

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

Gustavo Ferreira Santos

**Implantação de mudança no método de controle do estoque em farmácia de
manipulação que vise promover redução de custos**

Florianópolis

2023

Gustavo Ferreira Santos

**Implantação de mudança no método de controle do estoque em farmácia de
manipulação que vise promover redução de custos**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Civil do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, com habilitação em Produção Civil.

Orientador: Prof. Guilherme Ernani Vieira

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Santos, Gustavo Ferreira

Implantação de mudança no método de controle do estoque em farmácia de manipulação que vise promover redução de custos / Gustavo Ferreira Santos ; orientador, Guilherme Ernani Vieira, 2023.

84 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia de Produção Civil, Florianópolis,
2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Civil. 2. Estoques. 3. Custos.
4. Farmácia. I. Vieira, Guilherme Ernani. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de
Produção Civil. III. Título.

Gustavo Ferreira Santos

**Implantação de mudança no método de controle do estoque em farmácia de
manipulação que vise promover redução de custos**

Florianópolis, 10 de julho de 2023

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta dos seguintes membros

Prof. Guilherme Ernani Vieira, Dr.
Orientador

Prof.^a Gisele Chaves, Dr.^a
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Certifico que esta é a versão final do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo autor e julgado adequado por mim e pelos demais membros da banca para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de produção civil

Prof. Guilherme Ernani Vieira, Dr.
Orientador

Este trabalho é dedicado aos meus colegas, professores, amigos e familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, João Roberto e Maria Cláudia por investir na minha educação durante toda a minha vida e serem o meu espelho. Agradeço ao meu irmão Murilo, que apesar da distância, sempre foi presente na minha vida. Agradeço a minha namorada Paula por me incentivar a manter o foco em todos os momentos.

Ao meu orientador, Professor Dr. Guilherme Ernani Vieira, pelas reuniões semanais, por todos os ensinamentos, conselhos e disponibilidade, imprescindíveis à execução deste trabalho.

Agradeço à Farmácia estudada e toda sua equipe, um singular exemplo de profissionalismo. Sempre abertos e disponíveis para sanar as dúvidas relacionadas ao funcionamento da empresa.

Aos meus amigos, que sempre ao meu lado, motivam a crescer e são essenciais em minhas conquistas.

Deixo registrado meu agradecimento a todos os professores que fizeram parte da minha formação, desde os primeiros anos de escola até os últimos semestres da faculdade, sem vocês nada disso seria possível.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à UFSC, por proporcionar tanto crescimento pessoal e profissional nestes meus anos acadêmicos.

RESUMO

Em um mercado cada vez mais competitivo, mostra-se evidente a necessidade de melhorar os processos da empresa visando melhorar seus procedimentos, firmando-se no mercado atual. Para atingir esse fim, o gerenciamento de estoques bem feito é uma alternativa que pode trazer grandes resultados e vantagens competitivas. No ramo farmacêutico não é diferente, há muita concorrência, e a busca por minimizar o custo de estoque é uma ferramenta importante de crescimento. Este estudo busca propor uma política de gerenciamento de estoques que reduza os custos de uma matéria-prima de alto custo para uma farmácia de manipulação, através da criação de diversos cenários e do cálculo dos custos de aquisição, manutenção e perda de estoques sob a ótica do modelo da revisão periódica, revisão contínua e sistema Min-Máx. O objetivo deste trabalho vai além de determinar os custos; também tem como propósito propor novas alternativas por meio da aplicação de diferentes modelos de gerenciamento de estoques, visando a redução de custos para a empresa. Nesse sentido, busca-se apresentar um método de gerenciamento de estoques da matéria-prima UC-2 que traga vantagens para a farmácia. O intuito é melhorar o desempenho financeiro da empresa, através da redução dos níveis de estoque, do aumento da disponibilidade de capital no fluxo de caixa e da economia financeira, sem comprometer o nível de serviço oferecido aos clientes. Essa abordagem trará grandes benefícios tanto para a empresa quanto para sua clientela. A presente pesquisa mostrou como resultado a redução de mais de setenta por cento nos custos totais de gerenciamento de estoques da empresa para a matéria-prima estudada. Apresentou também o uma redução no valor médio imobilizado de UC-2 na farmácia, diminuindo em mais de setenta e cinco por cento o valor imobilizado médio mantido pela empresa atualmente. Além disso, a pesquisa apresentou um potencial de economia ainda maior caso um estudo semelhante seja aplicado para outras matérias-primas visando a melhoria de gerenciamento destas. Dessa forma, fica evidente a necessidade de mudança na política de gerenciamento de estoques da empresa, com o objetivo de redução de estoque de matéria-prima disponível, sem prejudicar o nível de serviço prestado aos clientes, melhorando consideravelmente a saúde financeira da empresa.

Palavras-chave: Gerenciamento de estoques. Redução de custos. Farmácia de manipulação.

ABSTRACT

In an increasingly competitive market, the need to improve company processes in order to optimize procedures and establish a solid presence in the current market becomes evident. To achieve this goal, effective inventory management is an essential alternative that can yield significant results and competitive advantages. The pharmaceutical industry is no exception, facing intense competition, and the pursuit of minimizing inventory costs presents an important growth tool. This study aims to propose an inventory management policy that reduces the costs associated with a high-cost raw material for a compounding pharmacy by creating various scenarios and calculating the costs of acquisition, maintenance and inventory loss from the perspective of periodic review, continuous review, and Min-Max systems. The objective of this work goes beyond determining costs; it also aims to propose new alternatives through the application of different inventory management models, aiming to reduce costs for the company. In this sense, we seek to present a method of managing the UC-2 raw material inventory that brings advantages to the pharmacy. The intention is to improve the company's financial performance by reducing inventory levels, increasing capital availability in the cash flow, and achieving financial savings without compromising the level of service offered to customers. This approach will bring significant benefits both to the company and its clientele. The present research yielded of over seventy percent in the company's total relevant costs for the studied raw material. It also revealed an approximate value of seven thousand reais in immobilized assets, reducing the average immobilized value maintained by the company by over seventy-five percent. Furthermore, the research presented an even greater potential for savings if a similar study were applied to other raw materials, aiming to improve their management policy becomes evident, specifically adopting proposal 2, with the objective of reducing available raw material inventory without compromising the level of service provided to customers, significantly improving the company's financial health.

Keywords: Inventory management. Cost reduction. Compounding pharmacy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de revisão contínua	22
Figura 2 – Custos relevantes em relação ao tamanho do lote.....	24
Figura 3 – Exemplo de revisão periódica	27
Figura 4 – Exemplo de Sistema Min-Máx.....	29
Figura 5 – Classificação ABC	37
Figura 6 – Etapas da pesquisa.....	40
Figura 7 – Classificação ABC Farmácia	45
Figura 8 – Curva ABC.....	45
Figura 9 – Nível de estoque de UC-2 no cenário real	49
Figura 10 – Primeira compra de UC-2 no cenário real.....	49
Figura 11 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 1.....	55
Figura 12 – Primeira compra de UC-2 na proposta 1.....	55
Figura 13 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 2.....	57
Figura 14 – Primeira compra de UC-2 na proposta 2.....	58
Figura 15 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 3.....	60
Figura 16 – Primeira compra de UC-2 na proposta 3.....	60
Figura 17 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 4.....	62
Figura 18 – Primeira compra de UC-2 na proposta 4.....	63
Figura 19 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 5.....	66
Figura 20 – Segunda compra de UC-2 na proposta 5.....	67
Figura 21 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 6.....	69
Figura 22 – Primeira compra de UC-2 na proposta 6.....	70
Figura 23 – Valor médio imobilizado	74
Figura 24 – Comparação dos custos do cenário atual e proposta 2.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Demanda e tempo de atendimento.....	46
Tabela 2 – Tamanho do lote e preço	47
Tabela 3 – Política praticada em 2017 e 2018.....	49
Tabela 4 – Proposta 1 (Ideal).....	54
Tabela 5 – Proposta 2	57
Tabela 6 – Proposta 3	59
Tabela 7 – Proposta 4	62
Tabela 8 – Custos de cada alternativa	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LT - *lead time*

LTm - *Lead time* médio

sd - Desvio padrão da demanda

d - Demanda diária

\bar{d} - Demanda diária média

sLT - Desvio padrão do *lead time*

ES - Estoque de segurança

z - Variável normal padronizada

ROP - Ponto de pedido

ED - Déficit previsto

Q* - Lote econômico de compra

Q - Lote de compra

D - Demanda anual

S - Custo do envio do pedido ao fornecedor

I - Custo da manutenção em porcentagem do valor do item

C - Custo do item por grama

P - Probabilidade de ter estoque disponível

s'd - Desvio padrão revisado da demanda

T* = Intervalo de revisão ótimo

T = Intervalo de revisão

k - Custo da venda perdida

E(z) - Função perda normal

CP - Custo do pedido

CMER - Custo de manutenção de estoque regular

CMES - Custo de manutenção de estoque de segurança

CMEM - Custo de manutenção de estoque médio

CF - Custo da falta de estoques

CT - Custo relevante total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	16
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
1.3	JUSTIFICATIVA	17
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	18
1.5	ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	ESTOQUES	20
2.2	CONTROLE DE ESTOQUE PUXADO.....	21
2.2.1	Modelo de revisão contínua	21
2.2.1.1	<i>Ponto de pedido</i>	23
2.2.1.2	<i>Lote econômico de compra</i>	23
2.2.2	Modelo de revisão periódica	26
2.2.2.1	<i>Intervalo de revisão</i>	27
2.2.3	Sistema Min-Máx.....	28
2.2.3.1	<i>Valor máximo, Q^* e ROP</i>	30
2.3	ESTOQUE DE SEGURANÇA	30
2.4	CUSTOS DOS ESTOQUES	33
2.4.1	Custo de pedido.....	33
2.4.2	Custo de Manutenção	34
2.4.3	Custo da Falta de Estoques.....	35
2.4.4	Custo Total	36
2.5	CLASSIFICAÇÃO ABC.....	37

3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	39
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	39
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	40
3.2.1	Definição do problema e seleção do caso	41
3.2.2	Planejamento do estudo e coleta de dados.....	41
3.2.3	Análise dos dados e criação das propostas	42
3.2.4	Análise das propostas e apresentação dos resultados.....	43
4	DESENVOLVIMENTO.....	44
4.1	ESPECIFICAÇÃO DO CASO	44
4.2	ATUAL POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUE	48
4.2.1	Custos da Atual Política de Estoques.....	50
4.3	PROPOSTA DE NOVOS CENÁRIOS.....	51
4.3.1	Proposta 1 – Revisão contínua ideal – $Q = 54,57g$.....	51
4.3.1.1	<i>Custos da proposta 1 – Revisão contínua ideal – $Q = 54,57g$.....</i>	56
4.3.2	Proposta 2 – Revisão contínua – $Q = 100g$.....	57
4.3.2.1	<i>Custos da proposta 2 – Revisão contínua – $Q = 100g$.....</i>	58
4.3.3	Proposta 3 – Revisão contínua – $Q = 250g$.....	59
4.3.3.1	<i>Custos da proposta 3 – Revisão contínua – $Q = 250g$.....</i>	61
4.3.4	Proposta 4 – Revisão contínua – $Q = 500g$.....	62
4.3.4.1	<i>Custos da proposta 4 – Revisão contínua – $Q = 500g$.....</i>	63
4.3.5	Proposta 5 – Revisão periódica – $Q = 100g$.....	64
4.3.5.1	<i>Custos da proposta 5 – Revisão periódica</i>	67
4.3.6	Proposta 6 – Sistema Min-Máx – $Q = 100g$.....	68
4.3.6.1	<i>Custos da proposta 6 – Sistema Min-Máx – $Q = 100g$.....</i>	70
4.4	ANÁLISE E SELEÇÃO DA MELHOR PROPOSTA.....	71
5	CONCLUSÕES.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80

APÊNDICE A – Tabela de distribuição normal.....	83
APÊNDICE B – Função perda normal.....	84

1 INTRODUÇÃO

Após o grande desenvolvimento tecnológico promovido pela revolução industrial nos últimos séculos, inúmeras empresas foram criadas e tornou-se necessária a pesquisa de novas atividades que propunham redução de custos logísticos para que conseguisse se firmar num mercado cada vez mais competitivo.

Com o passar do tempo, foi percebido que os custos relacionados à logística representavam uma importante parcela dos custos totais das empresas, e por conta disso, se buscou aprimorar as atividades da logística para otimizar a eficiência e reduzir seus custos. Dentro do objetivo de redução de custos logísticos, o gerenciamento de estoques pode representar um grande passo para a redução de custos da empresa.

Gerenciar estoques é a ação de controlar os recursos que passam pela cadeia de suprimentos, operações e processos (SLACK *et al.*, 2009). Segundo Bowersox *et al.* (2013), gerenciar bem os estoques consiste basicamente em definir a quantidade certa e o momento ideal de realizar um pedido de um determinado material.

O objetivo do controle de estoque é melhorar os investimentos feitos em abastecimento de materiais, pois garantir-se de provisões é algo que pode custar caro para a empresa. Apesar disso, não se pode trabalhar sem estoques, pois desta forma, a segurança será perdida (DOS SANTOS *et al.*, 2009).

É importante perceber que o valor de uma boa logística se mostra principalmente em termos de tempo e lugar, ou seja, os produtos e serviços não possuem valor se não estiverem à disposição no tempo certo e no lugar que o cliente necessitar (BALLOU, 2006).

Assim, os níveis de estoques em uma empresa são impactados diretamente pela variabilidade da demanda, e por isso é importante que a política de ressuprimento seja bem definida. Os níveis de estoques se comportam de acordo com variações da demanda, o tempo de atendimento e o tempo de produção (SANTOS; RODRIGUES, 2006).

Atualmente, as melhores e mais eficazes técnicas da gestão de estoques têm demonstrado resultados significativos e apontam consideráveis reduções nos níveis de estoque das empresas de diversos setores. No entanto, é importante reconhecer que a aplicação destas técnicas pode ser um desafio, especialmente quando se lida com uma ampla gama de itens (RODRIGUES, 2009).

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O visível aumento da competitividade nos últimos anos levou empresas dos mais variados setores a buscarem novas alternativas para se consolidarem no mercado. Uma das alternativas que tem se mostrado cada vez mais importante na busca pela consolidação no mercado é a logística (BALLOU, 2006).

Ainda segundo Ballou (2006), dentro dos custos logísticos, aqueles referentes ao gerenciamento de estoques representam uma importante parcela, e a melhoria no gerenciamento tem potencial de trazer grande retorno para a empresa.

Há dois custos principais que devem ser considerados e equilibrados, de um lado o custo da manutenção do material nas prateleiras, e por outro lado, os custos referentes à falta de estoques e perda de vendas. Atingir o equilíbrio entre o excesso e a falta de material em uma empresa é um problema comum hoje em dia.

No presente trabalho, será feito um estudo para aumento da eficiência no gerenciamento de estoques de uma matéria-prima (UC2) em uma farmácia de manipulação. O UC-2 se trata de um insumo a granel que é encapsulado e vendido aos clientes com o objetivo de reduzir desconfortos articulares. Segundo o responsável pelos estoques de material da empresa, há dificuldades de implantar uma política de gerenciamento de estoques que reduza os custos para a empresa em alguns itens de grande importância para a farmácia. Algumas mudanças na política já foram implantadas, mas o desequilíbrio entre a oferta de material e a demanda dos clientes permaneceu. Esse desequilíbrio afeta diretamente na saúde financeira da farmácia e, portanto, este trabalho busca encontrar uma política de gerenciamento de estoques que atinja o equilíbrio para a determinada matéria-prima, e por consequência, traga importantes resultados financeiros.

