessários para seu processo produtivo, correndo o risco de parada e prejuízos, o que justifica a implementação de um estoque e a depender do L, em um grande volume de materiais armazenados.

Entretanto, se o L do material é baixo, significa o oposto, ou seja, o tempo de recebimento do material na empresa é relativamente pequeno, muitas vezes exigindo um investimento em baixo volume de estoque ou, a depender do caso, até mesmo da não implementação dessa ferramenta.

2.2.4. Lote Econômico de compra (LEC):

Apesar de todas as vantagens já citadas sobre a gestão de estoque e que sua implementação é essencial para que se tenha um aumento nos lucros, na previsibilidade das receitas e na possibilidade de melhor atender ao consumidor, essa ferramenta também apresenta riscos, por conta dos custos envolvidos na atividade.

Segundo Sanvicente (1997), o estoque representa um custo as empresas, uma vez que ele exige um investimento financeiro em matérias primas, que só posteriormente serão transformadas em um produto que gerará lucro, ainda tendo o agravante de ter custos associados à sua estocagem e manutenção, nesse meio tempo aquele recurso monetário poderia estar sendo aplicado de outra maneira, de forma a apresentar uma rentabilidade imediata a empresa.

Nesse sentido, a teoria do Lote Econômico de compra (LEC), surge para permitir que esses custos de oportunidade e riscos associados ao investimento em estoque sejam minimizados e que a rentabilidade do investimento seja a maior possível. De acordo com Assaf Neto (2003), a função do LEC é dar ao gestor de estoque a visão de quantos recursos devem ser investidos em estoque de maneira a ter o menor custo possível, ou seja, determinar a quantidade ideal de material a ser comprada de forma a não acarretar prejuízos a empresa. Ainda de acordo com Assaf Neto (2003), algumas hipóteses devem ser consideradas na aplicação desse modelo, são elas:

- Demanda constante: Deve se considerar a demanda por um determinado item do estoque como sendo constante ao longo do período analisado, essa hipótese simplificadora desconsidera possíveis alterações na demanda e ressurgimento de estoque;
- Tempo de ressurgimento fixo: O Leadtime, tempo entre a emissão de um pedido de compras e sua entrega na empresa, é um dado conhecido e que não sofre variações ao longo do período analisado;
- Dois tipos de custo: Esse modelo engloba apenas dois tipos de custos, são eles o custo de estocagem do material e o custo do pedido de compras.
- Estoques independentes: O modelo analisa cada material em estoque individualmente em sua análise, e a gestão de um item não afeta diretamente a gestão dos outros, ou seja, cada material de estoque exige uma análise do modelo.

É digno de nota, que essas simplificações são limitações e que a depender do caso, podem se afastar em excesso do cenário real e impactar na gestão de estoque, entretanto a ferramenta ainda apresenta informações valiosas para uma análise inicial de estoque e se as condições de operação da empresa se aproximarem das hipóteses simplificadoras o modelo será muito mais vantajoso, a exemplo de cenários onde: A demanda é estável, o custo de pedido e estocagem são estáveis, o Leadtime é previsível, os itens são não perecíveis.

2.2.4.1. Cálculo de Demanda (D):

O cálculo associado a demanda de um determinado item depende de dois fatores básicos: A taxa média de consumo no período (C_m) e do Leadtime (L) do material. Matematicamente, podemos calcular a demanda da seguinte maneira:

$$D = C_m \times L \quad (2)$$

2.2.4.2. Custo de Estocagem Total (C_eT):

O Custo de estocagem total pode ser definido como todos os custos associados a manutenção e armazenagem dos materiais em estoque. Matematicamente, ele é dado como a relação entre o custo de estocagem unitário do item (C_e) pelo estoque médio disponível desse mesmo item (E_m), conforme pode ser visto a seguir:

$$C_eT = C_e \times E_m \quad (3)$$

O Estoque médio, por sua vez, é calculado diante de um cenário de demanda constante, logo ele pode ser obtido dividindo-se a quantidade pedida (Q) por 2:

$$E_m = \frac{Q}{2} \quad (4)$$

2.2.4.3. Custo de Pedido Total (C_pT):

Já o custo de pedido total leva em consideração os custos associados a atividade de fazer um pedido de compras, em relação a um determinado período que se busca analisar, matematicamente isso pode ser definido como o custo de cada pedido (C_p) efetuado pelo número de pedidos realizados naquele período (N):

$$C_pT = C_p \times N \quad (4)$$

Já o número de pedidos por sua vez pode ser definido como:

$$N = \frac{D}{Q} \quad (5)$$

2.2.4.4. Quantidade do pedido (Q)

Primeiramente é necessário encontrar o custo total relacionado à atividade de gestão de estoque (CT), e matematicamente esse valor é dado pela soma dos custos de pedido total (C_pT) com os custos de estocagem total (C_eT), resultando na equação:

$$CT = C_p \times \frac{D}{Q} + C_e \times \frac{Q}{2} \quad (6)$$

Agora, é possível derivar a equação acima para se obter o menor custo total associado a atividade de estoques (CT) em função da quantidade de cada pedido (Q):

$$\frac{dCT}{dQ} = \frac{Ce}{2} - \frac{Cp \times D}{Q^2} \quad (7)$$

Como se está buscando o menor custo possível, é necessário igualar a zero a derivada anterior e ao fazer as corretas manipulações dos termos restantes, será obtido a expressão do Lote Econômico de compras:

$$LEC = Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times Cp}{Ce}} \quad (8)$$

2.2.5. Estoque de segurança:

Uma das limitações do modelo de LEC mostrado anteriormente, é que uma de suas hipóteses é tratar a demanda como constante, entretanto a depender da realidade da empresa, essa afirmação pode estar muito deslocada da realidade, isso por que existem diversos fatores aleatórios que são difíceis tanto de prever como de controlar, a exemplo de greves sindicais, surgimento de oportunidades de vendas que geram aumentos nos volumes de produção etc.

Por conta dessas incertezas, Tófoli (2008), disserta sobre a importância do conceito de Estoque de Segurança (ES), ou seja, a presença de um valor em estoque maior do que as demandas estimadas, que segundo o autor é fundamental para garantir que a demanda sempre seja atendida mesmo nos casos de variações que podem elevar o consumo das matérias primas ou mesmo de variações no tempo de Leadtime. Existem diversos níveis de confiabilidade, ou de garantia do serviço, que se podem obter de um ES, cabendo analisar a realidade da empresa para saber qual valor melhor se adequar a sua necessidade. O cálculo do ES pode ser matematicamente representado pela seguinte fórmula matemática (Corrêa, et al., 2006):

$$ES = FS \times \sigma \times \sqrt{\frac{L}{PP}} \quad (9)$$

Onde:

FS é o Fator de segurança que determina o nível de confiabilidade de estoque;

σ é o desvio padrão calculado para possíveis variações de demanda;

L é o leadtime do fornecedor;

PP é a periodicidade com a qual se verifica o desvio padrão

Como citado anteriormente, o que determina o tamanho do volume investido no ES é o quanto a empresa deseja obter de confiabilidade na presença do material necessário para o

atendimento da demanda. Entretanto, atingir maiores níveis de confiabilidade exigem também maiores investimentos por parte da empresa na sua gestão de estoque, devido aos custos que envolverão: Compra de materiais, pedido, armazenagem, manutenção, espaço físico, entre outros. Portanto, não existe uma resposta única no que diz respeito ao quanto se deve investir no estoque de segurança, isso dependerá de diversos fatores, entre eles de quanto capital a empresa dispõe para garantir esse volume e da volatilidade da demanda. A tabela 2 a seguir compila a relação entre o FS e o nível de confiabilidade do serviço, segundo os atores:

Tabela 2: Nível de confiabilidade por fator de segurança

| Nível de Confiabilidade | Fator de Segurança (FS) |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 50% | 0,000 |
| 60% | 0,254 |
| 70% | 0,525 |
| 80% | 0,842 |
| 90% | 1,282 |
| 95% | 1,645 |
| 97% | 1,880 |
| 99% | 2,325 |
| 99,99% | 3,620 |

Fonte: Corrêa, et al., 2006 – adaptado

Observando os dados da tabela anterior, é possível notar que, inicialmente, pequenos aumentos no fator de segurança, e por consequência no volume de estoque, acarretam grandes incrementos no grau de confiabilidade do estoque. Por exemplo, se for tomado 80% como o grau de confiabilidade, o que se quer dizer é que a 8 a cada 10 vezes que se for buscar um determinado material em estoque, ele estará lá disponível para ser utilizado e em 2 a cada 10 vezes essa situação não ocorrerá. Entretanto, ainda na análise da tabela anterior, à medida que se aproxima do valor máximo de confiabilidade, o valor do FS aumenta consideravelmente para que se obtenha um pequeno aumento no nível de serviço, ou seja será necessária uma grande elevação da quantidade de material em estoque para obter uma menor taxa de confiabilidade.