Com base no relato do proprietário, referente às dificuldades de encontrar o equilíbrio entre essas duas variáveis (oferta e demanda), é preciso definir uma política de estoques que além de atingir o equilíbrio entre oferta e demanda, também reduza os custos relevantes totais referentes à matéria-prima em estudo. Elaborou-se um estudo analisando o comportamento da demanda nos anos de 2017 e 2018 para o UC-2 a fim de avaliar a política adotada, e posteriormente sugerir a implantação de novas decisões que modifique a política de gerenciamento de estoques e resulte em economia financeira para a empresa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor alternativas na estratégia de gerenciamento de estoque de uma matéria-prima de alto custo em uma farmácia de manipulação que reduza seus custos totais e também o valor imobilizado do estoque da empresa.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Calcular o custo da atual metodologia praticada pela farmácia no período estudado no gerenciamento de estoques para a matéria-prima UC-2;
- Formular quatro alternativas de gerenciamento de estoques utilizando o método de revisão contínua, uma alternativa através do sistema de revisão periódica, e uma alternativa utilizando o sistema Min-Máx para a referida matéria-prima e calcular os seus respectivos custos;
- Avaliar os prós e contras de cada proposta criada e definir a alternativa que proporcione a maior redução de custo no gerenciamento de estoque para a empresa no período.
- Determinar a economia no período caso a melhor proposta tivesse sido adotada e a redução do valor imobilizado que seria alcançada.

1.3 JUSTIFICATIVA

As universidades objetivam inculcar nos acadêmicos a curiosidade que incentiva as pesquisas em prol de aprimorar seus conhecimentos. O desenvolvimento do trabalho visa atingir estes objetivos e, além disso, trazer um resultado positivo para um problema que é recorrente na sociedade.

Além de incentivar os alunos a realizar pesquisas e desenvolverem conhecimentos, também é dever das universidades apoiar o desenvolvimento econômico. Devem estar conscientes de que o resultado de suas pesquisas e conhecimentos devem resultar em impactos positivos para a sociedade, propor melhoras e criar soluções para problemas reais (ETZKOWITZ; LEYDESDIRFF, 2000).

Considerando isso, o presente trabalho visa gerar um impacto positivo para um problema bastante presente na sociedade: problemas com o gerenciamento de estoques de matéria-prima.

Acredita-se que a implementação da proposta que será desenvolvida resultará na redução dos custos de estoque para a matéria-prima em estudo. O objetivo principal é estabelecer uma política de reposição de materiais que não apenas reduza os custos, mas também aumente a eficiência operacional, melhore a competitividade e, conseqüentemente, proporcione melhorias financeiras.

Atualmente, é notável a percepção de que à medida que as empresas brasileiras buscam desenvolver suas próprias estratégias gerenciais, aumenta o nível de preocupação delas com os seus estoques, pois percebem que há elevadas possibilidades de fazer economias para a empresa no momento em que for feita a instalação de estratégias de controles mais eficazes (DIAS, 2010).

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho tem o intuito de calcular os custos referentes ao método de controle de estoque que foi praticado pela farmácia nos anos de 2017 e 2018 para a matéria-prima UC-2, e propor ações que resultem em uma redução de custos de estoques para a empresa.

A área da manipulação tem grande parcela do mercado farmacêutico. A customização dos medicamentos agrega muito valor para o cliente e é responsável por grande parte do faturamento (OI *et al.*, 2018).

Em reuniões com o farmacêutico e seus administradores, revelou-se que há aproximadamente oito itens classe A que apresentam problemas na gestão dos estoques. Apesar de haver outros insumos classe A na organização, o presente trabalho se aprofundará apenas à um deles, o UC-2. É nesta matéria-prima que as análises dos dados da empresa e dos cenários criados terão foco.

Desta forma, o estudo não será aplicado a outros insumos ou outras empresas. O aprofundamento do estudo e a análise dos cenários terá foco exclusivamente na matéria-prima UC-2.

A implantação da mudança, seus desafios e eventuais problemas não serão abordados neste trabalho, haverá somente a proposição de nova alternativa no gerenciamento que reduza os custos.

O cenário real e os cenários alternativos de gerenciamento de estoques desta pesquisa serão avaliados e calculados seguindo as metodologias de revisão contínua, revisão periódica e min-máx que foram desenvolvidas e explicadas por Ronald Ballou em seu livro Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial (2006).

1.5 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

O presente trabalho é estruturado em cinco capítulos. Este primeiro, no qual se apresenta a introdução do assunto, a sua importância no contexto da sociedade. Também existem as delimitações da pesquisa e os objetivos que se deseja atingir com o trabalho.

No segundo, será apresentada a fundamentação teórica, com os conhecimentos técnicos necessários para garantir que o entendimento do trabalho seja alcançado. Dentre os assuntos tratados, destaca-se o lote econômico de compra, ponto de pedido, estoque de segurança, nível de serviço e os custos referentes à aquisição, manutenção e falta de estoques.

Posteriormente, no terceiro capítulo, serão definidos os procedimentos metodológicos utilizados, fazendo-se a classificação do trabalho quanto à natureza da pesquisa, sua abordagem e objetivos.

No quarto, apresentar-se-á o desenvolvimento do trabalho, com todos os seus dados, valores, cálculos, decisões e suas justificativas, dados obtidos para classificação ABC e também as análises das propostas criadas para o UC-2, bem como a definição da melhor estratégia para a empresa.

Por fim, no quinto e último capítulo, serão feitas as considerações finais do trabalho, sua contribuição para a empresa e para a sociedade, e conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é destinado à apresentação dos conceitos utilizados na execução do trabalho. Desta forma, tem o objetivo de fornecer as informações mais importantes para auxiliar no completo entendimento do trabalho. Os principais itens são: estoques, controle avançado de estoque puxado, estoque de segurança, ponto de pedido, nível de serviço, lote econômico de compra, custos dos estoques.

2.1 ESTOQUES

Segundo Tadeu e Rocha (2010), o desenvolvimento da administração visando a gestão de estoques está diretamente relacionado com a evolução do gerenciamento de materiais com foco em logística, embora os dois termos (estoques e logística) não tenham o mesmo significado.

Estoques são acumulações de matéria-prima, produto inacabado, componentes, produto acabado e outros materiais que podem se acumular em diversos locais da empresa. Geralmente se localizam em pátios, armazéns, prateleiras, chãos de fábricas e nas máquinas de transporte (BALLOU, 2006). Para Slack (2014), estoques são necessários para absorver o desequilíbrio constante entre oferta e demanda.

Segundo Moreira (2019), entende-se por estoque quaisquer quantidades de bens que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo. Constituem estoques tanto os produtos acabados que aguardam venda quanto matérias-primas e componentes que aguardam utilização na produção.

Segundo Slack (2014), estoque é o acúmulo de recurso material em um sistema de transformação. Para Ballou (2006), a principal função dos estoques é garantir que o produto estocado esteja a disposição no momento certo que o cliente desejar, e nas quantidades demandadas.

Processos produtivos que não são muito confiáveis, ou aqueles que são gerenciados de forma equivocada, acabam gerando mais estoques, seja como uma forma de prevenção de eventos inesperados, ou como o resultado da ineficiência da gestão dos recursos materiais existentes na empresa. Apesar disso, estoques são de grande importância tanto para a logística quanto para a produção (ROSA *et al.*, 2010).

Obviamente, manter estoque na empresa representa um valor imobilizado, e este pode ser muito significativo dependendo do ramo de atuação da empresa (SLACK *et al.*, 2014). Vale destacar que grandes níveis de estoques causam a imobilização do capital de giro, além disso, também aumentam a possibilidade de perdas dos itens estocados por obsolescência.

2.2 CONTROLE DE ESTOQUE PUXADO

A escolha por um método de controle de estoque puxado é feita quando é impossível definir com exatidão o comportamento da demanda dos materiais no futuro.

Por conta disso, se busca uma alternativa que absorva estas incertezas e consiga atender as imprevisíveis variações na demanda dos clientes (BALLOU, 2006).

Ao escolher a filosofia de gestão de estoque do tipo puxado como política de compra de materiais, duas tradicionais abordagens normalmente são discutidas. A primeira consiste no modelo de revisão contínua, e a segunda, do modelo de revisão periódica.

Considerando as duas opções de modelos de gestão de estoques, a escolha por um dos sistemas de controle pode ser mais ou menos vantajosa sob a ótica do estoque médio e dos custos totais. A seguir, será apresentada uma breve descrição destes modelos, e posteriormente a aplicação destes modelos para a matéria-prima em estudo.

2.2.1 Modelo de revisão contínua

O modelo de revisão contínua considera que a demanda é perpétua e sempre reduz o nível de estoque até um determinado momento quando se faz um novo pedido de reposição, e então, o nível de estoque se eleva com a chegada deste novo lote comprado (BALLOU, 2006).

O modelo de revisão contínua consiste em estabelecer um nível fixo de reposição (ROP) que, ao ser atingido, é o momento de se realizar o envio de um novo pedido de material de tamanho (Q) pré-definido. Esse nível ROP também é chamado de Ponto de Pedido (Rosa *et al.*, 2010). A escolha pelo modelo de revisão periódica não obriga o uso do lote econômico (TUBINO, 2000). A quantidade Q a ser comprada pode ser definida considerando algum outro critério de interesse se baseando na experiência prática da empresa. Porém, é conveniente fazer a reposição dos estoques em quantidades econômicas (ROSA *et al.*, 2010).

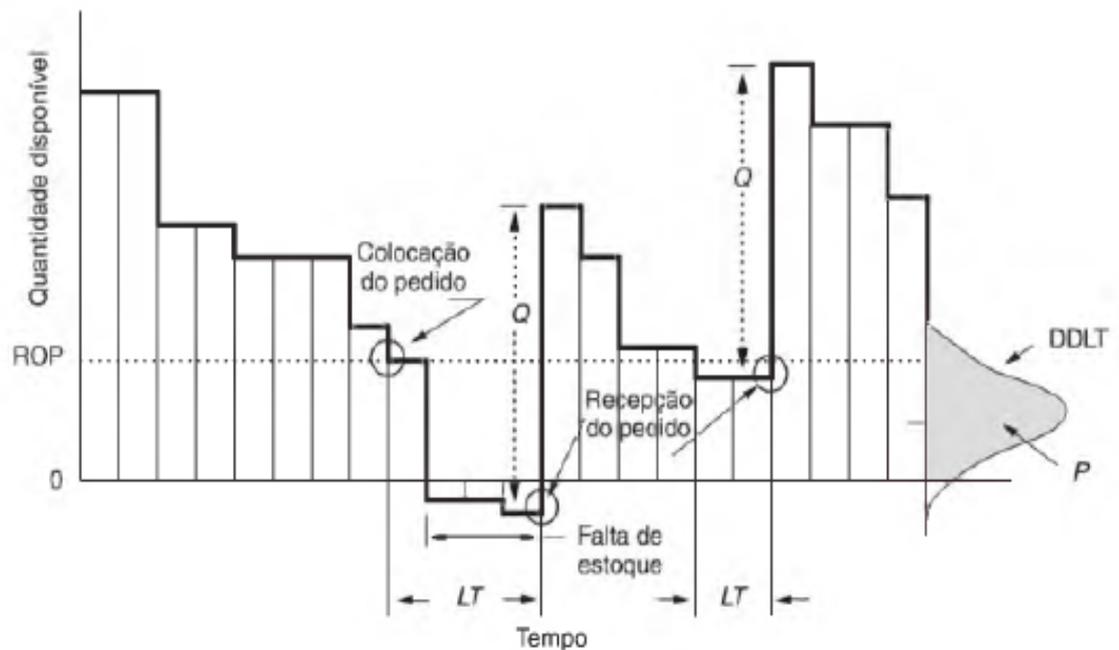
No modelo de revisão contínua, o intervalo entre cada pedido ao fornecedor é variável, e o momento de enviar o pedido é quando o nível de estoques atinge o ponto do pedido.

Um clássico problema da engenharia de produção é determinar um esquema que otimize a reposição do estoque de uma determinada mercadoria (ALVARENGA; NOVAES, 2000).

O lote que reabastecerá o estoque chega após um tempo da realização do pedido, e esse intervalo entre a realização do pedido e o recebimento do material é definido como *lead time* (LT). O comportamento dos dados da demanda e também do tempo de ressurgimento de material por parte do fornecedor podem ser representadas por uma distribuição normal.

Este será o modelo utilizado para auxiliar nas decisões de gerenciamento de estoque de 4 cenários do presente trabalho. A figura 1 ilustra o comportamento do nível de estoques no modelo de revisão contínua.

Figura 1 – Exemplo de revisão contínua



Fonte: Ballou (2006)

Onde:

ROP = Ponto de pedido

Q = Tamanho do pedido

LT = *Lead time* do fornecedor

2.2.1.1 Ponto de pedido

O ponto de pedido corresponde ao nível de estoque que ao ser atingido indica a necessidade de ressuprimento do material (PEINADO, 2007).

Como em geral há um intervalo entre o momento que se realiza o pedido de ressuprimento até quando o estoque é, de fato, renovado, o consumo de material durante este período deve ser antecipado para que não ocorra a perda de vendas pela falta dos insumos.

Considerando que durante o intervalo entre o envio do pedido ao fornecedor e o efetivo recebimento do material comprado, existe a possibilidade de um aumento na demanda dos clientes ou um aumento no *lead time* de entrega por parte do fornecedor, pode-se perceber que haverá o risco de que algumas vendas sejam perdidas ou atrasadas, este custo indesejável deve ser equilibrado com o aumento do ponto do pedido (BALLOU, 2006).

Encontrar o ponto do pedido ideal para um determinado item pode não ser tão simples, mas uma aproximação satisfatória pode ser feita através da equação 1 (BALLOU, 2006):

$$ROP = \bar{d} \times LTm + ES \quad (1)$$

ROP = Ponto de pedido

\bar{d} = Demanda diária média

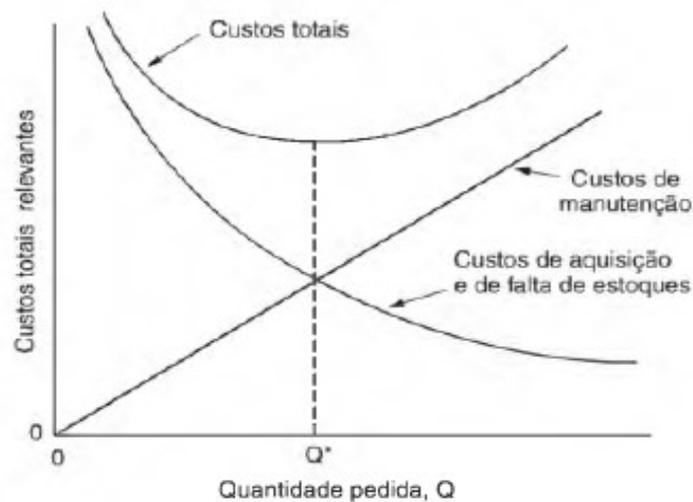
LTm = Lead time médio (dias)

ES = Estoque de segurança

2.2.1.2 Lote Econômico de Compra

O lote econômico de compra (LEC) é a quantidade comprada que resulte no menor custo total em estoque. Se o tamanho do lote (Q) aumenta, crescem os custos de manutenção de estoques e decrescem os custos de processamento dos pedidos. Se o tamanho do lote diminui, o movimento é oposto. Quando as linhas se encontram, o custo total passa pelo valor mínimo, otimizando o processo de decisão (MOREIRA, 2019).

Figura 2 – Custos relevantes em relação ao tamanho do lote



Fonte: Ballou (2006)

O equilíbrio entre a disponibilidade de material e a falta dele pode ser calculada através de um método iterativo que se aplica para determinar o tamanho ideal do lote econômico de compra. Primeiramente, deve-se fazer uma aproximação do lote econômico de compra através da equação 2 (BALLOU, 2006):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{I \times C}} \quad (2)$$

Onde:

Q^* = Lote econômico de compra

D = Demanda anual

S = Custo do envio do pedido

I = Custo da manutenção em porcentagem do valor do item (taxa de perda)

C = Custo do item

Após realizar esta aproximação inicial, deve-se computar a probabilidade de ter estoques disponíveis durante o prazo de entrega, sabendo que há perda de vendas em caso de faltar estoques através da equação 3 (BALLOU, 2006):

$$P = 1 - \frac{Q^* \times I \times C}{D \times k} \quad (3)$$

Onde:

P = Probabilidade de ter estoque disponível

Q* = Lote econômico de compra

I = Custo da manutenção em porcentagem do valor do item (taxa de perda)

C = Custo do item

D = Demanda anual

k = Custo da venda perdida

Após encontrar o valor de P, deve-se utilizar o valor de z referente ao valor de P na tabela de distribuição normal (apêndice A) e posteriormente buscar o valor equivalente a z na tabela da função perda E(z) (apêndice B). Com o valor de E(z) encontrado, substituir na equação 4 para aproximar-se do valor ótimo do lote econômico de compra.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times [S + k \times s'd \times E(z)]}{I \times C}} \quad (4)$$

Onde:

Q* = Lote econômico de compra

D = Demanda anual

S = Custo do envio do pedido

k = Custo da venda perdida

s'd = Desvio padrão revisado da demanda

E(z) = Função perda normal

I = Custo da manutenção em porcentagem do valor do item (taxa de perda)

C = Custo do item

Deve-se refazer esta etapa iterativa com as formulas 3 e 4 com o objetivo de aproximar os valores de E(z) e Q para o valor ideal até de que o valor destas variáveis já não se altere mais. Então, o ponto de equilíbrio entre o tamanho do lote de compra e a função perda de vendas é alcançado.