2.2.6. Ponto de Recompra (PR):

O ponto de recompra, ou ainda ponto de ressuprimento, nada mais é que o momento em que se deve efetuar uma nova compra de dado material, de tal maneira que ele seja entregue a empresa sem que o material venha a faltar no processo produtivo. Segundo Francischini e Gurgel (2004), esse ponto pode ser representado matematicamente na expressão a seguir:

$$PR = (Dm \times L) + ES \quad (10)$$

Onde:

Dm é a Demanda média do material

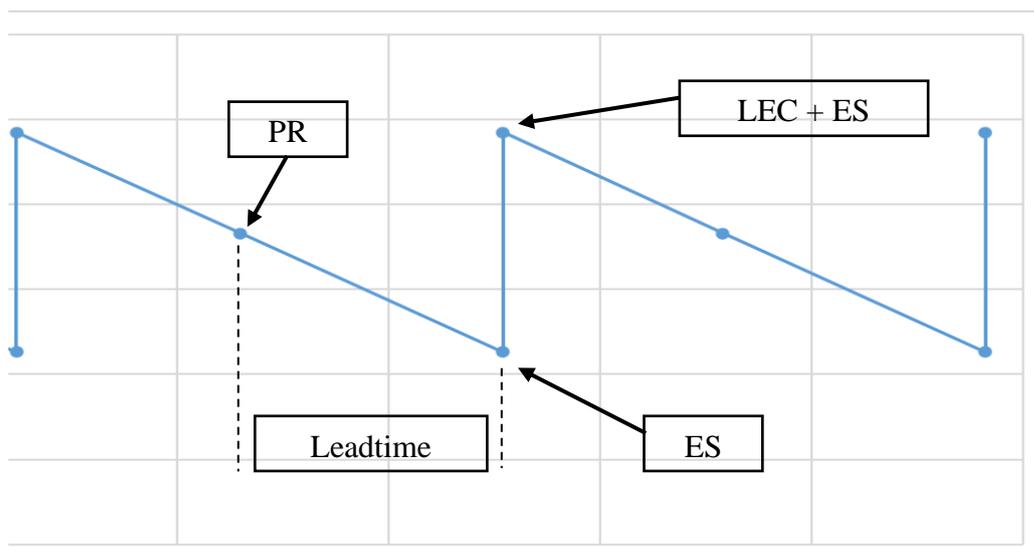
Analisando a equação anterior, é possível notar que o ponto de ressuprimento é determinado pela relação entre a demanda média de consumo daquele material e o Leadtime, ou tempo de entrega do item na empresa, de tal maneira que seja possível se planejar não deixar o processo de produção parar pela falta do item em estoque. Nesse sentido, o ES também está presente na expressão, justamente para poder contemplar os casos de variação da demanda e garantir o nível de confiabilidade no serviço que foi definido conforme já mencionado anteriormente.

2.2.7. Curva dente-de-serra:

As ferramentas apresentadas até então serão usadas em conjunto para que a atividade de gestão e controle do estoque seja a mais eficiente possível, isso porque elas se complementam, uma vez que o LEC é utilizado para saber quanto de material se deve comprar de forma a se obter o menor custo possível, entretanto ele não retorna à informação de quando comprar nem com qual periodicidade. Nesse sentido, essa informação pode ser obtida por meio do PR, que sinaliza a empresa qual o momento certo para fazer um novo pedido de compras e atender a demanda de forma ininterrupta. Ademais, o ES garante a eficácia dessa gestão de estoque dentro de um nível de confiabilidade desejado.

Todas essas informações podem ser integradas e visualizadas de maneira gráfica por meio da curva dente-de-serra, que segundo Francischini e Gurgel (2004), pode ser usado para estabelecer o comportamento do consumo de estoque ao longo do tempo, em quais momentos ele pode ser reabastecido e as linhas do gráfico se apresentam constantes dada a hipótese de não variação de demanda ou atrasos no Leadtime do material. A Figura 2 a seguir contém um gráfico que ilustra a curva dente-de-serra descrita:

Figura 2: Curva dente-de-sabre



Fonte: Autoria Própria (2023)

É possível ainda notar que essa curva permite a análise do ES, representado pelo ponto mínimo que o volume de estoque atingiria no momento de entrega do material. Em uma situação sem a presença do ES, esse ponto seria o volume de estoque igual a zero no momento da entrega de um novo lote, entretanto a presença do ES modifica essa tendência, justamente para impedir que a produção tenha paradas nos casos que as condições sejam não ideais.

2.3. TECNOLOGIAS APLICADAS A GESTÃO DE ESTOQUE

Os modelos citados anteriormente permitem um melhor planejamento de compras e gestão de materiais em estoque, entretanto, o controle e acompanhamento dessas informações não é trivial, principalmente quando aplicadas no dia a dia da empresa, que por conta do dinamismo que o mercado exige das empresas, torna processos manuais de gestão de estoque, a exemplo de inventários físicos de materiais para fazer o controle e planejamento de itens um processo inviável.

Nesse sentido, investimentos em tecnologias que automatizem esses processos se tornam vantagem competitiva para as empresas, a exemplo do Sistema Integrado de Gestão Empresarial (ERP), que segundo Laudon (2001), consiste em um software que permite personalizar e automatizar as diferentes atividades dentro de um ambiente empresarial. A vantagem dessa ferramenta é que ela permite a criação de um sistema constituído de módulos de atividades, que funcionam de maneira independente entre si, onde um módulo não impacta

a atividade que está sendo feita em outro, mas também de maneira harmônica, pois os módulos se utilizam das informações que são inseridas em módulos anteriores para executar suas atividades de maneira dinâmica. Por exemplo, é possível ter um módulo para fazer a criação de pedidos e um outro módulo para fazer o inventário de estoque, onde ambos os espaços funcionam sem a interferência do outro, mas o módulo de pedido pode usar as informações do módulo de estoque para saber o ponto de ressuprimento.

A empresa analisada utiliza um sistema ERP chamado SAP, de origem alemã e que é referência no mercado mundial de softwares relacionados a gestão de negócios. O sistema é bastante personalizável e conta com módulos para as mais diversas áreas da empresa, e em específico já conta com espaços para criação de pedido, gestão de estoques, movimentações de depósitos etc. Dessa maneira, o custo de implementação dessa ferramenta será praticamente inexistente para o estudo feito a seguir, onde será apenas utilizado o sistema informacional da empresa para fazer a gestão e tornar o processo de gestão e aplicação dos modelos de estoque mais dinâmico.