2.2.2 Modelo de revisão periódica

O modelo de revisão periódica é um dos métodos mais comuns de gerenciamento de estoques, amplamente estudado e utilizado na área da logística. Nesse modelo, a revisão e o reabastecimento do estoque ocorrem em intervalos fixos de tempo. De acordo com Chopra e Meindl (2016), o modelo de revisão periódica envolve a contagem física do estoque em intervalos regulares e a emissão de um pedido de reposição para atingir o nível de estoque desejado. Esse modelo é especialmente útil em cenários onde a demanda é relativamente estável e previsível, permitindo uma programação de pedidos mais eficiente e evitando problemas de falta ou excesso de estoque.

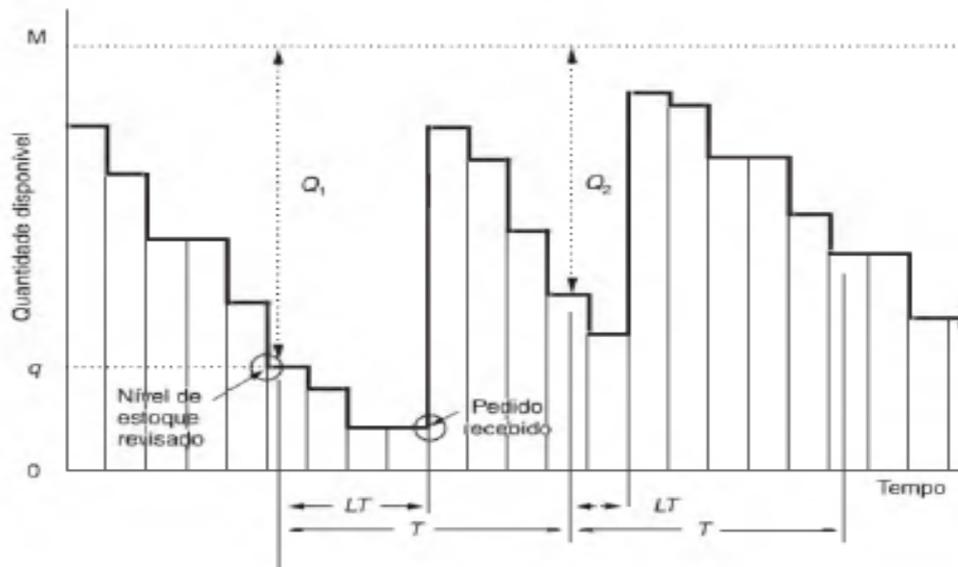
O modelo de revisão periódica consiste em definir o melhor intervalo entre as compras de material para o ressuprimento. A quantidade solicitada ao fornecedor a cada novo pedido pode variar de acordo com o consumo no período anterior (PEINADO, 2007). Por isso, a quantidade de material que é comprada difere da quantidade ótima, e deve ser comprada uma quantidade suficiente para atender a demanda durante o intervalo ótimo calculado (SLACK *et al.*, 2014).

O modelo de revisão periódica apresenta, como principal vantagem, a flexibilidade na determinação da periodicidade a ser empregada. Ou seja, pode ser definido um intervalo onde o pedido de vários produtos seja feito de uma só vez, buscando reduzir o custo de transporte (TUBINO, 2009).

No modelo de revisão periódica, o estoque é revisado em intervalos fixos de tempo, independentemente da quantidade de estoque disponível. Durante cada revisão, é feito um pedido de reposição para atingir o nível desejado de estoque. Este modelo é adequado quando a demanda é relativamente estável e previsível. Permite uma programação mais eficiente dos pedidos e ajuda a evitar problemas de falta ou excesso de estoque (SLACK, *et al.*, 2019).

Este será o modelo utilizado para auxiliar nas decisões de gerenciamento de estoque da proposta 5 do presente trabalho. A figura 3 ilustra um exemplo do comportamento do nível de estoques no modelo de revisão periódica.

Figura 3 – Exemplo de revisão periódica



Fonte: Ballou (2006)

2.2.2.1 Intervalo de revisão

O intervalo de revisão consiste no tempo entre o envio de dois pedidos distintos ao fornecedor da matéria-prima. Pode ser encontrado através da aproximação inicial do tamanho do lote da equação 2, e posteriormente utilizado na equação 5 a seguir (BALLOU, 2006):

$$T^* = \frac{Q^*}{D} \quad (5)$$

Onde:

T^* = Intervalo de revisão

Q^* = Lote econômico de compra

D = Demanda anual

Segundo Tubino (2000), o modelo de revisão periódica se desenvolve em função do tempo estabelecendo os dias que serão analisados os fatores inerentes ao sistema, diferentemente do sistema de revisão contínua, onde o ponto de pedido é o fator determinante para a revisão.

Segundo Bowersox e Closs (2011) a existência de um intervalo entre duas contagens consecutivas faz com que o estoque médio para o modelo de controle periódico seja maior que para o modelo de controle permanente conforme apresentado na equação 6 (BALLOU, 2006).

$$AIL = \frac{d \times T^*}{2} + z \times s'd \quad (6)$$

Onde:

AIL = Estoque médio

d = demanda média diária

T* = Intervalo de revisão

z = variável normal padronizada

s'd = desvio padrão revisado da demanda

Importante salientar que para calcular o valor do estoque médio no modelo de revisão periódica o valor do s'd é calculado de forma diferente do modelo de revisão contínua. No modelo de revisão periódica ele é calculado a partir da equação 7 (BALLOU, 2006).

$$s'd = sd \times \sqrt{T^* + LTm} \quad (7)$$

Onde:

s'd = desvio padrão revisado da demanda

sd = desvio padrão da demanda

T* = Intervalo de revisão

LTm = *Lead time* médio

2.2.3 Sistema Min-Máx

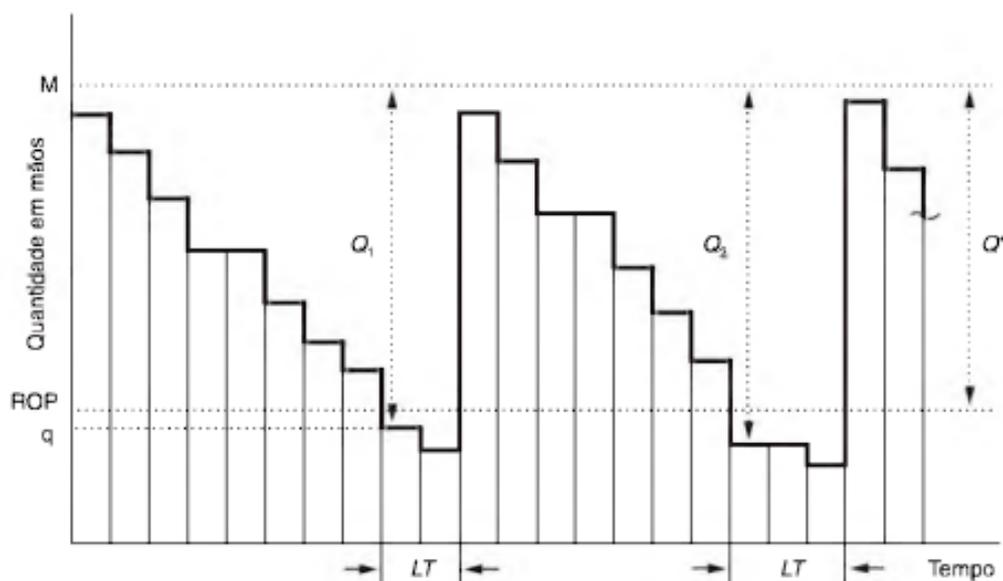
Segundo Pimentel e Zerbini (2019), o sistema de gerenciamento de estoques Min-Máx é amplamente adotado por empresas de diferentes setores devido à sua simplicidade e eficiência. O estoque mínimo estabelecido garante que a empresa tenha um suprimento mínimo de produtos, evitando a escassez e possíveis perdas de vendas. Já o estoque máximo permite limitar a quantidade armazenada, evitando custos desnecessários de armazenamento. Essa

abordagem ajuda as empresas a controlar seus níveis de estoques de forma mais precisa, garantindo um equilíbrio entre a oferta e a demanda.

De acordo com Ferreira e Araújo (2020), o sistema Min-Máx é uma estratégia de controle de estoque que tem como objetivo principal manter um equilíbrio entre a disponibilidade de produtos e os custos de armazenamento. O estoque mínimo é definido com base na demanda média e no tempo necessário para repor os produtos. Quando o estoque atinge esse nível mínimo, é feito um pedido de reposição para atingir o estoque máximo estabelecido. Essa abordagem simplifica o processo de gestão de estoques, permitindo um controle mais eficiente e reduzindo a ocorrência de problemas como falta ou excesso de produtos.

Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2020) o sistema Min-Máx é uma técnica tradicional de gerenciamento de estoques que busca equilibrar os custos de armazenamento e as demandas dos clientes. A definição do estoque mínimo é baseada em fatores como o tempo de reposição, a variabilidade da demanda e os custos associados à falta de estoque. Por sua vez, o estoque máximo é determinado para evitar problemas de armazenamento excessivo e obsolescência de produtos. Embora o sistema Min-Máx seja relativamente simples, é importante considerar fatores como sazonalidade, tendências de mercado e incertezas para complementar essa abordagem básica de controle de estoque. A figura 4 representa o comportamento dos estoques em um sistema Min-Máx.

Figura 4 – Exemplo de sistema Min-máx



Fonte: Ballou (2006)

2.2.3.1 Valor máximo, Q^* e ROP

Segundo Ballou (2006), as fórmulas para encontrar o valor máximo de estoques, tamanho do pedido ideal, e ponto do pedido são:

$$M^* = ROP + Q^* - ED \quad (8)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{I \times C}} \quad (2)$$

$$ROP = d \times LTm + ES + ED \quad (9)$$

Onde:

M^* = Nível máximo de estoque ideal

Q^* = Lote econômico de compra

ROP = Ponto do pedido

LTm = *Lead time* médio

D = Demanda anual

S = Custo do envio do pedido

ED = Déficit previsto

ES = Estoque de segurança

I = Custo da manutenção em porcentagem do valor do item (taxa de perda)

C = Custo do item

O déficit previsto (ED) é uma aproximação da quantidade de material que ultrapassa o valor do ponto do pedido (ROP) quando o nível de estoque reduz ao ser consumido pelos clientes. É o montante médio que a quantidade em mãos tende a cair antes da emissão de um novo pedido de reabastecimento.

2.3 ESTOQUE DE SEGURANÇA

Para Dias (2010), o estoque de segurança serve para garantir que o processo produtivo funcione de forma eficiente, eliminando o risco da falta de material. Segundo Chopra e Meindl

(2003), o estoque de segurança, além da função de cobrir as variações da demanda dos clientes e do *lead time* de entrega do fornecedor, ele também atua para cobrir as falhas no transporte, na comunicação, na produção, na previsão da demanda, entre outros.

Segundo Peinado (2007), o estoque de segurança visa proporcionar um certo nível de serviço exigido, neutralizando os riscos impostos pela possível oscilação no tempo do suprimento ou da demanda. Em outras palavras, a organização conta com estoque adicional para compensar um eventual atraso na produção, na entrega, ou mesmo um aumento inesperado na demanda. Para Chopra e Meindl (2003), o valor adequado do estoque de segurança a se manter está relacionado com a incerteza do comportamento da demanda e ao nível de serviço que se deseja oferecer ao cliente.

Tendo em vista a impossibilidade de previsão exata da demanda futura e dos prazos de reabastecimento, é importante que além do estoque regular - que é usado para suprir a necessidade média dos clientes e o tempo de ressuprimento médio dos fornecedores - se tenha um estoque de segurança, ou seja, um pulmão que absorva as variações na demanda dos clientes e no tempo de ressuprimento dos fornecedores do material (BALLOU, 2006).

Estoque de segurança são mantidos para defender a empresa de incertezas em suas operações logísticas. Alguns fatores como demanda, *lead time* e quantidade recebida podem apresentar variações imprevisíveis, os estoques de segurança evitam que o processo produtivo pare, e conseqüentemente, diminui a chance de que estas variações interrompam as atividades da empresa em atender a demanda (GARCIA, 2006). Segundo Santos e Rodrigues (2006), os estoques de segurança existem por causa das incertezas da demanda e do *lead time* de fornecimento.

Estoque de segurança representam custo, o dilema dos gerentes responsáveis pela administração de materiais consiste em manter um estoque de segurança o mais baixo possível para diminuir seu custo. Por outro lado, ele deve ser suficientemente alto para garantir um nível de serviço adequado (PEINADO, 2007).

É recorrente, com o aumento da globalização, que as empresas e seus fornecedores estejam sediados em diferentes continentes. Nessas situações, o *lead time* pode se tornar muito significativo. Qualquer problema que aconteça nas etapas entre o envio do pedido e o recebimento do produto pode acarretar em um tempo ainda maior de ressuprimento. Estas incertezas influenciam na decisão do tamanho do estoque de segurança que deve ser adotado pela empresa (ROSA *et al.*, 2010).

Considerar a incerteza no prazo de entrega e a incerteza na demanda resulta num maior realismo do método. Ao levar em consideração a variância do *lead time* com a variância da demanda encontra-se a fórmula para o desvio padrão revisado da demanda, que pode ser calculado pela equação (10) (Ballou, 2006):

$$s'd = \sqrt{LTm \times sd^2 + \bar{d}^2 \times sLT^2} \quad (10)$$

Onde:

$s'd$ = Desvio padrão revisado da demanda

LTm = *Lead time* médio

sd = Desvio padrão da demanda

\bar{d} = Demanda diária média

sLT = Desvio padrão do *lead time*

Por fim, o valor numérico do estoque de segurança será a multiplicação do desvio padrão revisado da demanda pelo valor da variável normal padronizada referente ao nível de serviço que se deseja atingir, e pode ser calculado através da equação 11 (Ballou, 2006):

$$ES = z \times s'd \quad (11)$$

Onde:

ES = Estoque de segurança

z = Variável normal padronizada

$s'd$ = Desvio padrão revisado da demanda

A variável normal padronizada (z) representa um valor do nível de serviço que deseja oferecer aos clientes. Quanto maior o nível de serviço que a empresa pretende ofertar à sua clientela, maior será o valor de z , e conseqüentemente maior será o estoque de segurança. Desta forma, com um estoque de segurança mais robusto, maior será a probabilidade de ter matéria-prima à disposição em caso de um aumento repentino da demanda.

2.4 CUSTOS DOS ESTOQUES

Com o passar dos anos, inúmeras estimativas e estudos foram feitos para determinar os custos logísticos para cada empresa. Diversas estimativas foram propostas, gerando uma infinidade de sugestões e uma grande disparidade destas suposições. Segundo o Fundo Monetário Internacional, os custos logísticos representam cerca de 12% do PIB mundial. Para as empresas, estes custos podem variar de 4% a até mais de 30% das vendas (BALLOU, 2006).

Segundo Moreira (2019), a manutenção destes estoques pode representar um importante e significativo custo no decorrer do ano. Por este motivo, administrar bem estes níveis de estoques na empresa é muito importante economicamente. Referente aos custos dos estoques, Gaiter e Frazier (2001) apontam que sua redução pode ser determinante para ganhar competitividade no mercado.

Em um ambiente empresarial, os baixos níveis de estoque podem trazer perdas de descontos nas compras de grandes lotes e aumento nos custos da falta de materiais, mas por outro lado o excesso de estoques traz custos de altos valores imobilizados e custos operacionais altos. Encontrar o ponto ótimo no nível de estoques a ser mantido não é uma tarefa simples (GARCIA, 2006).

Gerenciar bem os estoques é importante para equilibrar a disponibilidade do produto, o nível de serviço que será entregue ao cliente. Como há diversas maneiras de se atingir um nível de serviço satisfatório aos seus clientes, é recomendado buscar aquela alternativa que reduza os custos para a empresa (BALLOU, 2006).

Existem basicamente três custos de estoques, o custo de aquisição, o custo de manutenção, e o custo da falta de estoques. E estes estão em constante conflito (SLACK, 2014).

2.4.1 Custo do pedido

Segundo Jacobs, Chase e Lummus (2018), custo do pedido é um elemento essencial no gerenciamento de estoques, impactando diretamente nos custos totais de estoque de uma empresa. Ele engloba despesas administrativas, como o tempo gasto na elaboração e processamento e recebimento de pedidos, custos de transporte, frete e taxas de entrega. Uma análise adequada e controle eficiente do custo do pedido são fundamentais para minimizar os custos totais de estoque, considerando a frequência e o tamanho dos pedidos de reposição.

Segundo Garcia (2006), estes são os custos relacionados a uma ordem de pedido de ressurgimento ao fornecedor e podem ser classificados como fixos ou variáveis. O melhor exemplo de custos variáveis é o preço dos itens pedidos, que variam de acordo com a quantidade pedida. Já os custos fixos associados ao pedido de aquisição são o frete, o envio da ordem e inspeção.

O custo referente à aquisição de algum produto para reposição representa grande força econômica que geralmente determina a quantidade de produto a ser comprada em cada lote de compra. Ao fazer o pedido de reposição, diversos custos estão implícitos nesta atividade: o processamento, a transmissão do pedido pelos setores, o frete de entrega, o tempo de cada trabalhador envolvido no manuseio do produto no momento da recepção, entre outros. O cálculo do custo envolvido na aquisição pode ser expresso através da equação 12 (BALLOU, 2006):

$$CP = \frac{D}{Q} \times S \quad (12)$$

Onde:

CP = Custo de pedido anual

D = Demanda anual

Q = Lote de compra

S = Custo do envio do pedido

2.4.2 Custo de Manutenção

Os custos de manutenção são os custos relativos à quantidade estocada e o tempo que permanecem em estoque. Um dos principais exemplos de custos de manutenção de estoques é o custo de oportunidade de capital, ou seja, o valor do capital investido em estoques, visto que poderia ser investido em outra atividade, como ações e outros títulos que tenham algum retorno financeiro (GARCIA, 2006).

Já o custo de manutenção de estoques trata de propriedade e de armazenamento de material em suas instalações e diversos custos se encaixam neste tipo, por exemplo o espaço que o material ocupa em uma instalação, no caso de um produto de grande volume em um espaço alugado, pode representar um problema financeiro. O custo de capital também está incluso dentro do custo de manutenção e representa o valor imobilizado de um material em

estoque. Se for um produto caro em grandes quantidades, poderá comprometer a saúde financeira da empresa.

Outros custos como serviços de segurança para estes materiais, risco de roubo, perda, obsolescência e deterioração também se incluem dentro dos custos de manutenção de estoques.

Pode ser dividido em duas fórmulas para cálculo, a equação 13 (BALLOU, 2006) para a manutenção do estoque regular, que é calculado com base na média de material que é comprado e consumido pela empresa, e a equação 14 (BALLOU, 2006) para calcular os custos referentes à manutenção do estoque de segurança.

$$CMER = I \times C \times \frac{Q}{2} \quad (13)$$

$$CMES = I \times C \times ES \quad (14)$$

Onde:

CMER = Custo de manutenção de estoque regular

CMES = Custo de manutenção de estoque de segurança

I = Custo da manutenção em porcentagem do valor do item (taxa de perda)

C = Custo do item

Q = Tamanho do lote de compra

ES = Estoque de segurança

2.4.3 Custo da Falta de Estoques

Segundo Ballou (2006), o custo da falta de estoques representa o valor perdido em caso de perder oportunidades de vendas quando o cliente deseja um produto que a empresa não tem a disposição e a venda não acontece, e também as situações onde as vendas ainda acontecem, mas com atraso. Este atraso também é computado dentro dos custos da falta de estoques.

Há o aumento nos custos de falta quando a empresa não possui estoque suficiente para contemplar toda a demanda do cliente em determinado momento. Isto gera uma perda de vendas, deterioração da imagem, pagamento de multas contratuais, perda de clientes, e também

pagamento extra para acelerar o frete de entrega (GARCIA, 2006). O custo da falta de estoques pode ser calculado através da equação 15 (BALLOU, 2006).

$$CF = \frac{D}{Q} \times k \times s'd \times E(z) \quad (15)$$

Onde:

CF = Custo da falta de estoques

D = Demanda anual

Q = Tamanho do lote de compra

k = Custo da venda perdida

s'd = Desvio padrão revisado da demanda

E(z) = Função perda normal

2.4.4 Custo Total

O custo total nada mais é do que a soma dos custos anteriormente mencionados. É importante para fazer a comparação entre diversas alternativas de política de gerenciamento de estoques para avaliar aquela que oferece uma maior redução de custos para o empresário, o custo total é encontrado através da equação 17 (BALLOU, 2006):

$$CT = CP + CMER + CMES + CF \quad (17)$$

Onde:

CT = Custo total

CP = Custo de pedido anual

CMER = Custo de manutenção do estoque regular

CMES = Custo de manutenção do estoque de segurança

CF = Custo da falta de estoques

2.5 CLASSIFICAÇÃO ABC

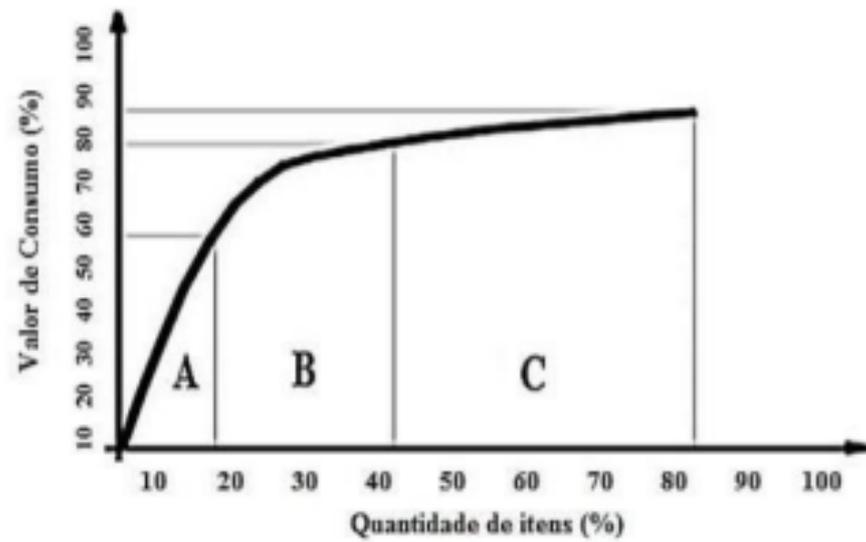
A curva ABC é uma ferramenta de análise e classificação amplamente utilizada no gerenciamento de estoques e no controle de materiais. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2019), a curva ABC é baseada no princípio de Pareto, onde um pequeno número de itens tem um impacto significativo no desempenho global do estoque. Essa análise classifica os itens em três categorias principais: A, B e C. Os itens da categoria A representam uma pequena proporção do total de itens, mas contribuem com uma grande parte do valor ou impacto no estoque. Os itens da categoria B tem uma importância intermediária, enquanto os itens da categoria C são de menor valor e impactam pouco no resultado global dos estoques.

Martins e Laugeni (2006) afirmam que a classificação ABC é um método para classificar itens, materiais ou atividades de acordo com a sua importância. Serve para selecionar os itens mais importantes, e dedicar a nossa atenção e controle num número reduzido de itens. As áreas que são aplicadas esta análise são na Gestão de Estoque, Gestão da Manutenção, Gestão da Qualidade.

O principal benefício desta análise é proporcionar ao trabalho de controle de estoque do analista o conhecimento aprofundado sobre os produtos de maior valor e gerar a melhoria da aplicação dos recursos financeiros e materiais, evitando desperdícios ou aquisições indevidas e favorecendo o aumento da lucratividade (BRITO 2010).

Slack (2009) afirma que os itens classificados no grupo A representam aproximadamente 20% do volume do estoque e 80% do investimento da empresa. Os itens do grupo B representam 30% do volume do estoque e 10% do investimento, enquanto os itens do grupo C representam 50% do volume do estoque e 10% do investimento, conforme figura a seguir.

Figura 5 – Classificação ABC



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem como objetivo detalhar e classificar o presente trabalho considerando as suas características quanto aos itens de natureza, abordagem, objetivos e método utilizado.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Na classificação das pesquisas, há diversas possibilidades levando-se em conta suas características quanto aos métodos utilizados, seus objetivos, natureza e tipo de abordagem.

Considerando o presente trabalho, sua classificação quanto aos objetivos, aquele que mais se adequa é do tipo exploratória, pois segundo Gil (1991), o tipo exploratória tem como objetivo apresentar uma maior intimidade com o problema, buscando aprimorar as ideias e criar hipóteses para solucioná-lo. Em geral, buscam informações através de entrevistas, análises de casos semelhantes para facilitar a compreensão.

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, as pesquisas científicas podem ser classificadas como pesquisa bibliográfica, documental, estudo de caso, pesquisa-ação, entre outros. O presente trabalho apresenta a metodologia de estudo de caso, pois segundo Gil (1991), este modelo de pesquisa apresenta uma constante troca entre o pesquisador e os grupos interessados, e em linhas gerais apresentam as etapas de fase exploratória, formulação do problema, criação de hipóteses, definição da amostra, coleta de dados e análise dos dados coletados.

Ainda segundo Gil (1991), além da classificação quanto aos objetivos e à metodologia utilizada, é necessário classificar também a pesquisa referente à natureza (básica ou aplicada) e também quanto à abordagem (qualitativa, quantitativa ou mista).

No que se refere à natureza, a presente pesquisa é do tipo aplicada, pois este tipo de pesquisa se propõe a aprofundar um conhecimento e busca resolver um problema específico de uma determinada situação prática (SILVA; MENEZES, 2001). No trabalho em questão, se busca resolver um determinado problema de gerenciamento de estoque de uma matéria-prima em uma farmácia de manipulação.

Quanto à abordagem, a pesquisa tem uma abordagem mista, pois segundo Silva e Menezes (2016), neste tipo de abordagem, as decisões e análises podem ser feitas com base em valores numéricos com o uso de ferramentas estatísticas que colaborem com uma melhor decisão de estratégia ou são feitas em cima de conversas e decisões empíricas e não numéricas.

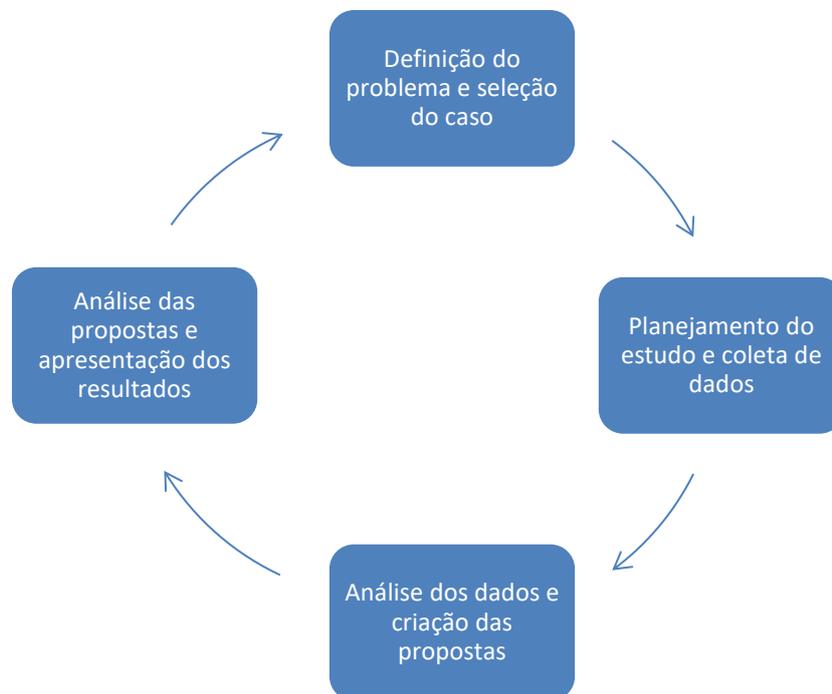
Desta forma, o presente trabalho acadêmico enquadra-se em um estudo de caso, exploratória, com natureza aplicada e de abordagem mista.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Esta seção descreve as etapas executadas no processo de desenvolvimento deste trabalho, levando em consideração a realidade encontrada, as reuniões realizadas com os proprietários, as limitações da empresa e seus fornecedores, entre outros fatores relevantes.

Para solucionar o problema encontrado e construir o presente trabalho, foram seguidas as seguintes etapas principais: observação e diagnóstico do problema, formulação de estratégias, desenvolvimento e análise das estratégias, e conclusão e observações.

Figura 6 – Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

3.2.1 Definição do problema e seleção do caso

Primeira etapa da pesquisa, onde foram realizadas as primeiras entrevistas com os responsáveis foi elencado problemas de gerenciamento enfrentados pela empresa nos últimos anos. Para se definir qual problema de gerenciamento seria aprofundado, a opinião do empresário e o seu sentimento de perda financeira foi determinante para definir o caso que seria estudado. Para atingir o completo entendimento do problema, avaliou-se os relatórios de compra e venda de material da empresa em dois anos.

Inicialmente, foi realizada uma análise para identificar e compreender completamente o problema em questão. O objetivo desta etapa é aprofundar o conhecimento da empresa e compreender melhor o cenário real e as motivações que foram consideradas para as tomadas de decisão no que se refere à matéria-prima em estudo. Aproximadamente dez reuniões de trinta minutos com o proprietário foram realizadas para compreender a realidade da empresa e a análise dos relatórios de compra e venda de material foram feitas para buscar compreender todos os detalhes do problema encontrado.

Após a compreensão completa, fez-se um diagnóstico da situação encontrada para que posteriormente seja definida uma solução para a resolução do problema.

3.2.2 Planejamento do estudo e coleta de dados

Após o estudo aprofundado e a elaboração de um diagnóstico claro sobre o problema da organização que se deseja aprofundar, a segunda fase foi estruturada fazendo a busca de possíveis soluções para o problema.

Esta etapa envolveu a coleta de informações referentes ao relatório de compra e venda de material, tamanhos dos lotes ofertados pelo fornecedor, seus custos e definição dos valores subjetivos, como taxa de perda e custo de aquisição, e custo gerado por cada venda perdida. Estas coletas foram realizadas tanto por meio de pesquisas ao banco de dados da empresa, como por meio de interações diretas com os proprietários envolvidos.

Com base no diagnóstico realizado, buscou-se criar alternativas que atinja melhores resultados para solucionar o problema identificado. Essas estratégias foram desenvolvidas levando em consideração os recursos disponíveis, as limitações da empresa e dos fornecedores, as expectativas dos proprietários, e o contínuo atendimento à clientela.

Considerando a base de dados de compras e vendas da empresa, as limitações do fornecedor, determinação dos custos relacionados, foi determinado quais cenários seriam criados para solucionar o problema.

Em conjunto com o proprietário da farmácia, compreender o foco da empresa, suas limitações físicas e financeiras. Fazer um estudo das possíveis estratégias de ação para buscar a resolução do problema.

O objetivo que a empresa deseja atingir referente a este medicamento é determinante para a formulação das estratégias, pois de acordo com o planejamento estratégico da empresa pode-se aumentar ou diminuir o nível de serviço que será oferecido aos clientes. Considerando a demanda nos períodos anteriores, o lucro ou prejuízo que este material traz para a empresa e a saúde financeira da empresa é possível criar estratégias que estejam mais coesas com a o objetivo da organização de reduzir custos e manter um alto nível de serviço.