3. METODOLOGIA

3.1. CLASSIFICAÇÃO DO TRABALHO

De acordo com Silva (2001), as pesquisas podem ser classificadas seguindo os critérios de:

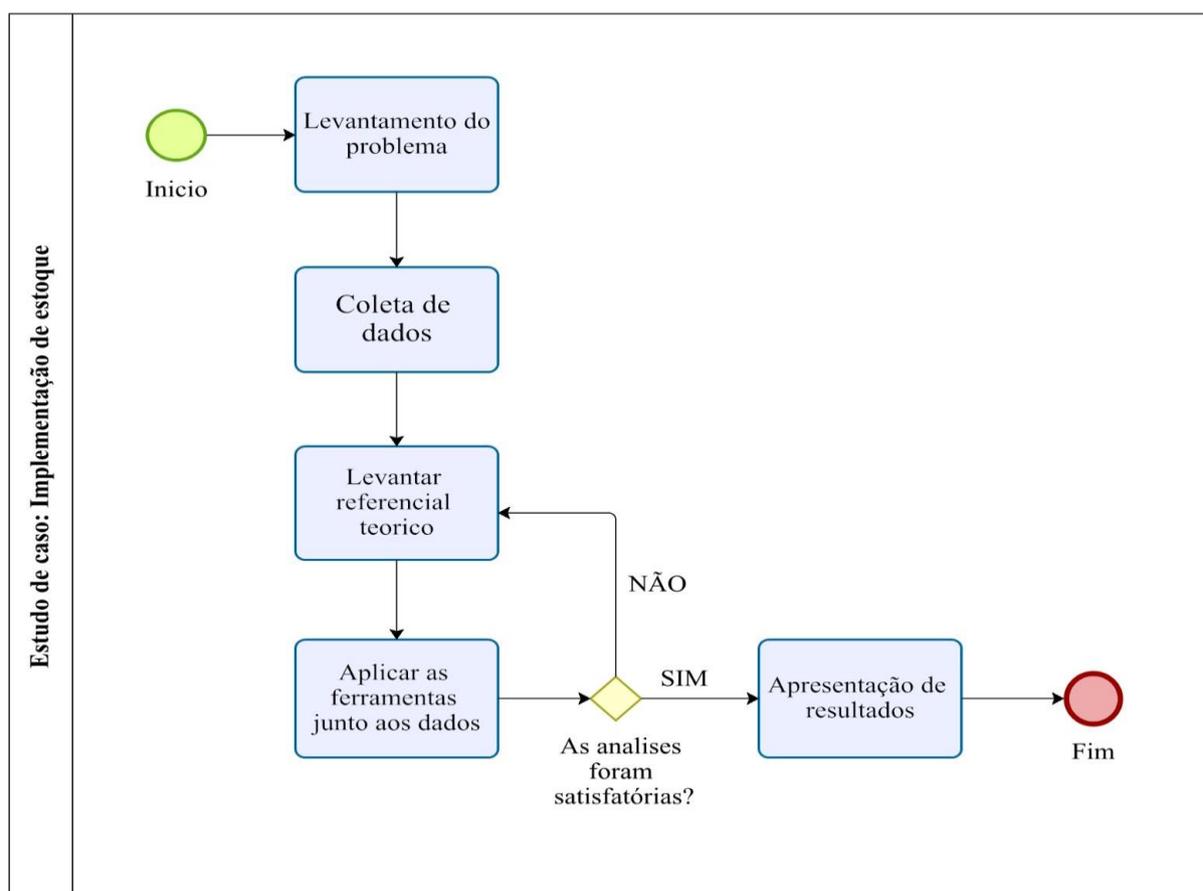
- Natureza: Onde podem ser subdivididas em pesquisa básica ou pesquisa aplicada.
- Abordagem: Onde elas podem ser tanto qualitativas quanto quantitativas.
- Objetivos: Onde podem ser subdivididas em exploratória, descritiva ou ainda explicativa.
- Procedimentos técnicos: Que podem ser subdivididos em pesquisas: bibliográficas, documentais, experimentais, bibliográficas, de levantamento, estudo de caso, *Expost-facto*, de ação e ainda de participante.

Nesse sentido, a pesquisa conduzida para a realização desse trabalho pode se encaixar nessas definições e classificada da seguinte maneira: Natureza aplicada, uma vez que possui uma finalidade ligada à solução de um problema específico de uma empresa real; Abordagem quantitativa, uma vez que lida com dados mensuráveis sobre uma empresa e se utiliza de técnicas para manipulação desses dados, conforme citado na parte teórica; Objetivo exploratório, uma vez que tem como finalidade trazer maior familiaridade ao problema e construir modelos para sua resolução; Procedimento será o de um estudo de caso, uma vez que se trata da análise de um problema específico de uma empresa, que será solucionado.

3.2. FASES DE CONDUÇÃO DO TRABALHO

As etapas que orientaram a condução deste trabalho estão resumidas no fluxograma da Figura 3 apresentada a seguir:

Figura 3: Fluxograma de metodologia do trabalho



Fonte: Autoria Própria (2023)

Levantamento do problema: Nessa etapa inicial foi identificada a presença do problema do setor de engenharia da empresa, que por não possuir um estoque de materiais próprios, tinha uma demora elevada para entregar seus dispositivos mecânicos. Foram ainda coletadas outras dores do setor como a falta de uma padronização dos materiais solicitados que variavam a depender do idealizador do projeto.

Coleta de dados: Nessa etapa foram levantados os dados de compras da empresa feitos no período de janeiro de até dezembro de 2022. Eles foram disponibilizados pelo setor de Engenharia da empresa, por meio de planilha eletrônica e estavam presentes:

- Tipo do material comprado;
- Data de compra e recebimento de material;
- Volume de material adquirido;
- Custo de armazenagem dos materiais;
- Custo de unitário de compra dos materiais;
- Demanda necessária de cada material

Após esse recebimento foi preciso levantar o referencial teórico que seria usado para, por meio dos dados fornecidos, fazer as análises e embasar a implementação de um estoque para o setor de engenharia da empresa, as metodologias consistem em:

- Priorização dos materiais que tem maior impacto nas entregas do setor, por meio da metodologia de curva ABC;
- Análise do volume ideal dos materiais priorizados a serem adquiridos, por meio do modelo de lote econômico de compra;
- Definição de um volume de Estoque de Segurança, com base no grau de confiabilidade exigido pela empresa, aliado a um estudo do Leadtime dos fornecedores para saber o tempo de ressuprimento.

Em seguida o referencial teórico foi aplicado juntamente aos dados fornecidos, para que as análises dos modelos fossem conduzidas e fossem verificados se os resultados obtidos estavam consistentes com as necessidades da empresa. Nas primeiras tentativas a obtenção de resultados não foi satisfatória, tendo sido necessário retornar a etapa anterior e levantar mais material bibliográfico até que as análises se mostraram coerentes e dentro da realidade da empresa.

Por fim os resultados obtidos foram apresentados à empresa e entregues ao setor de engenharia demonstrando as vantagens da implementação da metodologia, e que de fato essa ação iria reduzir o tempo de fabricação de seus dispositivos mecânicos, além de reduzir consideravelmente os custos decorrentes dos atrasos nas entregas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. OBTENÇÃO DE RESULTADOS

Os dados foram obtidos a partir de diferentes planilhas disponibilizadas pelo setor de engenharia da empresa. Ao todo foram 52 planilhas, cada uma contendo dados semanais de compra de materiais e da demanda necessária para atender ao setor, desde a primeira semana de janeiro de 2022 até a última semana de dezembro de 2022. Devido ao grande volume de dados, algumas hipóteses foram consideradas para que fossem analisados apenas as informações realmente relevantes, nesse sentido temos que:

- Foram considerados apenas os itens que estavam com leadtime completo, ou seja, que tinham passado por todas as etapas desde o pedido de compra até sua entrega na fábrica;
- Foram desconsiderados os dados da planilha que estavam apresentando inconsistências, como erros de base de dados ou informações incompletas;
- Foram considerados apenas os itens de compras que estão diretamente relacionados a fabricação dos dispositivos, sendo desconsiderado materiais de escritório, por exemplo;
- Para melhor aplicação dos modelos como LEC, os valores de custo unitário, custo de estocagem e demanda foram considerados constantes para todos os meses;

Após esse tratamento inicial, os itens foram priorizados por meio da metodologia de curva ABC. Para essa análise foram utilizados todos os materiais da base de dados fornecida, para encontrar quais os itens que mais impactavam o processo produtivo do setor e por isso deveriam concentrar a maior parte dos recursos investidos. A tabela 3 a seguir compila os resultados obtidos:

Tabela 3: Dados para classificação de curva ABC

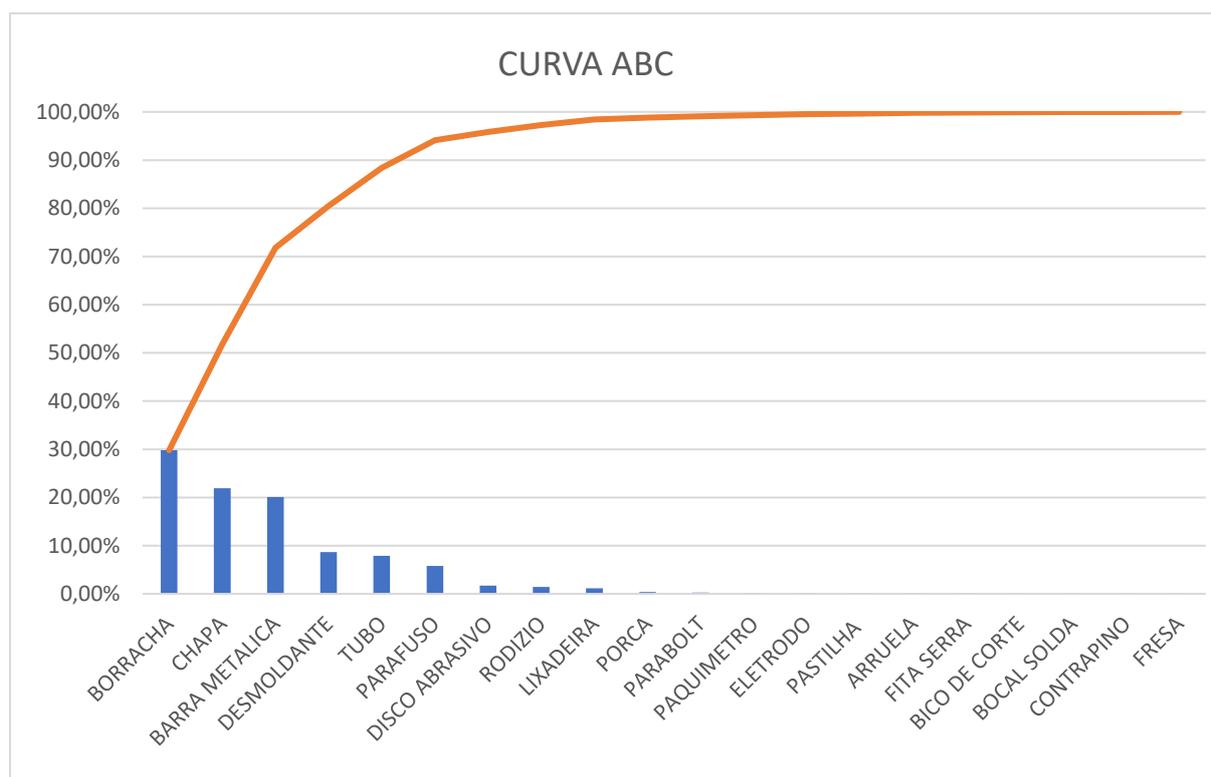
| CLASSIFICAÇÃO | VALOR UNITARIO | CONSUMO ANUAL (UNIDADES) | VALOR ANUAL CONSUMO | VALORES ACUMULADOS | ABC |
|-----------------------|----------------|--------------------------|---------------------|--------------------|-----|
| BORRACHA | R\$ 1.240,17 | 1642 | R\$ 2.036.706,07 | 29,80% | A |
| CHAPA | R\$ 1.607,91 | 931 | R\$ 1.496.982,22 | 51,70% | A |
| BARRA METALICA | R\$ 485,68 | 2829 | R\$ 1.373.786,46 | 71,80% | B |
| DESMOLDANTE | R\$ 168,50 | 3513 | R\$ 591.852,81 | 80,46% | B |
| TUBO | R\$ 275,76 | 1959 | R\$ 540.329,40 | 88,37% | B |
| PARAFUSO | R\$ 29,21 | 13509 | R\$ 394.636,67 | 94,14% | C |
| DISCO ABRASIVO | R\$ 2,86 | 40599 | R\$ 116.056,07 | 95,84% | C |
| RODIZIO | R\$ 135,16 | 725 | R\$ 98.012,43 | 97,27% | C |
| LIXADEIRA | R\$ 259,70 | 305 | R\$ 79.245,03 | 98,43% | C |
| PORCA | R\$ 1,48 | 16824 | R\$ 24.876,61 | 98,79% | C |
| PARABOLT | R\$ 5,96 | 3295 | R\$ 19.652,30 | 99,08% | C |
| PAQUIMETRO | R\$ 348,34 | 45 | R\$ 15.526,04 | 99,31% | C |
| ELETRODO | R\$ 109,30 | 125 | R\$ 13.678,49 | 99,51% | C |
| PASTILHA | R\$ 75,98 | 142 | R\$ 10.810,66 | 99,67% | C |
| ARRUELA | R\$ 0,48 | 16747 | R\$ 8.094,21 | 99,79% | C |
| FITA SERRA | R\$ 212,05 | 27 | R\$ 5.816,32 | 99,87% | C |
| BICO DE CORTE | R\$ 32,80 | 118 | R\$ 3.880,04 | 99,93% | C |
| BOCAL SOLDA | R\$ 100,63 | 24 | R\$ 2.415,02 | 99,96% | C |
| CONTRAPINO | R\$ 3,21 | 530 | R\$ 1.702,00 | 99,99% | C |
| FRESA | R\$ 58,57 | 5 | R\$ 815,52 | 100,00% | C |

Fonte: Autoria Própria (2023)

Dessa forma é possível verificar que os itens de classe A seriam apenas dois: Borrachas e Chapas, constituindo 51,7% do volume de materiais utilizados no processo produtivo. Já os materiais de classe B, seriam três: Barras metálicas, Desmoldantes e Tubos, constituindo 36,7% do volume de materiais utilizados no processo. Os 15 materiais restantes se enquadram no grupo C, e conforme já era esperado pela proposta do método, sua relevância é menor para o processo produtivo do setor e por isso serão menos prioritários para a análise de implementação do estoque.

O gráfico mostrado na Figura 4 mostra a tendência da curva ABC.

Figura 4: Gráfico de curva ABC obtido



Fonte: Autoria Própria

Os 5 itens mais impactantes, por sua vez, serão submetidos a uma análise mais aprofundada por meio do modelo de lote econômico de compras para que se identifique os volumes ideais para que a empresa possa fazer a sua compra e estocagem. É importante notar que os itens de classe C poderão ser futuramente integrados na gestão de estoque, mas como o projeto está em sua fase inicial, o investimento será focado apenas nos itens mais críticos, para que, uma vez validada a eficiência do modelo, possam ser adquiridos os itens menos prioritários. Por fim, essa análise inicial de priorização foi validada pelo setor de engenharia, e teve um retorno positivo uma vez que os materiais priorizados pela metodologia foram de encontro as dores que os membros do setor já sentiam empiricamente, pela ausência de controle sistemático desses materiais no dia a dia da fabricação.