3.2.3 Análise dos dados e criação das propostas

Após reuniões com o proprietário para o completo entendimento do problema, análise aprofundada dos relatórios de compra e venda, custos do material, limitações da empresa e fornecedor, determinou-se a formulação das melhores estratégias para enfrentar o problema encontrado, nesta etapa buscou-se o completo desenvolvimento das principais estratégias formuladas.

Foi criada uma alternativa ótima de acordo com o método de revisão contínua de Ronald Ballou que não é possível pôr em prática. Considerando o planejamento da empresa para o medicamento em estudo, e respeitando as limitações do fornecedor, criou-se outras estratégias para atender o desejo do proprietário de melhoria no gerenciamento do estoque.

Fez-se a criação de 6 alternativas utilizando 3 métodos de gestão distintos. Uma alternativa para cada um dos lotes ofertados pelo fornecedor utilizando o método da revisão contínua, e posteriormente uma alternativa utilizando o método de revisão periódica e outra utilizando o sistema min-máx com o tamanho do lote de 100g para melhor comparação com a proposta de 100g da revisão periódica. Após a formulação das estratégias, fez-se a análise aprofundada e a observação dos pontos positivos e negativos de cada uma das propostas, analisando-as e comparando-as com relação aos custos de cada alternativa e a ótica da economia gerada para a empresa, e também buscando a redução de valor imobilizado.

Para realizar o procedimento de diagnóstico, formulação e desenvolvimento das estratégias, é essencial que haja uma aproximação com o proprietário para que estas etapas sejam bem definidas e atinja os objetivos propostos. Neste trabalho, cerca de dez reuniões foram realizadas, as primeiras com foco em conversas e entendimento do problema, outras na avaliação dos dados de compra e venda, definição dos valores subjetivos que representem a realidade e alternativas que sejam mais aplicáveis para a empresa, e por fim, uma última reunião para apresentar os resultados e os cálculos aplicados em cada alternativa criada.

3.2.4 Análise das propostas e apresentação dos resultados

Após o desenvolvimento, análise e determinação da estratégia de ação que maximize a redução de custos para a empresa e resolva o seu problema, deve-se fazer as conclusões e observações.

Ao finalizar a implementação das estratégias e suas análises, foram feitas conclusões e observações com base nos resultados obtidos em cada um dos cenários. Esta etapa permitiu avaliar o impacto das ações tomadas e identificar possíveis melhorias para futuras iniciativas.

Levando em conta as decisões, problemas e limitações existentes no problema, conclui-se que a aplicação de mudanças no gerenciamento deve ser implantada. A empresa deve buscar a diminuição gradativa do problema existente no UC-2 e nas demais matérias-primas e avaliar os resultados alcançados pela mudança e as suas consequências. Após as observações feitas, deve-se aplicar os aprendizados em problemas semelhantes no futuro.

Os resultados atingidos não devem ser resumidos a este único insumo. As lições aprendidas devem ser aplicadas em outros insumos pois desta forma o gerenciamento dos estoques da empresa será otimizado.

Nem sempre a estratégia de atuação nos problemas futuros será a mesma, é importante que cada decisão seja tomada após uma análise aprofundada e individualizada, mas as conclusões e as observações de uma situação podem ser muito importantes para resolver outras situações semelhantes.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 DETERMINAÇÃO DO CASO

A empresa objeto de estudo é uma farmácia de manipulação localizada no sul de Santa Catarina, e atua no ramo farmacêutico há mais de 20 anos. Dentre os diversos produtos manipulados produzidos na empresa, o UC-2 se destaca pelo alto valor de sua matéria-prima e dificuldade histórica de manter o controle adequado da disponibilidade de material para a produção.

Com o crescente aumento dos problemas articulares na sociedade e a desenvolvimento do tratamento com UC-2, criou-se grande aumento na demanda pelo novo produto, e se fez necessário o desenvolvimento de uma política de estoques que atenda a demanda e ao mesmo tempo não ponha em risco a saúde financeira da empresa.

Nas reuniões com o proprietário, foram elencados os principais produtos manipulados considerando a importância de cada um deles para a organização. O valor movimentado pelos produtos é a variável considerada para determinar a curva ABC. Para itens classe A, a política de gerenciamento de estoques é de oferecer um excelente nível de serviço aos seus clientes, e a perda de vendas por falta de material não é desejada. Já para os itens classe B e C, por representar produtos de menor importância, não há a exigência de oferecer aos clientes um nível de serviço tão alto.

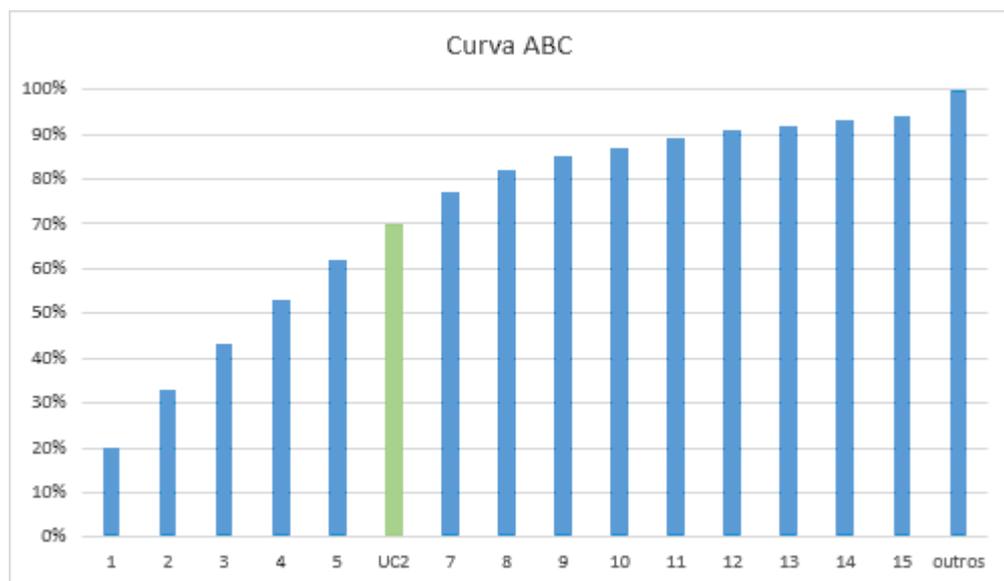
A figura 7 representa a classificação ABC dos itens de manipulação da farmácia e a figura 8 representa a Curva ABC destes produtos de acordo com os dados que foram fornecidos pela empresa nas reuniões.

Figura 7 – Classificação ABC do valor movimentado por cada matéria-prima

Produto	% individual	% Acumulada
A1	20%	20%
A2	13%	33%
A3	10%	43%
A4	10%	53%
A5	9%	62%
UC2	8%	70%
A7	7%	77%
A8	5%	82%
B9	3%	85%
B10	2%	87%
B11	2%	89%
B12	2%	91%
B13	1%	92%
B14	1%	93%
B15	1%	94%
Outros (C)	6%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 8 – Curva ABC



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Foi feito o estudo do relatório de vendas da empresa e análise do comportamento dos estoques dos anos de 2017 e 2018 para a referida matéria-prima com a finalidade de compreender melhor o comportamento da demanda ao longo do tempo, a variação dos tempos de ressurgimento e também os custos envolvidos.

No que se refere ao comportamento da demanda dos clientes nos anos do estudo, os dados foram separados por consumo/dia de acordo com o relatório do sistema de controle da empresa que apresenta dados de todos os dias do período. Esta demanda apresenta uma pequena tendência de crescimento no decorrer dos últimos anos. O consumo diário médio de matéria-prima (\bar{d}) é de 2,44g, e seu desvio padrão (Sd) é de 2,78g. A demanda média anual (D) é a multiplicação da demanda média diária pelo número de dias do ano, considerado de 365 dias, totalizando assim, 890,6g ao ano.

Quanto à empresa fornecedora do UC-2, ela se localiza em um município distante da farmácia em estudo, e por conta disso, faz entregas sob encomenda com o prazo médio de 7 dias. Segundo entrevista com o empresário, este *lead time* de entrega varia de acordo com o aumento de pedidos de outras farmácias, feriados, e outros fatores também podem influenciar na entrega do material. Considerando a experiência do proprietário, foi determinado que 2 dias é uma aproximação que representa o desvio padrão do *lead time*.

Importante considerar a demanda diária (d) como a quantidade vendida do produto em um dia, a demanda média diária (\bar{d}) como a média das quantidades vendidas nos dias de levantamento, e a demanda anual (D) como a multiplicação da demanda média diária pelo número de dias do ano. Já o *lead time* (LT) é o tempo de uma entrega, e o *lead time* médio (LTm) sendo a média dos tempos de entrega.

Considerando o exposto, a tabela 1 traz os valores considerados.

Tabela 1 – Demanda e tempo de atendimento

Demanda – diária (g)		Lead Time (dias)	
Média (\bar{d})	2,44	Média (LTm)	7
Desvio Padrão (Sd)	2,78	Desvio Padrão (SLT)	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Outro fator importante na decisão da política de estoques, que também sofre variação é o preço de compra da matéria-prima. Com a variação do tamanho do lote, o preço da matéria-prima também varia, quanto maior o tamanho do lote, menor é o preço por grama de material. Para a compra do UC-2 existem três alternativas de tamanhos de lote de compra. O lote de 500g é o maior, e nesta alternativa o preço por grama é R\$21,00. O menor lote de compra que se pode comprar é de 100g e o preço por grama de material aumenta para R\$27,00. A terceira alternativa é um lote intermediário, de 250g. Nesta última opção o valor pago por grama de material é de R\$25,00.

Tabela 2 – Tamanho do lote e preço

Tamanho do Lote (Q)	Preço por grama (C)	Preço por lote
500g	R\$ 21,00	R\$ 10.500,00
250g	R\$ 25,00	R\$ 6.250,00
100g	R\$ 27,00	R\$ 2.700,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O custo de realizar um pedido (S) é o valor do envio de um pedido ao fornecedor, e pode ser influenciado pelo preço de uso da rede de internet ou telefone, tempo gasto dos funcionários envolvidos no pedido e armazenagem, valor do frete, taxas envolvidas na compra, entre outros. Segundo o gerente de estoques, o custo baixo de contatar o fornecedor, o tempo ínfimo de trabalho do funcionário para organizar o material recebido, e a ausência de grandes máquinas para movimentar o material comprado torna o custo do pedido bastante baixo, computando apenas o valor do frete. Para este fator, segundo o proprietário, o custo de R\$10,00 por pedido realizado representaria a realidade.

Uma parcela do estoque parado no armazém é considerada perdida por conta de variantes, como risco de perdas, roubos, extrapolação da data de validade, e também deve ser considerado o custo de oportunidade de ter o material sempre à disposição. Por conta disto, ter o produto em estoque representa um valor imobilizado que poderia ser aplicado em algum outro investimento rentável. Este custo também deve ser considerado, e determinou-se que uma taxa de perda de 25% do valor imobilizado representa a realidade.

Para definir esta porcentagem subjetiva, foi considerado a estimativa e o sentimento de perda do proprietário de ter muito material parado nas prateleiras sem utilidade, os altos gastos com a compra de grandes lotes, às vezes custando acima de R\$10.000,00, e também o valor da taxa Selic, que atualmente está acima dos 10% ao ano. Considerando os altos gastos que comprometem a vida financeira da empresa e uma alternativa de investimento de maior segurança e com uma rentabilidade melhor, determinou-se que a taxa de perda de material (I) nas prateleiras é de 25%.

Outro componente importante, que é fixo em todas as alternativas, é o custo por venda perdida. Para definir este valor, foi considerado a insatisfação dos clientes, a degradação da imagem da empresa, o atraso das vendas e outras variáveis. Em reunião com o gerente da empresa, foi determinado um valor que representasse aproximadamente o custo de uma venda perdida (k) e segundo ele, este valor é de R\$25,00.

4.2 ATUAL POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUE

Segundo relato do farmacêutico, nos anos anteriores a 2017 a empresa teve corriqueiros problemas no controle dos estoques do UC-2. Era comum a ordem de venda ser efetuada para os clientes, e no momento de o medicamento ser produzido, não haver estoque suficiente disponível para a produção. Era necessário entrar em contato com o cliente, para adiar a data da entrega em uma semana e realizar o pedido com os fornecedores em caráter de urgência. Muitas vendas foram perdidas e outras adiadas, todas elas prejudicando o nível de satisfação dos clientes.

Por conta da tendência de crescimento da demanda por este produto e dos corriqueiros problemas de gestão de estoques, a política de gerenciamento de estoques que foi praticada pela empresa em 2017 e 2018 consiste em efetuar compras do maior lote de material oferecido pelo fornecedor e nunca deixar os níveis baixos de estoques de matéria-prima. Acredita-se que desta forma, comprando grandes lotes a um custo unitário menor e evitando a perda de vendas, o melhor retorno seria alcançado.

A política de estoques praticada pela farmácia nos anos de 2017 e 2018, consiste em efetuar poucas compras de lotes de 500g, e quando o nível de estoque nas prateleiras se aproxima de 200g, uma nova ordem de compra de 500g é enviada para os fornecedores e o ressuprimento de material é feito.

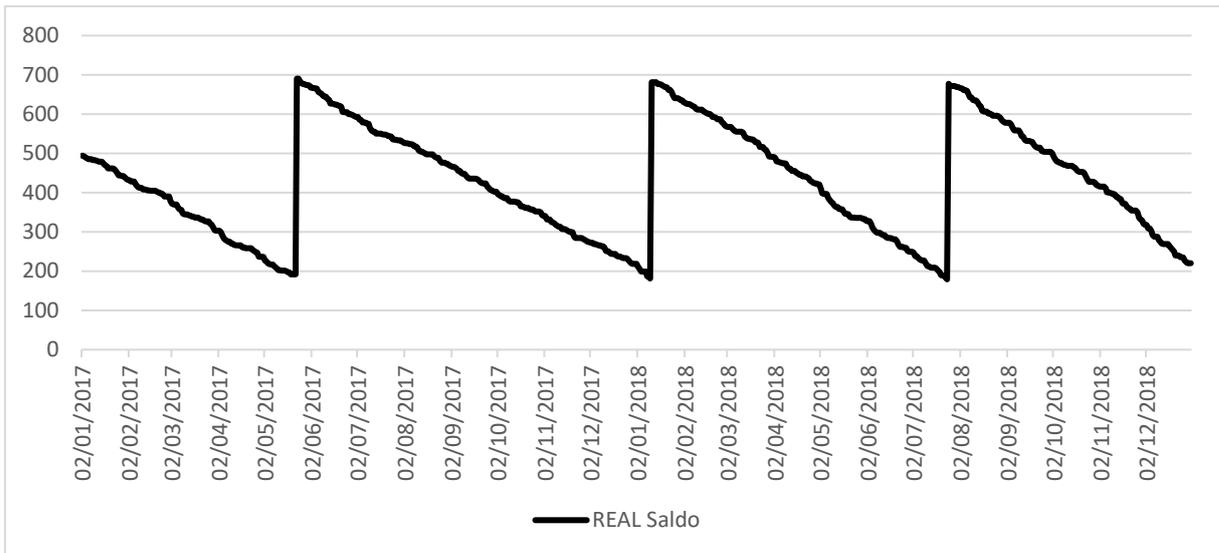
A tabela 3 e a figura 9 apresentam, respectivamente, a política de gerenciamento de estoques que foi praticada pela farmácia nos anos de estudo, e o nível de matéria-prima disponível nas prateleiras da empresa no decorrer do tempo do estudo.