Na sequência, foram obtidos os dados sobre leadtime, ou tempo de entrega do material na fábrica, para cada um dos materiais priorizados anteriormente. A partir dos dados coletados, foi calculado o tempo de entrega de cada um dos pedidos já feitos para cada material, e em seguida foi retirada a média desse tempo de cada um para a obtenção do leadtime do item. A Tabela 4 a seguir compila essas informações obtidas:

Tabela 4: Leadtime dos materiais priorizados

| MATERIAL | LEADTIME (DIAS) | ABC |
|-----------------------|------------------------|------------|
| BORRACHA | 62 | A |
| CHAPA | 54 | A |
| BARRA METALICA | 52 | B |
| DESMOLDANTE | 69 | B |
| TUBO | 77 | B |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Ainda com base nos dados fornecidos pela empresa, foram calculados os custos para a realização de um pedido. Conforme já mencionado no referencial teórico, esse custo é constituído por quatro principais fatores: custo de transporte, custo de recebimento, custo de mão de obra do funcionário e outros custos associados. Na empresa sendo analisada, os fretes e coletas são realizadas por um setor logístico a parte, que arca com os custos, portanto esse tipo de custo não será considerado para a análise dentro do setor de engenharia. Também não estão presentes outros custos associados ao pedido, se limitando apenas aos custos de mão de obra, recebimento e aquisição de materiais.

Para o cálculo dos custos fixos associados a emissão de um pedido de compras, foram levantadas todas as etapas necessárias para a realização dessa atividade, bem como o tempo decorrido de cada uma delas. O fluxo se inicia com a abertura de uma requisição de compra por parte do time de engenharia, que é enviada para a gestão da área avaliar a necessidade da compra, uma vez validada é feita cotação com os fornecedores e após o fechamento com um deles, a entrega é acompanhada. No total essas etapas consomem em torno de 120 minutos (ou 2 horas), dos funcionários do time de engenharia responsáveis por esse processo. Em seguida, foi realizado um cálculo relacionando o número de funcionários que executam essas atividades, o custo que a empresa tem com esses funcionários e a quantidade de tempo para a emissão de pedido, que retorna o custo fixo de emissão de um pedido. A Tabela 5 apresenta a compilação dessas informações:

Tabela 5: Custo para emissão de um pedido

| | | |
|---|-----|----------|
| Salário de um funcionário do setor | R\$ | 2.150,00 |
| Número de funcionários do setor | | 3 |
| Horas trabalhadas ao mês por funcionário | | 12000 |
| Tempo gasto na atividade (min) | | 120 |
| Custo fixo por pedido | R\$ | 64,50 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Além disso há um outro custo que incide sobre os pedidos efetuados pelo setor de engenharia, que seria o próprio valor unitário de cada material. Porém, esse possui um valor que varia para cada um dos itens priorizados anteriormente. Para calcular o custo total de cada pedido será necessário fazer o somatório do custo de aquisição de cada material com os custos fixos, comuns a todos os materiais. A Tabela 6 apresenta esses cálculos:

Tabela 6: Custo unitário por pedido

| MATERIAL ANALISADO | CUSTO UNITÁRIO | CUSTO FIXO UNITÁRIO | CUSTO TOTAL UNITÁRIO |
|---------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| BORRACHA | R\$ 1.240,17 | R\$ 64,50 | R\$ 1.304,67 |
| CHAPA | R\$ 1.607,91 | R\$ 64,50 | R\$ 1.672,41 |
| BARRA METALICA | R\$ 485,68 | R\$ 64,50 | R\$ 550,18 |
| DESMOLDANTE | R\$ 168,50 | R\$ 64,50 | R\$ 233,00 |
| TUBO | R\$ 275,76 | R\$ 64,50 | R\$ 340,26 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Nesse contexto, o cálculo para o custo fixo de recebimento de pedido segue uma linha de raciocínio bastante semelhante, levantando todas as etapas relacionadas a essa atividade, bem como o tempo gasto em cada uma delas. A primeira etapa ocorre quando os funcionários da portaria sinalizam a entrada de material para o time de engenharia, que verifica dentro do sistema de informações gerenciais da empresa se aquele pedido de compras de fato pertence ao setor, em seguida o material é enviado até o setor de engenharia, onde é verificado se o item está atendendo as especificações feitas no momento da compra e caso esteja tudo conforme ele é recebido, armazenado fisicamente no galpão da engenharia, registrado no sistema e posteriormente entregue ao time que fabricará o dispositivo.

Todas essas atividades consomem em torno de 30 minutos do time de engenharia, com os 3 funcionários do setor, um para fazer a parte de registro do sistema, um para fazer a validação do material recebido e uma para fazer as etapas de armazenamento, todas informações usadas novamente no cálculo dos custos associados ao armazenamento. Entretanto, algumas informações foram desconsideradas para esses cálculos, a exemplo do custo de manutenção dos materiais, que por se tratar de itens não perecíveis e pelo consumo ser elevado em comparação ao seu período de durabilidade, podem ser considerados desprezíveis para o cálculo.

Outro exemplo são os gastos com energia elétrica e aluguel do espaço do galpão de estoque, uma vez que o espaço do estoque faz parte da área de fabricação de dispositivos, portanto grande parte do consumo de energia e espaço ocorre independentemente da presença de materiais de estoque ou não, também permitindo que esse custo seja desprezado para efeito de cálculo. A seguir, a Tabela 7 contendo os custos associados a armazenagem de materiais:

Tabela 7: Custo de armazenagem por material

| | |
|---|--------------|
| Salário de um funcionário do setor | R\$ 2.150,00 |
| Número de funcionários do setor | 3 |
| Horas trabalhadas ao mês por funcionário | 12000 |
| Tempo gasto na atividade (min) | 30 |
| Custo fixo de armazenagem por material | R\$ 16,13 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Para o cálculo do lote econômico de compra (LEC) foi utilizado como valor referência de demanda o valor do consumo anual de materiais no ano de 2022. A escolha de uma análise com base anual se deve ao fato do leadtime de todos os materiais priorizados serem bastante elevados, girando em torno de 2 meses cada um, o que dificulta a criação de um modelo com base mensal. Os custos de pedido e estocagem obtidos em cálculos anteriores, e é possível realizar o cálculo da quantidade de lote econômico de compra, ou seja, o menor volume possível de forma a atender as necessidades de demandas da empresa com o menor custo possível. A Tabela 8 apresentada a seguir compila esses dados e cálculos:

Tabela 8: Obtenção do lote econômico de compras

| MATERIAL ANALISADO | CUSTO DE PEDIDO (Cp) | CUSTO DE ARMAZENAMENTO (Ce) | DEMANDA ANUAL (D) | LOTE ECONÔMICO DE COMPRA (Q) |
|--------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------------|
| BORRACHA | R\$ 1.304,67 | R\$ 16,13 | 1642 | 516 |
| CHAPA | R\$ 1.672,41 | R\$ 16,13 | 931 | 439 |
| BARRA METALICA | R\$ 550,18 | R\$ 16,13 | 2829 | 439 |
| DESMOLDANTE | R\$ 233,00 | R\$ 16,13 | 3513 | 319 |
| TUBO | R\$ 340,26 | R\$ 16,13 | 1959 | 288 |

Fonte: Autorial Própria (2023)

Fazendo uma análise da tabela, é possível notar que o volume de cada lote de compra é bastante elevado, onde boa parte da demanda anual fica concentrada em poucos pedidos. Isso se deve, ao fato de que o custo de aquisição desses materiais é bastante elevado, portanto quanto menos pedidos forem feitos, maior será a rentabilidade da empresa, não obstante, o custo de armazenamento dos materiais é consideravelmente baixo, devido aos fatores já mencionados anteriormente, o que contribui para que o volume de itens armazenados em estoque seja mais elevado. O modelo permite ainda fazer a análise desses dados quantitativos obtidos, uma vez que podemos calcular o número de pedidos teóricos que seriam necessários para atender a demanda anual e fazer possíveis ajustes para os casos de essa quantidade não atingir a demanda anual, conforme pode ser vista na Tabela 9.