Tabela 3 – Política praticada em 2017 e 2018

Política praticada	
Tamanho do lote de compra (Q)	500g
Ponto de Pedido (ROP)	200g

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

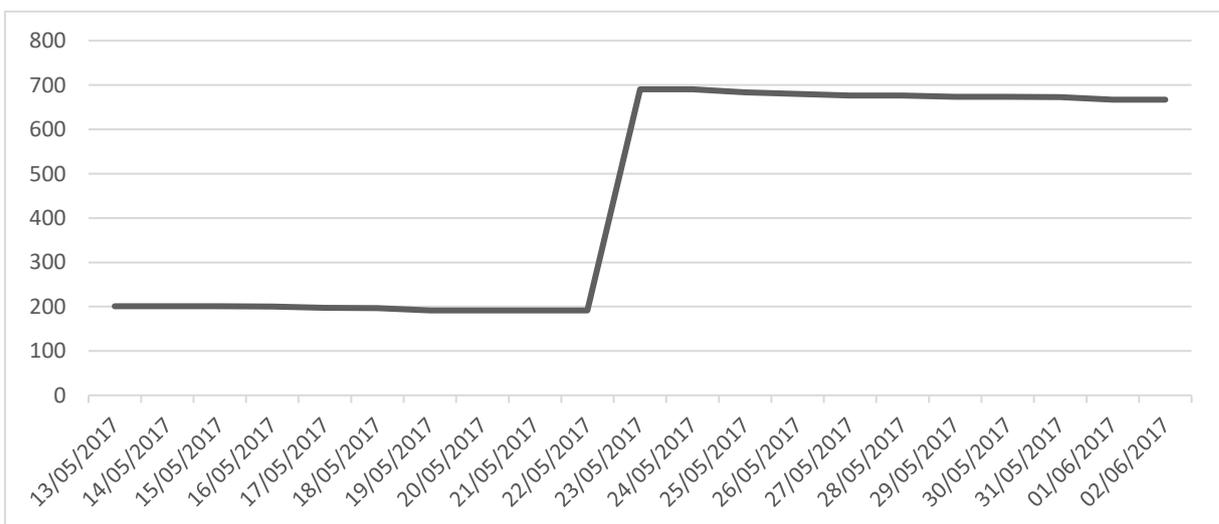
Figura 9 – Nível de estoque de UC-2 no cenário real



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para melhor compreensão da figura 9, é importante destacar que a primeira compra de matéria-prima acontece no dia 16/05/2017, quando o nível de estoque atingiu o valor de 200g. E a chegada deste pedido aconteceu no dia 23/05/2017. Fez-se um gráfico aproximado da primeira compra de material para melhor visualização.

Figura 10 – Primeira compra de UC-2 no cenário real



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.2.1 Custos da atual política de estoques

Utilizando as entrevistas realizadas com o proprietário e os dados da empresa referente à forma como o gerenciamento dos estoques de UC-2 foi praticada nos anos de 2017 e 2018, é possível calcular os custos deste período pela seguinte fórmula:

$$CT = CP + CMEM + CF$$

Onde:

CT = Custo relevante total

CP = Custo de pedido anual

CMEM = Custo de manutenção do estoque médio

CF = Custo da falta de estoques

Expandindo a fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q} \times S + I \times C \times AIL + \frac{D}{Q} \times k \times s'_d \times E(z)$$

É importante salientar que na situação atual, a parcela referente ao custo da falta de estoques foi considerada nula. Como a data de validade é longa, o ponto de pedido utilizado é de 200g, aliado a uma demanda diária média de 2,44g e *lead time* de aproximadamente 7 dias, a probabilidade de que alguma perda seja perdida é irrisória.

Avaliando a base de dados da empresa de acordo com a política aplicada, o valor médio dos estoques na farmácia no período foi de 424g.

Substituindo os valores:

$$CT = \frac{890,6}{500} \times 10 + 0,25 \times 21 \times 424 + 0$$

$$CT = 2.243,81 \text{ reais ao ano}$$

Esta política praticada apresenta um baixíssimo custo de aquisição, apenas R\$17,81, visto que por ser comprado um lote de grande volume, foi necessário efetuar apenas quatro compras no período do estudo. Porém perde atratividade se considerarmos o custo de manutenção dos estoques, pois como o tamanho do lote comprado é de 500g e o ponto do pedido é de 200g, o nível de estoque nas prateleiras se torna muito alto, gerando assim um alto custo de manutenção, neste caso de R\$ 2.226,00.

4.3 PROPOSTA DE NOVAS ALTERNATIVAS

Após fazer o estudo da política de gerenciamento de estoques que foi praticada para a matéria-prima UC-2 e suas especificidades de demanda, custos e dinâmica dos fornecedores, buscou-se criar outros seis cenários através de três diferentes métodos de gerenciamento de estoques para a empresa que mantivesse um alto nível de serviço oferecido aos clientes e reduzisse o custo relevante total.

Desta forma, foi elaborado 4 cenários utilizando o método de revisão contínua. Um utilizando o lote econômico de compra, e outros três cenários para os três tamanhos de lote oferecidos pelo fornecedor, 100g, 250g e 500g.

Posteriormente, considerando a impossibilidade de praticar a alternativa ideal por limitações do fornecedor e a grande disparidade nos custos relevantes totais entre a proposta de revisão contínua de 100g para as demais, foi criado outros dois cenários de 100g, um utilizando o método da revisão periódica e o outro utilizando o sistema Min-Máx.

4.3.1 Proposta 1 – Revisão contínua ideal – $Q^* = 54,57g$

No primeiro cenário, será calculado um valor de estoque de segurança, ponto de pedido, tamanho de lote e outras variáveis com a finalidade de que o custo relevante total seja o menor possível para a realidade da empresa. Estes valores calculados serão utilizados nas demais propostas a fim de uma melhor comparação entre elas.

Como a empresa não deseja perder vendas, o nível de serviço estabelecido será de 99%, pois desta forma a empresa atingirá uma satisfação elevada com seus clientes. No que se refere ao estoque de segurança e ponto de pedido, será utilizado o valor de z correspondente a um nível de serviço de 99%, isto é, $z = 2,33$. Para definir este valor utilizou-se o anexo A.

$$ES = z \times S'd$$

$$ES = z \times \sqrt{LTm \times Sd^2 + \bar{d}^2 \times SLT^2}$$

Onde:

ES = Estoque de segurança

z = Variável normal padronizada

S'd = Desvio padrão revisado da demanda

LTm = *Lead time* médio

Sd = Desvio padrão da demanda

\bar{d} = Demanda diária média

SLT = Desvio padrão do *lead time*

$$ES = 2,33 \times \sqrt{7 \times 2,78^2 + 2,44^2 \times 2^2}$$

$$ES = 2,33 \times 8,84$$

$$ES = 20,59g$$

Quanto ao ponto de pedido, ele foi definido a partir do seguinte cálculo:

$$ROP = \bar{d} \cdot LTm + ES$$

Onde:

ROP = Ponto de pedido

\bar{d} = Demanda diária média

LTm = *Lead time* médio (dias)

ES = Estoque de segurança

$$ROP = 2,44 \times 7 + 20,59$$

$$ROP = 37,67g$$

Para definir o lote econômico de compra, foi utilizado o método iterativo proposto por Ronald Ballou e já explicado no capítulo 2. Fez-se uma aproximação inicial do tamanho do lote de compra através da seguinte fórmula:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{I \times C}}$$

Onde:

Q^* = Lote econômico de compra

D = Demanda anual

S = Custo do envio de um pedido

I = Custo da manutenção em porcentagem do valor do item (taxa de perda)

C = Custo do item

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 890,6 \times 10}{0,25 \times 27}}$$

$$Q^* = 51,38g$$

Feita a aproximação inicial, o valor encontrado do lote é utilizado na seguinte fórmula para definir a probabilidade de que se tenha estoque disponível no momento da venda. O cálculo da primeira iteração está apresentado a seguir.

$$P = 1 - \frac{Q^* \times I \times C}{D \times k + Q^* \times I \times C}$$

$$P = 1 - \frac{51,38 \times 0,25 \times 27}{890,6 \times 25 + 51,38 \times 0,25 \times 27}$$

$$P = 0,9847$$

Com o valor de $P = 0,9847$, deve-se consultar o anexo A para descobrir o valor de z referente ao valor de P cujo valor é $z = 2,16$. Na sequência, deve-se consultar o anexo B para definir o valor da função perda $E(z) = 0,0055$. Com o valor de $E(z)$ em mãos, deve-se utilizar a fórmula a seguir para ajustar o valor do Q .

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D (S + k \times S' d \times E(z))}{I \times C}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 890,6 (10 + 25 \times 8,84 \times 0,0055)}{0,25 \times 27}}$$

$$Q^* = 54,41g$$

Após aplicar o método iterativo no programa Excel quatro vezes, foi possível definir o tamanho do lote econômico de compra em 54,57g, e $E(z) = 0,0058$.

Tabela 4 – Proposta 1 (Ideal)

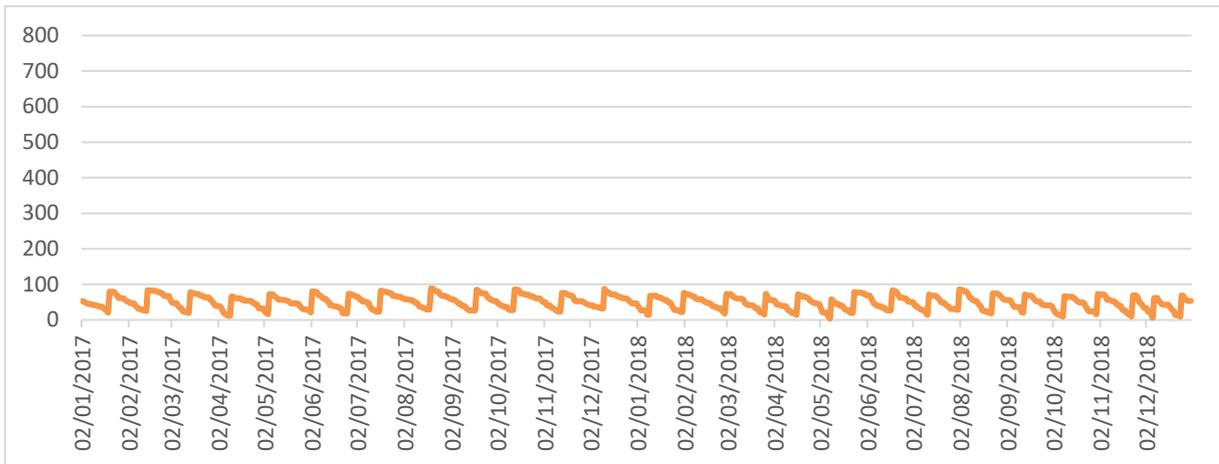
Proposta 1 (Ideal)	
Tamanho do lote econômico de compra (Q*)	54,57g
Ponto de Pedido (ROP)	37,67g

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Considerando a demanda real dos anos de 2017 e 2018 encontrada nos relatórios da empresa e os valores calculados nesta proposta, o comportamento do nível de estoque de UC-2 na empresa sofre significativa alteração. A figura 11 ilustra como o nível de estoque de UC-2 se comportaria no decorrer do tempo de estudo caso a política de gerenciamento de estoques da proposta 1 tivesse sido aplicada.

Ao analisar a figura, pode-se observar que a implementação da proposta 1 como política de gerenciamento de estoques teria um impacto direto no nível de estoque de UC-2. Com a nova abordagem, seria possível otimizar a gestão de estoques, deixando mais compatível com a demanda real da empresa.

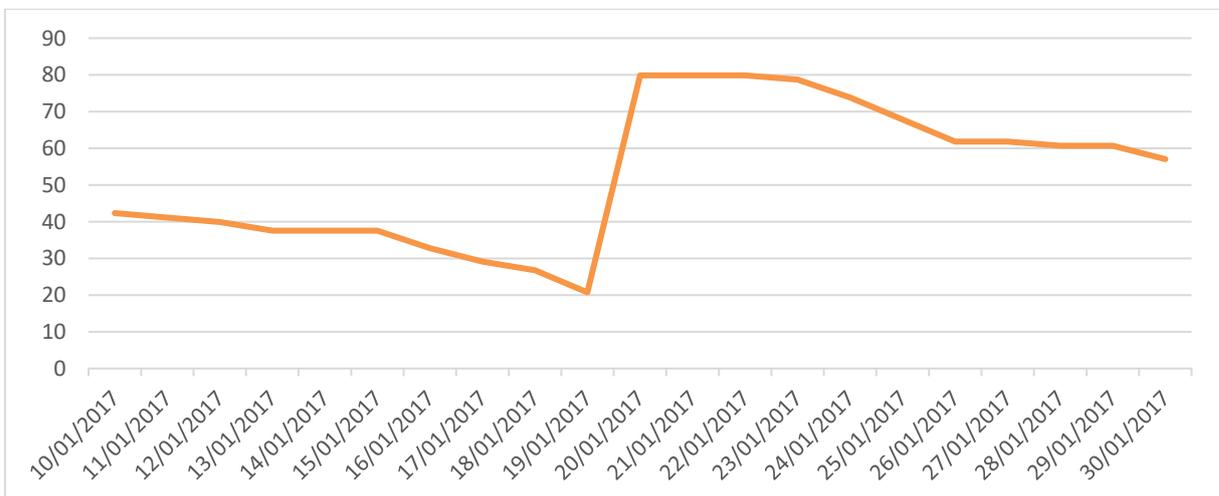
Figura 11 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para melhor compreensão da figura 11, é importante destacar que de acordo com o relatório de vendas da empresa, a primeira compra de matéria-prima aconteceria no dia 13/01/2017, quando o nível de estoque atingisse o valor de 37,67g. A chegada deste pedido aconteceria no dia 20/01/2017. Fez-se um gráfico aproximado da primeira compra de material para melhor visualização.

Figura 12 – Primeira compra de UC-2 no cenário ideal



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.3.1.1 Custos da proposta 1 – Revisão contínua ideal – $Q = 54,57g$

Utilizando equação 17, foi calculado os custos referentes à política de gerenciamento de estoques considerada ideal para a farmácia referente à matéria-prima UC-2.

$$CT = CP + CMER + CMES + CF \quad (17)$$

Expandindo a fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q} \times S + I \times C \times \frac{Q}{2} + I \times C \times z \times s'd + \frac{D}{Q} \times k \times s'd \times E(z)$$

Substituindo os valores:

$$CT = \frac{890,6}{54,57} \times 10 + 0,25 \times 27 \times \frac{54,57}{2} + 0,25 \times 27 \times 20,59 + \frac{890,6}{54,57} \times 25 \times 8,84 \times 0,0058$$

$$CT = 163,20 + 323,16 + 20,92$$

$$CT = 507,28 \text{ reais ao ano}$$

Esta política proposta apresenta um custo de aquisição anual de R\$163,20. Por ser comprado um lote de pequeno volume, será necessário efetuar muitas compras por ano, gerando assim, um custo de aquisição maior que o cenário real. Porém, a proposta ganha atratividade se considerar o custo de manutenção dos estoques, pois com a compra de menores lotes de material e a redução do estoque de segurança para 20,59g, os níveis de estoques nas prateleiras se torna muito baixo, gerando assim um pequeno custo de manutenção, neste caso de R\$323,16.

Embora o custo de aquisição seja maior devido ao aumento das compras ao longo do período de estudo, a redução do custo de manutenção compensa essa diferença. Ao diminuir o estoque de segurança e trabalhar com volumes menores, a empresa consegue minimizar o custo relevante total em comparação com o cenário que vem sendo praticado.

Considerando a limitação no tamanho de lote oferecido pelo fornecedor, criou-se um cenário de revisão contínua para cada alternativa possível, sempre utilizando os mesmos valores de estoque de segurança e ponto de pedido.

4.3.2 Proposta 2 – Revisão contínua – Q = 100g

Considerando que o fornecedor oferece apenas três alternativas de tamanho de lote de material que são de 100g, 250g e 500g, torna-se impossível pôr em prática a proposta 1 pois não existe a possibilidade de comprar um lote de 54,57g. A seguir, será criado um cenário para cada uma das alternativas de tamanho de lote. Este segundo cenário será calculado utilizando o lote de compra de 100g.

No que se refere às duas variáveis estoque de segurança e ponto de pedido, elas não dependem do tamanho do lote, e, portanto, serão utilizados os mesmos valores da proposta anterior para manter o mesmo nível de serviço.