Tabela 9: Quantidade de compra anual

| MATERIAL ANALISADO | DEMANDA ANUAL (D) | LOTE ECONÔMICO DE COMPRA (Q) | Nº DE PEDIDOS TEÓRICOS (N) | Nº DE PEDIDOS REAIS (N*) | QUANTIDADE ANUAL OBTIDA | EXCEDENTE ANUAL OBTIDO |
|--------------------|-------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| BORRACHA | 1642 | 516 | 3,2 | 4,0 | 2062 | 420 |
| CHAPA | 931 | 439 | 2,1 | 3,0 | 1318 | 387 |
| BARRA METALICA | 2829 | 439 | 6,4 | 7,0 | 3075 | 247 |
| DESMOLDANTE | 3513 | 319 | 11,1 | 12,0 | 3823 | 311 |
| TUBO | 1959 | 288 | 6,8 | 7,0 | 2013 | 54 |

Fonte: Autorial Própria (2023)

Como pode ser visto na Tabela 9 em quase todos os itens, a quantidade de pedidos teóricos não é um número inteiro, o que significa que o número de pedidos realizados não irá atender a necessidade do setor.

Por exemplo, o número de pedidos teóricos de borrachas para atender a demanda desse item é 3.2, entretanto não se pode fazer um novo pedido com apenas 20% do lote de compras ou no último pedido ser comprado 20% a mais para compensar, pois o modelo estabelece que a quantidade do lote econômico de compras é o volume que gera os menores custos para a empresa, portanto tanto pedir a mais quanto a menos irá, proporcionalmente elevar esses custos por material adquirido.

Nesse sentido, será necessário que essa quantidade teórica de pedidos seja arredondada para o próximo número inteiro e que sejam pedidos, na realidade, esse novo quantitativo, de forma que toda a demanda do ano seja suprida e que seja formado um excedente de materiais. Entretanto, isso não se trata de uma ação onerosa para a empresa, pois apesar do recorte de dados ser de um ano de demanda, o ano consecutivo continuará a demandar a do setor a fabricação de mais dispositivos, ou seja, esses materiais já fazem parte do lote econômico de compras do fluxo produtivo do começo do ano seguinte. Ademais, esse “excedente”, também poderá ser incorporado ao estoque de segurança, para proteger o processo produtivo das variáveis aleatórias não previstas dentro do modelo.

Visando obter maior confiabilidade no estoque e minimizar os riscos que as variáveis aleatórias trazem ao processo de produção, o estoque de segurança foi calculado supondo um nível de confiabilidade de 95%, valor escolhido pelo próprio setor de engenharia da empresa, o que significa que em 95% dos casos que aquele material for solicitado para a fabricação de um dispositivo, ele estará em estoque. Conforme já explicado no referencial teórico, para se atingir um nível de confiabilidade de 95%, o fator de segurança irá corresponder a 1,645. O leadtime é conhecido e está em torno de 60 dias para os materiais priorizado, sendo possível converter seu valor para um “leadtime mensal” dividindo esse valor por 30 dias. Além disso, por apresentar uma variação pequena com relação aos dados analisados, a periodicidade de ajuste do leadtime é pequena e será tratada com valor 1 ao mês. Diante do exposto, o cálculo do Estoque de Segurança é dado na Tabela 10:

Tabela 10: Valor do estoque de segurança

| Material Analisado | Leadtime (Mês) | Fator de Segurança | Desvio Padrão | Estoque de Segurança (unidades) |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|--|
| BORRACHA | 2,07 | 1,625 | 193,96 | 453 |
| CHAPA | 1,79 | 1,625 | 191,22 | 415 |
| BARRA METALICA | 1,72 | 1,625 | 175,04 | 373 |
| DESMOLDANTE | 2,30 | 1,625 | 189,12 | 466 |
| TUBO | 2,55 | 1,625 | 196,80 | 511 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Para o cálculo do ponto de ressuprimento, foram utilizados os conceitos já discutidos no referencial teórico, onde temos o produto da demanda média anual com o leadtime do material, dividido por 365 dias do ano e acrescido do estoque de segurança calculado anteriormente. Dessa forma, estará contemplado um nível de confiabilidade de 95% dos itens de estoque para lidar com as variáveis aleatórias não previstas no processo e o ajuste do valor do produto é devido ao leadtime estar sendo expresso em dias e a demanda ser anual. A Tabela 11 a seguir contém as informações mencionadas e o valor do ponto de ressuprimento:

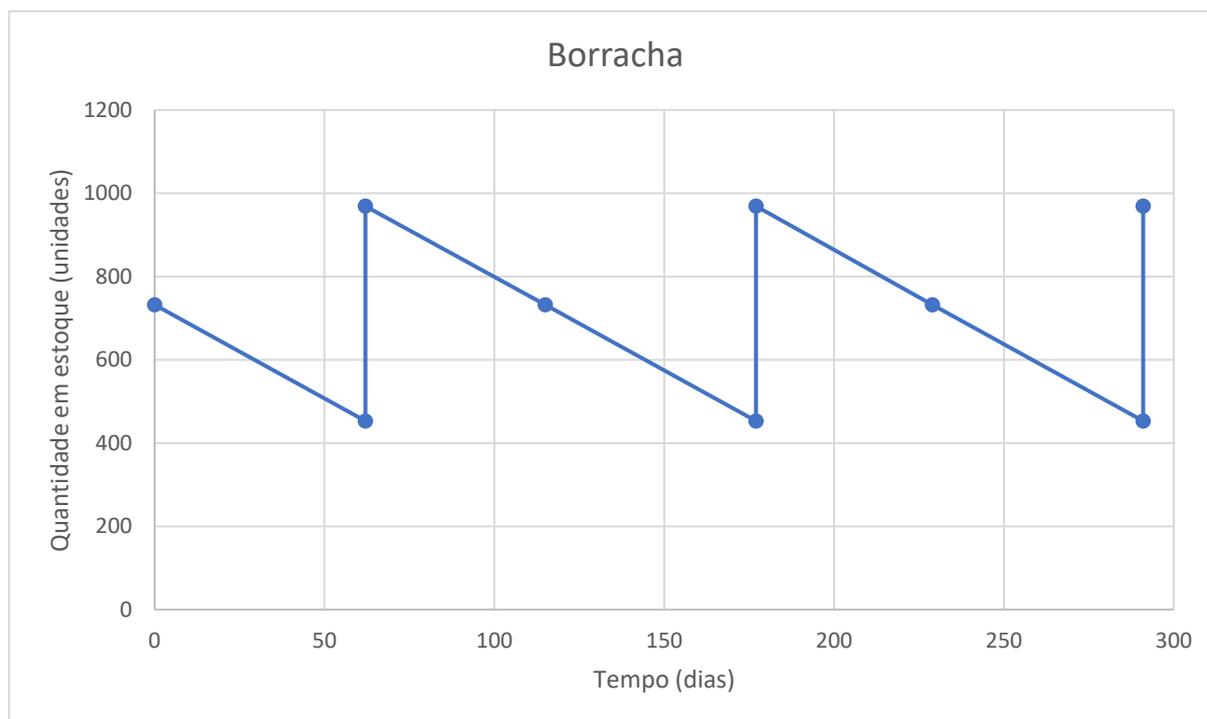
Tabela 11: Valor do ponto de ressuprimento

| Material Analisado | Leadtime (dias) | Demanda Anual (unidades) | Estoque de Segurança | Ponto de Ressuprimento (unidades) |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|
| BORRACHA | 62 | 1642 | 453 | 732 |
| CHAPA | 54 | 931 | 415 | 552 |
| BARRA METALICA | 52 | 2829 | 373 | 774 |
| DESMOLDANTE | 69 | 3513 | 466 | 1129 |
| TUBO | 77 | 1959 | 511 | 921 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Graficamente, é possível relacionar as informações obtidas de tempo de ressuprimento, Leadtime, estoque de segurança e lote econômico de compra, por meio do gráfico serra de serra, já mencionado no referencial teórico.