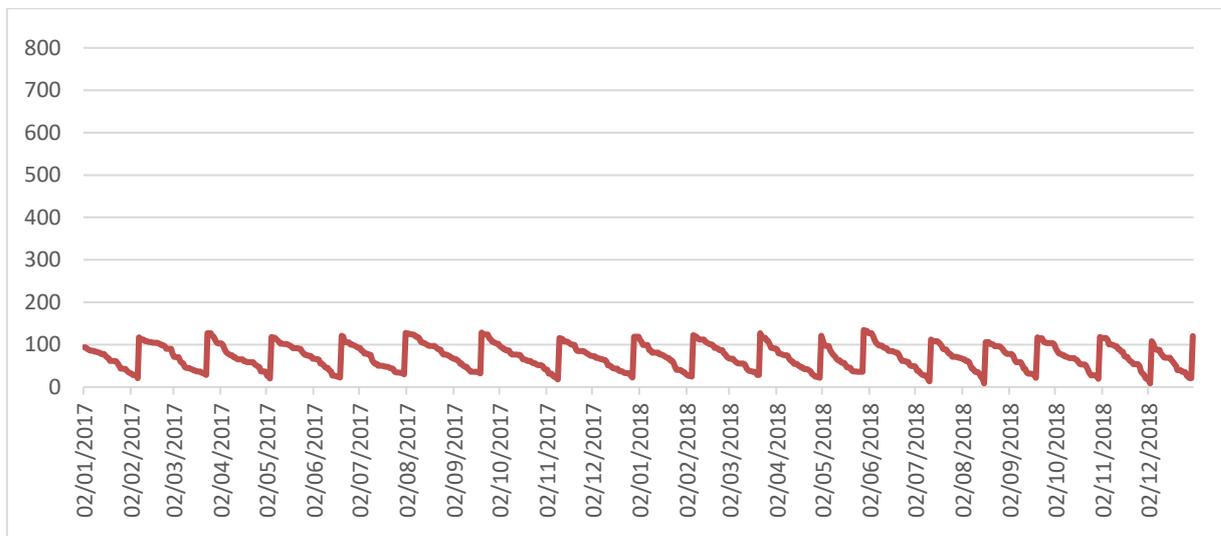
Tabela 5 – Proposta 2

Proposta 2	
Tamanho do lote de compra (Q)	100g
Ponto de Pedido (ROP)	37,67g

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A figura 13 demonstra como se comportaria o nível de estoque de UC-2 no decorrer do tempo de estudo caso a política de gerenciamento de estoques da proposta 2 tivesse sido aplicada. Para elaboração do gráfico, foi utilizada a demanda real que foi observada nos anos de 2017 e 2018 na farmácia.

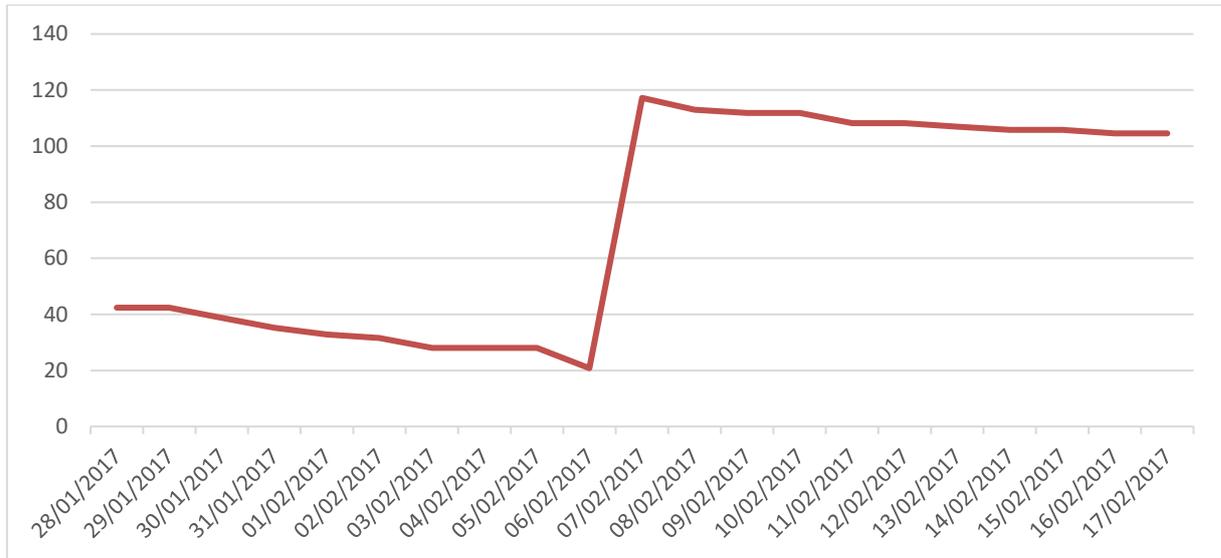
Figura 13 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para melhor compreensão da figura 13, é importante destacar que a primeira compra de matéria-prima aconteceria no dia 31/01/2017, quando o nível de estoque atingisse o valor de 37,67g. E a chegada deste pedido aconteceria no dia 07/02/2017. Fez-se um gráfico aproximado da primeira compra de material para melhor visualização.

Figura 14 – Primeira compra de UC-2 na proposta 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.3.2.1 Custos da proposta 2 – Revisão contínua - 100g

Para efetuar o cálculo dos custos referentes a esta proposta, utilizou-se a fórmula dos custos totais abaixo.

$$CT = CP + CMER + CMES + CF$$

Expandindo a fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q} \times S + I \times C \times \frac{Q}{2} + I \times C \times z \times S'd + \frac{D}{Q} \times k \times s'd \times E(z)$$

Substituindo os valores

$$CT = \frac{890,6}{100} \times 10 + 0,25 \times 27 \times \frac{100}{2} + 0,25 \times 27 \times 20,59 + \frac{890,6}{100} \times 25 \times 8,84 \times 0,0058$$

$CT = 576,96$ reais ao ano.

Esta política proposta, semelhante à proposta 1, apresenta um alto custo de aquisição, de R\$89,06, visto que por ser comprado um lote de pequeno volume, será necessário efetuar muitas compras por ano. Porém a proposta ganha atratividade se considerarmos o custo de manutenção dos estoques, pois como são feitas compras de pequenos volumes de material, aliado com a redução do estoque de segurança, torna os níveis de estoques nas prateleiras muito baixo, gerando um pequeno custo de manutenção, neste caso de R\$476,48.

Essa considerável redução do custo de manutenção torna a proposta 2 bastante atrativa para a empresa, pois além de ser possível de ser praticada, gera uma importante redução do custo relevante total se comparada com o cenário atual.

4.3.3 Proposta 3 – Revisão contínua – Q = 250g

No terceiro cenário, o tamanho do lote considerado será o de 250g. No que se refere ao estoque de segurança e ponto de pedido, estas duas variáveis não dependem do tamanho do lote, e, portanto, serão utilizados os mesmos valores das duas propostas anteriores para manter o mesmo nível de serviço.

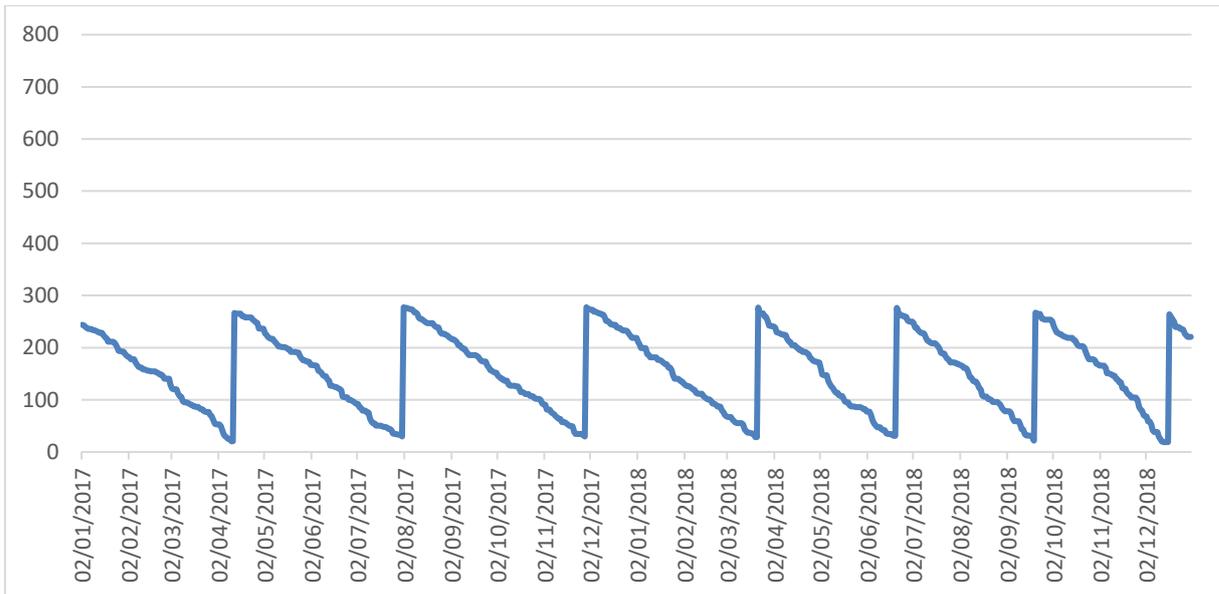
Tabela 6 – Proposta 3

Proposta 3	
Tamanho do lote de compra (Q)	250g
Ponto de Pedido (ROP)	37,67g

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A figura 15 demonstra como se comportaria o nível de estoque de UC-2 no decorrer do tempo de estudo caso a política de gerenciamento de estoques da proposta 3 tivesse sido aplicada.

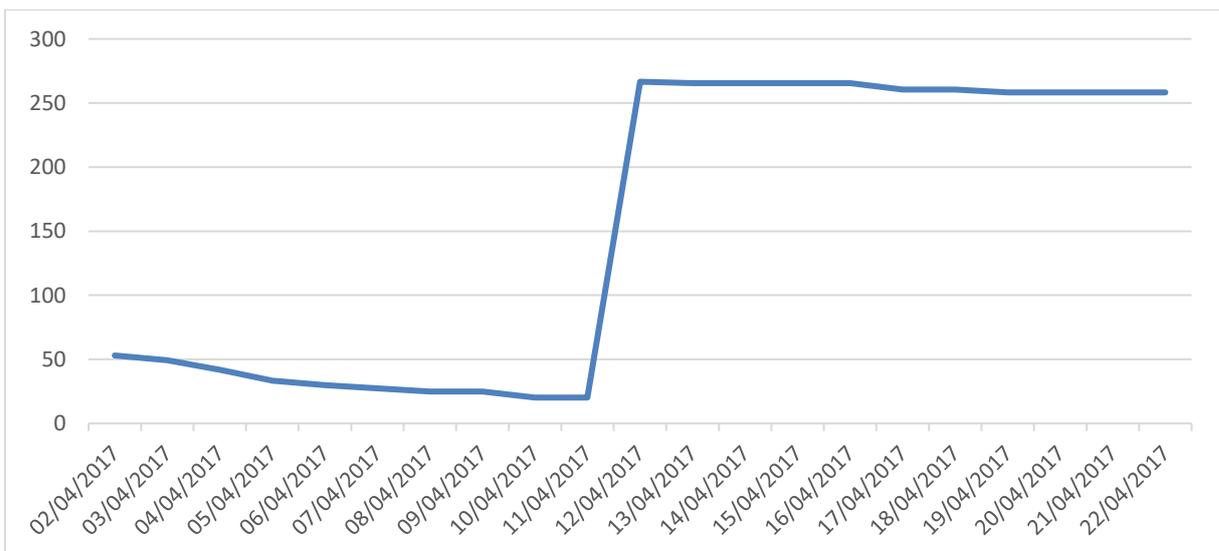
Figura 15 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para melhor compreensão da figura 15, é importante destacar que a primeira compra de matéria-prima aconteceria no dia 05/04/2017, quando o nível de estoque atingisse o valor de 37,67g. E a chegada deste pedido aconteceria no dia 12/04/2017. Fez-se um gráfico aproximado da primeira compra de material para melhor visualização.

Figura 16 – Primeira compra de UC-2 na proposta 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.3.3.1 Custos da proposta 3 – Revisão contínua – $Q = 250g$

Para efetuar o cálculo dos custos referentes a esta proposta, utilizou-se a fórmula dos custos totais abaixo.

$$CT = CP + CMER + CMES + CF$$

Expandindo a fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q} \times S + I \times C \times \frac{Q}{2} + I \times C \times z \times S'd + \frac{D}{Q} \times k \times s'd \times E(z)$$

Substituindo os valores

$$CT = \frac{890,6}{250} \times 10 + 0,25 \times 25 \times \frac{250}{2} + 0,25 \times 25 \times 20,59 + \frac{890,6}{250} \times 25 \times 8,84 \times 0,0058$$

$$CT = 950,13 \text{ reais ao ano.}$$

Esta política proposta apresenta um médio custo de aquisição, de R\$35,62, visto que por ser comprado um lote de tamanho intermediário, será necessário efetuar oito compras no período. Porém a proposta perde atratividade se considerarmos o custo de manutenção dos estoques, pois como são feitas compras de volumes consideráveis de material, o nível de estoque nas prateleiras se torna mais alto, gerando assim um maior custo por imobilização, neste caso de R\$909,94.

Apesar da redução do custo relevante total alcançado desta alternativa comparado com o cenário que é praticado atualmente pela empresa, a proposta 3 não supera os resultados alcançados pela proposta 2 pois o aumento do tamanho do lote de 100g para 250g gera uma consequência de aumento no custo de manutenção dos estoques, impactando assim no custo relevante total deste cenário, tornando-o menos vantajoso que a proposta 2.

4.3.4 Proposta 4 – Revisão contínua – Q = 500g

No quarto cenário, o tamanho do lote considerado será o de 500g. Desta forma, todas as opções de tamanho de lote de compra serão calculadas. No que se refere ao estoque de segurança e ponto de pedido, estas duas variáveis não dependem do tamanho do lote, e, portanto, serão utilizados os mesmos valores das três propostas anteriores para manter o mesmo nível de serviço.

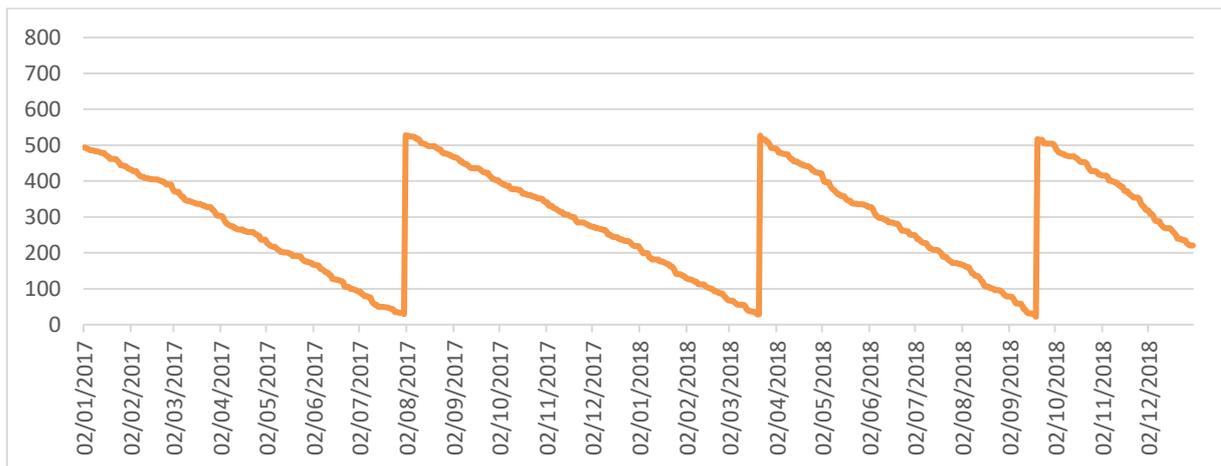
Tabela 7 – Proposta 4

Proposta 4	
Tamanho do lote de compra (Q)	500g
Ponto de Pedido (ROP)	37,67g

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A figura 17 demonstra como se comportaria o nível de estoque de UC-2 no decorrer do tempo de estudo caso a política de gerenciamento de estoques da proposta 4 tivesse sido aplicada.