A seguir, na Figura 5, o gráfico serra de serra compila essas informações para o item Borracha:

Figura 5: Curva dente-de-sabre para Borracha

Fonte: Autoria Própria (2023)

Interpretando esse gráfico, é possível notar que no momento 0, tem-se 732 unidades de borracha no estoque, caracterizando o ponto de ressuprimento do material. O Leadtime do material é de 62 dias para chegar na fábrica após a emissão de seu pedido, que pode ser graficamente analisado no eixo x como a distância entre o ponto de ressuprimento e o menor ponto de estoque, nesse meio tempo são consumidas 279 unidades de borracha, até chegar no estoque de segurança, o valor de 453 unidades em estoque, conforme pode ser analisado pela reta decrescente no gráfico. Ainda no dia 62, é entregue o pedido de compra, cuja quantidade foi definida pelo lote econômico de compras que corresponde a 516 unidades de borracha, fazendo com que a nova quantidade do material em estoque seja de 969 unidades, graficamente esse momento é representado pelo pico no mesmo dia da quantia em estoque do menor para o maior valor do eixo y. Após 53 dias, o consumo do material foi de aproximadamente 237 unidades, o que caracteriza novamente o ponto onde o estoque atinge as 732 unidades, o que pode ser observado como a reta decrescente entre o ponto de máximo e o ponto entre a reta, e é necessário emitir um novo pedido de compras, esse padrão então se repete periodicamente conforme o gráfico.

4.2. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Para que se possa avaliar se de fato a implementação do estoque por meio dos modelos apresentados é mais eficaz que a forma atual de trabalho do setor de engenharia da empresa, é preciso fazer uma análise comparativa entre o gasto que o setor tem com a não entrega de seus dispositivos no prazo e o gasto que o setor terá por meio da aplicação da gestão de estoque dentro de suas atividades. Caso o valor de implementação de estoque seja menor que os custos decorrentes dos atrasos dos dispositivos, será mais lucrativo para a empresa optar pelo que foi apresentado até então.

Para calcular o custo que o setor de engenharia tem com os atrasos nas entregas de seus dispositivos, primeiro foi necessário estimar a demanda dos dispositivos fabricados pela área ao longo de 2022, para cada tipo de material priorizado, uma vez que esses materiais são os principais constituintes dos dispositivos dentro de suas respectivas categorias e por consequência os que mais impactam na demora pela sua fabricação. O tempo de entrega que o setor de engenharia tem para a entrega de seus dispositivos é padrão e independe do tipo de dispositivo fabricado, ele é de 60 dias. Para calcular o tempo real de entrega de dispositivos, foi feita uma média do tempo de entrega de cada dispositivo dentro de cada uma das categorias criadas para cada um dos materiais priorizados. Assim, o tempo de médio de atraso de dispositivo para cada grupo de material é dado pela diferença entre o tempo real de entrega e o tempo esperado de entrega. A Tabela 12 apresentada a seguir compila os cálculos mencionados anteriormente:

Tabela 12: Tempo estimado de atraso dos dispositivos por material

| Material | Nº de dispositivos demandados (ano) | Tempo estimado de entrega por dispositivo (dias) | Tempo real de entrega por dispositivo (dias) | Tempo médio de atraso no atendimento (dias) |
|-----------------------|--|---|---|--|
| BORRACHA | 35 | 60 | 89 | 29 |
| CHAPA | 46 | 60 | 77 | 17 |
| BARRA METALICA | 53 | 60 | 88 | 28 |
| DESMOLDANTE | 62 | 60 | 71 | 11 |
| TUBO | 37 | 60 | 84 | 24 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Com base nos dados anteriores, foi estimado ainda o custo por dia de atraso no processo produtivo pela demora na entrega desse dispositivo, que impede que as atividades da produção ocorram normalmente e atrasem a fabricação da pá, esse valor foi estimado pelo setor de engenharia em R\$ 1.074,00. Para obter o cálculo do custo de atraso total, é preciso multiplicar o tempo médio de atraso na entrega dos dispositivos e o custo por dia desse atraso, em seguida somando todos os custos de cada um dos materiais, chegamos no valor buscado. Esses dados se encontram compilados na Tabela 13:

Tabela 13: Custo do atraso nas entregas

| Material | Tempo médio de atraso na entrega (dias) | Custo por dia de atraso | | Custo do atraso por categoria de material | |
|------------------------------|--|--------------------------------|----------|--|---------------------|
| BORRACHA | 29 | R\$ | 1.074,00 | R\$ | 1.090.110,00 |
| CHAPA | 17 | R\$ | 1.074,00 | R\$ | 839.868,00 |
| BARRA METALICA | 28 | R\$ | 1.074,00 | R\$ | 1.593.816,00 |
| DESMOLDANTE | 11 | R\$ | 1.074,00 | R\$ | 732.468,00 |
| TUBO | 24 | R\$ | 1.074,00 | R\$ | 953.712,00 |
| CUSTO TOTAL DE ATRASO | | | | R\$ | 5.209.974,00 |

Fonte: Autoria Própria (2023)

Para o cálculo do custo de implementação de estoque, será levado em compra a quantidade anual comprada e o excedente anual comprado, que já foram calculados anteriormente. O valor do excedente anual será usado como referência, pois o valor de compra de materiais já seria atendido com ou sem a implementação do estoque, portanto o custo excedente com o material vem apenas dos materiais comprados em excesso para manter o estoque girando. Nesse sentido, o custo do material excedente comprado para manter as atividades do estoque será fornecido através do produto do valor unitário de cada material pela quantidade excedente adquirida de cada um desses itens. A Tabela 14 apresenta os cálculos mencionados anteriormente:

Tabela 14: Custo com o excedente de material comprado

| Material | Valor Unitário | Quantidade anual comprada | Excedente anual comprado | Custo material excedente |
|-----------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| BORRACHA | R\$ 1.240,17 | 2062 | 420 | R\$ 520.576,48 |
| CHAPA | R\$ 1.607,91 | 1318 | 387 | R\$ 622.827,38 |
| BARRA METALICA | R\$ 485,68 | 3075 | 247 | R\$ 119.874,58 |
| DESMOLDANTE | R\$ 168,50 | 3823 | 311 | R\$ 52.348,15 |
| TUBO | R\$ 275,76 | 2013 | 54 | R\$ 14.758,36 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Será considerado também os custos referentes a armazenagem de cada um dos itens, que não existiam antes da implementação do estoque, o custo unitário para se armazenar um item de estoque é fixo e já foi calculado anteriormente. Para o cálculo do custo total de armazenagem dos materiais é necessário o produto da quantidade anual comprada, já contando com os excedentes de estoque, pelo custo de armazenagem de cada material. As informações mencionadas anteriormente estão contidas na Tabela 15 abaixo:

Tabela 15: Custo com armazenagem de estoque

| Material | Quantidade anual comprada | Custo armazenagem unitária | Custo armazenagem material |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| BORRACHA | 2062 | R\$ 16,13 | R\$ 33.250,55 |
| CHAPA | 1318 | R\$ 16,13 | R\$ 21.258,61 |
| BARRA METALICA | 3075 | R\$ 16,13 | R\$ 49.590,64 |
| DESMOLDANTE | 3823 | R\$ 16,13 | R\$ 61.649,92 |
| TUBO | 2013 | R\$ 16,13 | R\$ 32.458,78 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Por fim, o cálculo do custo total de implementação de estoque, considerando apenas os custos específicos do estoque e não os que o setor de engenharia já teria sem a sua implementação, será dado pela soma entre o custo de material excedente pelo custo de armazenagem dos materiais, juntamente com a soma dos custos totais de cada material no estoque. Os dados estão contidos na Tabela 16:

Tabela 16: Custo total de implementação de estoque

| Material | Custo material excedente | Custo armazenagem material | Custo total do material em estoque |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|---|
| BORRACHA | R\$ 520.576,48 | R\$ 33.250,55 | R\$ 553.827,03 |
| CHAPA | R\$ 622.827,38 | R\$ 21.258,61 | R\$ 644.085,99 |
| BARRA METALICA | R\$ 119.874,58 | R\$ 49.590,64 | R\$ 169.465,22 |
| DESMOLDANTE | R\$ 52.348,15 | R\$ 61.649,92 | R\$ 113.998,07 |
| TUBO | R\$ 14.758,36 | R\$ 32.458,78 | R\$ 47.217,14 |
| CUSTO TOTAL DE IMPLEMENTAÇÃO DE ESTOQUE | | | R\$ 1.528.593,45 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Dessa forma, ao final da análise foram obtidos tanto o custo decorrente do atraso na entrega de dispositivos do setor, quanto os custos decorrentes da implementação de estoque, que estão compilados na Tabela 17:

Tabela 17: Comparativo entre custos de atraso e implementação de estoque

| | |
|---|-------------------------|
| CUSTO DE ATRASO NA ENTREGA DE DISPOSITIVOS | R\$ 5.209.974,00 |
| CUSTO TOTAL DE IMPLEMENTAÇÃO DE ESTOQUE | R\$ 1.528.593,45 |
| ECONOMIA ANUAL PELA IMPLEMENTAÇÃO DE ESTOQUE | R\$ 3.681.380,55 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Nesse sentido, é possível afirmar que seria vantajoso para o setor de engenharia dessa empresa implementar o estoque e as análises feitas anteriormente em seu setor, pois o ganho obtido seria em torno de R\$ 3.681.380,55. Além disso, é importante mencionar que a análise não levou em consideração ganhos competitivos para a empresa como o atendimento a demandas esporádicas e não planejadas devido a um aumento da demanda de entrega de dispositivos para gerar uma maior fabricação de pás, que se torna possível devido a presença do estoque de segurança, que também garante a confiabilidade de 95% de eficácia do estoque para conter os materiais necessários para manter um ritmo constante de entrega do setor, mesmo diante de variáveis imprevisíveis.

5. CONCLUSÃO

Quanto ao objetivo geral do trabalho, é possível afirmar que foi atingido sua finalidade, visto que de fato a implementação do estoque no setor de engenharia da empresa trouxe uma redução de custos anuais em torno de R\$ 3.681.380,55, que representa uma redução em 70,7% dos custos com atrasos nas entregas. Além disso, o modelo proposto de fato possibilita que não ocorram mais paradas na produção, visto que alinhado as ferramentas de lote econômico de compra, tempo de ressuprimento e estoque de segurança a aquisição de materiais do setor consegue ser planejada de tal forma que o Leadtime elevado de entrega dos itens não seja mais um problema que venha a ocasionar atrasos nas entregas do setor, o que representa um índice de confiabilidade de 95% nesse processo.

Foi também definido, por meio da curva ABC, quais os itens que efetivamente apresentam maior relevância nas entregas do setor de engenharia, o que permitiu a visualização de gargalos no processo e dando mais previsibilidade aos estudos e planejamentos da área.

Nesse sentido a implementação do modelo apresentado traria benefícios ao setor de engenharia dessa empresa, tanto pela redução do tempo de fabricação dos seus dispositivos mecânicos, quanto pela redução de custos gerais da empresa uma vez que a produção não irá parar pela falta desses dispositivos. Ademais, é possível dizer ainda que as vantagens da implementação de estoque podem ir bem além do que foi apresentado neste trabalho, visto que o objetivo era implementar o estoque em um setor que não havia, o que limita de certa forma a análise pela ausência de dados históricos de funcionamento do setor com o modelo em funcionamento.

Assim, à medida que os resultados decorrentes da implementação da metodologia forem obtidos e o setor obter um novo ritmo produtivo, novas oportunidades de melhorar o modelo concebido serão apresentadas e dependerá de o setor de engenharia buscar essa melhoria contínua de modo a garantir a aplicação com sucesso da gestão de estoque.

Por fim, para trabalhos futuros seria recomendável um estudo mais aprofundado de alguns pontos da estruturação de estoque que foram pouco abordados, pois ainda que tenha sido proposta uma implementação de estoque em um setor que não tinha essa ferramenta até então, muitas variáveis importantes para se pensar uma estruturação de estoque não foram analisadas a fundo, a exemplo da distribuição do espaço físico dos materiais e da implementação da plataforma SAP, que apesar de fundamentais para o funcionamento do estoque, já estavam implementadas na empresa analisada, tendo apenas sido reaproveitadas.

Ainda sobre este exemplo, o espaço do galpão da Engenharia que irá acomodar os materiais já contava com um local capaz de atender a essa finalidade e que não estava sendo utilizado, além da disponibilidade de porta-paletes e recipientes de armazenamento de materiais, fornecidos por outros setores da empresa.

Além disso, o trabalho realizado por se tratar de uma implementação de uma ferramenta que antes não estava presente, não abordou metodologias de otimização de processos ou que garanta padrões de qualidade e excelência, pois a intenção era propor uma estruturação inicial do estoque que solucionasse o problema imediato dos atrasos nas entregas dos dispositivos e para minimizar os riscos e custos dessa operação, tais análises foram desconsideradas. Entretanto, estas análises são de suma importância para garantir o funcionamento e a melhoria contínua do que foi abordado até então, portanto é fundamental dar seguimento a essa análise para garantir um aprimoramento do estoque.

REFERÊNCIAS

- ABEEólica. (2023). **Contribuições da Energia Eólica para o Brasil**. Recuperado de <https://abeeolica.org.br/>
- ASSAF NETO, Alexandre & TIBÚRCIO, César Augusto. **Administração do Capital de Giro**. 2º Ed, São Paulo: Editora Atlas, 1997.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2003.
- BALLOU, R. H. (2001). **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4ªedição. Porto Alegre: Bookman.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de Materiais - uma abordagem introdutória**. Barueri, 2014. Editora Manole.
- CONRADO, Daniel et al. **Vulnerabilidades às mudanças climáticas**. SANQUETTA, CR, p. 80-92, 2000.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I, G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração de materiais e do patrimônio**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- IPCC. (2021). **AR6 SYR Core Writing Team Meeting 2: Relatório detalhado da reunião**.
- LAUDON, Kenneth C; LAUDON, Jane P. **Gerenciamento de sistemas de informação**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001
- MACEDO. L. D. **Produção de Energia Elétrica por Fonte Eólica no Brasil e Aspectos de seu Impacto na Região Nordeste e Rio Grande do Norte**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo (SP), 2015.
- Mendonça, F. (2021). **CLIMA, TROPICALIDADE E SAÚDE: UMA PERSPECTIVA A PARTIR DA INTENSIFICAÇÃO DO AQUECIMENTO GLOBAL**. Revista Brasileira De Climatologia, 1. <https://doi.org/10.5380/abclima.v1i1.25231>.
- SANVICENTE, Antônio Zoratto. **Administração Financeira**. 3º Ed, São Paulo: Editora Atlas, 1997.
- SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- TOFOLI, I; **Administração Financeira Empresarial: Uma tratativa prática**. Lins, Arte Brasil, 2008.
- VIANA, J. J. **Administração De Materiais: Um Enfoque Prático**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2002.