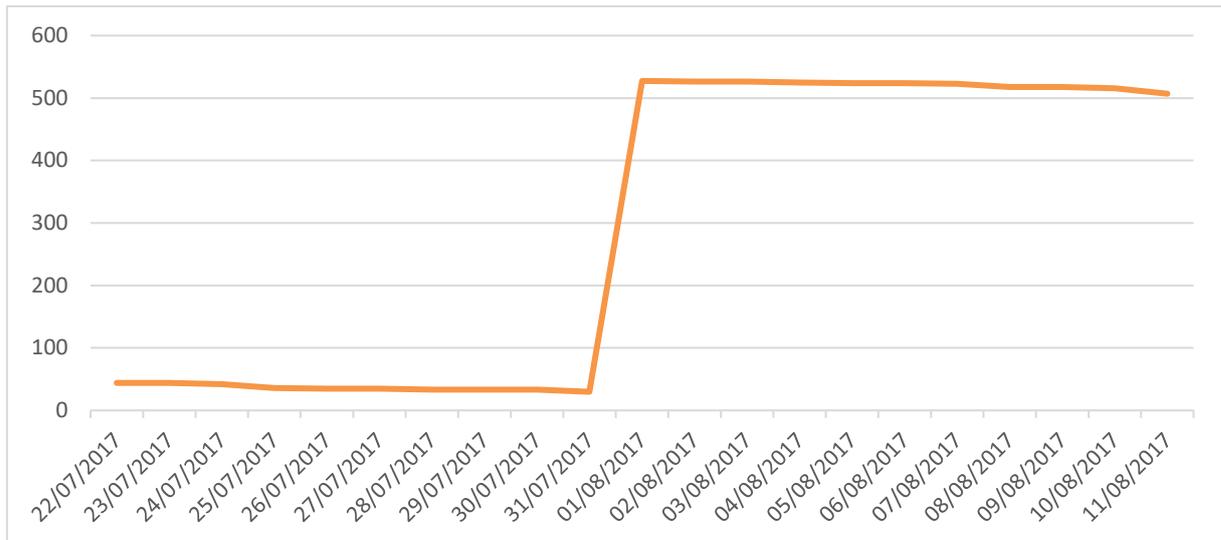
Figura 17 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 4



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para melhor compreensão da figura 17, é importante destacar que a primeira compra de matéria-prima aconteceria no dia 25/07/2017, quando o nível de estoque atingisse o valor de 37,67g. E a chegada deste pedido aconteceria no dia 01/08/2017. Fez-se um gráfico aproximado da primeira compra de material para melhor visualização.

Figura 18 – Primeira compra de UC-2 na proposta 4



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.3.4.1 Custos da proposta 4 – Revisão contínua – $Q = 500g$

Para efetuar o cálculo dos custos referentes a esta proposta, utilizou-se a fórmula dos custos totais abaixo.

$$CT = CP + CMER + CMES + CF$$

Expandindo a fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q} \times S + I \times C \times \frac{Q}{2} + I \times C \times z \times S'd + \frac{D}{Q} \times k \times s'd \times E(z)$$

Substituindo os valores

$$CT = \frac{890,6}{500} \times 10 + 0,25 \times 21 \times \frac{500}{2} + 0,25 \times 21 \times 20,59 + \frac{890,6}{500} \times 25 \times 8,84 \times 0,0058$$

$$CT = 1440,69 \text{ reais ao ano.}$$

Esta política proposta se assemelha muito com a política que foi de fato praticada pela farmácia e por isso, apresenta um baixíssimo custo de aquisição, de R\$17,81, visto que por ser

comprado um lote de grande volume, será necessário efetuar poucas compras por ano. Porém a proposta perde atratividade se considerarmos o custo de manutenção dos estoques, pois como são feitas compras de grandes volumes de material e o tempo para que a demanda consuma esta matéria prima é muito grande, o nível de estoque imobilizado nas prateleiras se torna muito alto, gerando assim um maior custo de manutenção, neste caso de R\$1.420,60.

Apesar da redução do custo relevante total em relação à alternativa praticada pela empresa causado pela redução do estoque de segurança e do ponto do pedido, a proposta 4 não supera os resultados alcançados pela proposta 2, pois o aumento do tamanho do lote para 500g gera um importante acréscimo no custo de manutenção dos estoques, e a redução do custo de aquisição não é o suficiente para tornar esta proposta vantajosa.

Considerando que a proposta 2 foi a mais vantajosa para a empresa por apresentar os menores custos de manutenção, criou-se outras duas propostas de 100g, utilizando de outros métodos de gestão de estoques, um de revisão periódica, e outro utilizando o sistema Min-Máx.

4.3.5 Proposta 5 – Revisão periódica – Q = 100g

Na quinta proposta, será utilizado o modelo de revisão periódica utilizando o tamanho do lote de 100g para avaliar se a economia gerada será ainda maior em relação à proposta 2 do modelo de revisão contínua. Por isso, será calculado o intervalo de revisão para o período de estudo.

Para se definir o intervalo de revisão, deve-se ter um valor aproximado do tamanho do lote a ser comprado, e por conta de limitações do fornecedor, o valor considerado é de 100g.

$$T = \frac{Q}{D}$$

Onde:

T = intervalo de revisão

Q = tamanho do lote

D = demanda anual

Substituindo os valores

$$T = \frac{100g}{890,6g}$$

$$T = 41 \text{ dias}$$

Para calcular o nível médio dos estoques, deve-se calcular primeiramente o valor de $s'd$ através da seguinte equação:

$$s'd = sd \times \sqrt{T \times LTm}$$

Onde:

$s'd$ = Desvio padrão revisado da demanda

sd = Desvio padrão da demanda

T = intervalo de revisão

LTm = *Lead time* médio (dias)

Substituindo os valores:

$$s'd = 2,78 \times \sqrt{41 + 7}$$

$$s'd = 19,26g$$

O nível médio de estoques que seria mantido nas prateleiras da empresa durante o período do estudo caso esta proposta fosse escolhida pode ser calculado através da equação seguinte:

$$AIL = \frac{d \times T}{2} + z \times s'd$$

Onde:

AIL = nível médio de estoques

d = demanda média diária

T = intervalo de revisão

z = variável normal padronizada (2,33 para 99%)

$s'd$ = Desvio padrão revisado da demanda

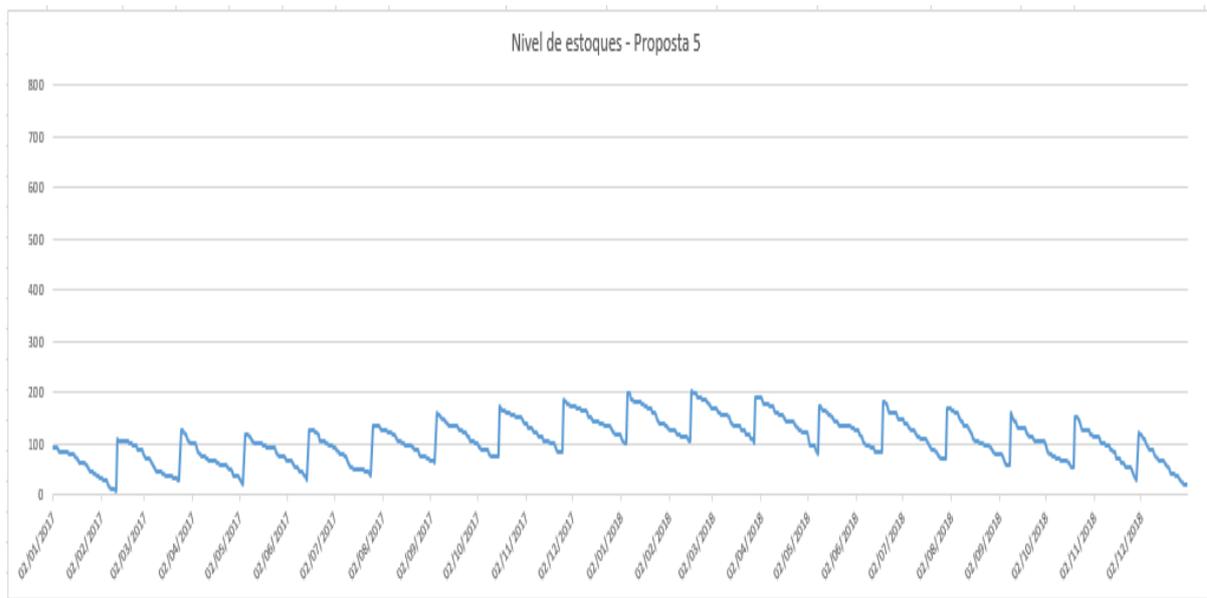
Substituindo os valores

$$AIL = \frac{2,44 \times 41}{2} + 2,33 \times 19,26$$

$$AIL = 94,89g$$

O comportamento do nível de estoques na proposta de revisão periódica está representado através da figura 19.

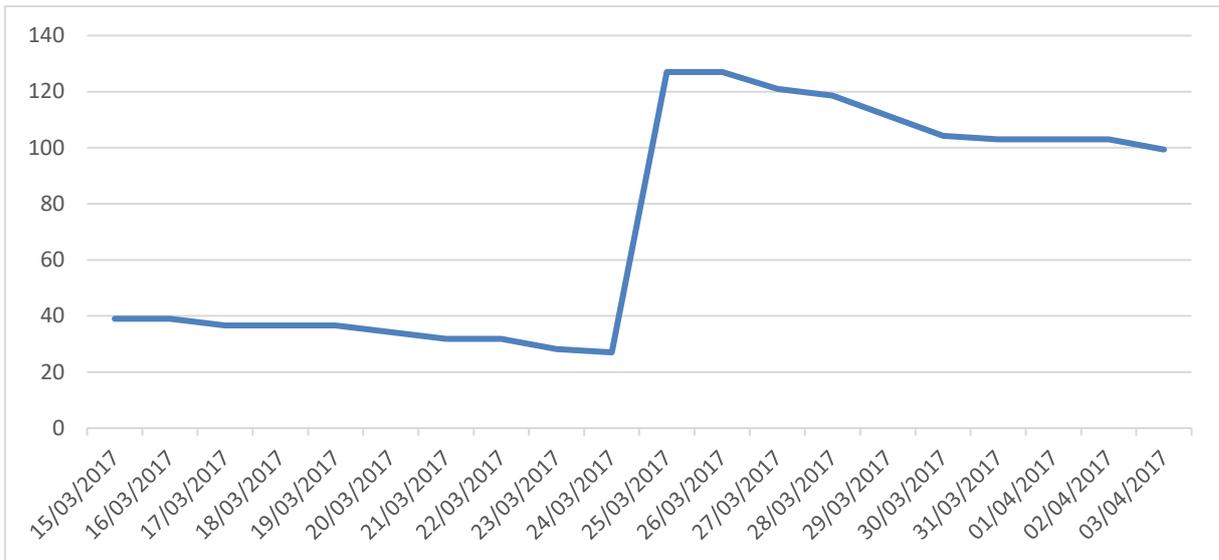
Figura 19 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 5



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para melhor compreensão da figura 19, é importante destacar que a primeira compra de matéria-prima do período aconteceria no dia 18/03/2017. E a chegada deste pedido aconteceria no dia 25/03/2017, 41 dias após a revisão anterior. Fez-se um gráfico aproximado da segunda compra de material para melhor visualização.

Figura 20 – Segunda compra de UC-2 na proposta 5



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.3.5.1 Custos da proposta 5 – Revisão periódica

Para efetuar o cálculo dos custos referentes a esta proposta, utilizou-se a fórmula dos custos totais a seguir.

$$CT = CP + CMEM + CF$$

Onde:

CT = Custo relevante total

CP = Custo de pedido anual

CMEM = Custo de manutenção do estoque médio

CF = Custo da falta de estoques

Expandindo a fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q} \times S + I \times C \times AIL + \frac{D}{Q} \times k \times s' \times d \times E(z)$$

Substituindo os valores

$$CT = \frac{890,6}{100} \times 10 + 0,25 \times 27 \times 94,89 + \frac{890,6}{100} \times 25 \times 19,26 \times 0,0058$$

$$CT = 754,48 \text{ reais ao ano.}$$

Esta proposta apresentou um custo relevante total um pouco maior que a proposta 2. Por se aplicar um modelo de revisão periódica em apenas um item, os níveis médios de estoques ficam um pouco maiores que a proposta 2, onde foi utilizado um modelo de revisão contínua. Se for aplicado a diversos insumos simultaneamente, o modelo de revisão periódica pode ser mais vantajoso para a empresa pois com a possibilidade de efetuar a compra de vários insumos simultaneamente espera-se que haja uma redução no custo de aquisição. É válido ressaltar também que este modelo de revisão não é tão eficaz para assegurar a venda em caso de um aumento repentino da demanda. Se a demanda aumentar rapidamente, é possível que não haja matéria prima necessária para atender a todos os clientes, e por conta disso, deverá ser feito um novo cálculo de acordo com a nova demanda média para que não ocorra novas vendas perdidas no futuro.

4.3.6 Proposta 6 - Sistema Min-Máx – Q = 100g

No sexto e último cenário, será utilizado o sistema Min-Máx para avaliar se a economia gerada por esta proposta é maior em relação à proposta 2 do modelo de revisão contínua. Para isso, será considerado o mesmo tamanho de lote (100g) para efetuar as comparações e calculado o ROP ideal para o período de estudo.

Para se definir o ROP, o valor utilizado do déficit previsto (ED) foi de 3g, pois de acordo com a base de dados fornecida pela empresa, este valor representa o montante médio que a quantidade da matéria-prima tende a cair antes da emissão de um novo pedido de reabastecimento.

$$ROP = d \times LTM + ES + ED$$

$$ROP = 2,44 \times 7 + 20,59 + 3$$

$$ROP = 40,67g$$

Com o valor do ROP calculado, o próximo passo é encontrar o valor máximo que o nível de estoques a ser atingido a cada pedido de ressuprimento. Para efetuar este cálculo e uma melhor comparação com a proposta 2, o valor do tamanho do lote de compra (Q) foi fixado em 100g.

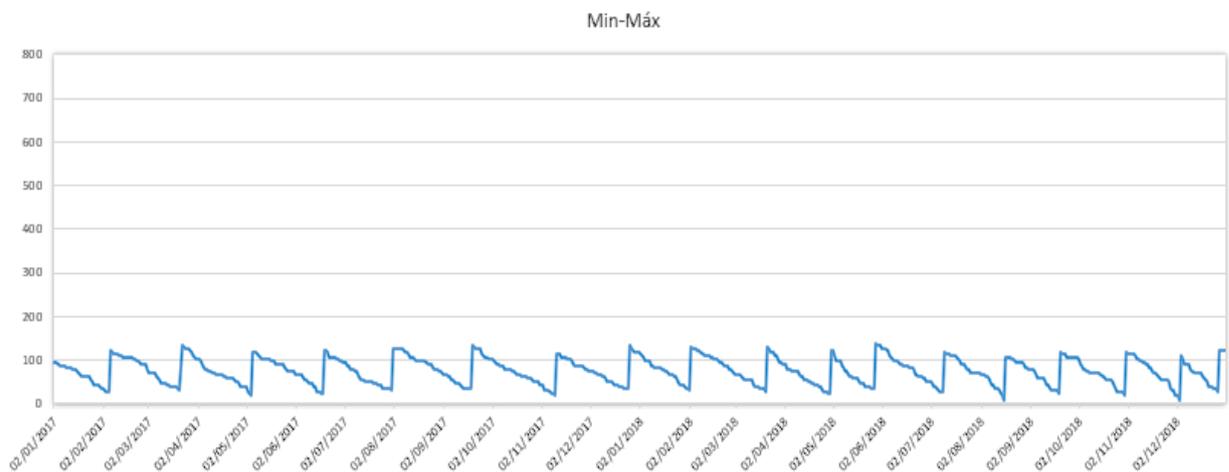
$$M = ROP + Q - ED$$

$$M = 40,67 + 100 - 3$$

$$M = 137,67g$$

Explicando a aplicação deste método, quando o nível de estoques da empresa atingir o valor de 40,67g, um novo pedido de 100g de matéria-prima será enviado ao fornecedor, e este será recebido após 7 dias pela farmácia. Desta forma, o comportamento do nível de estoques de UC2 na empresa neste cenário será conforme a figura 21.

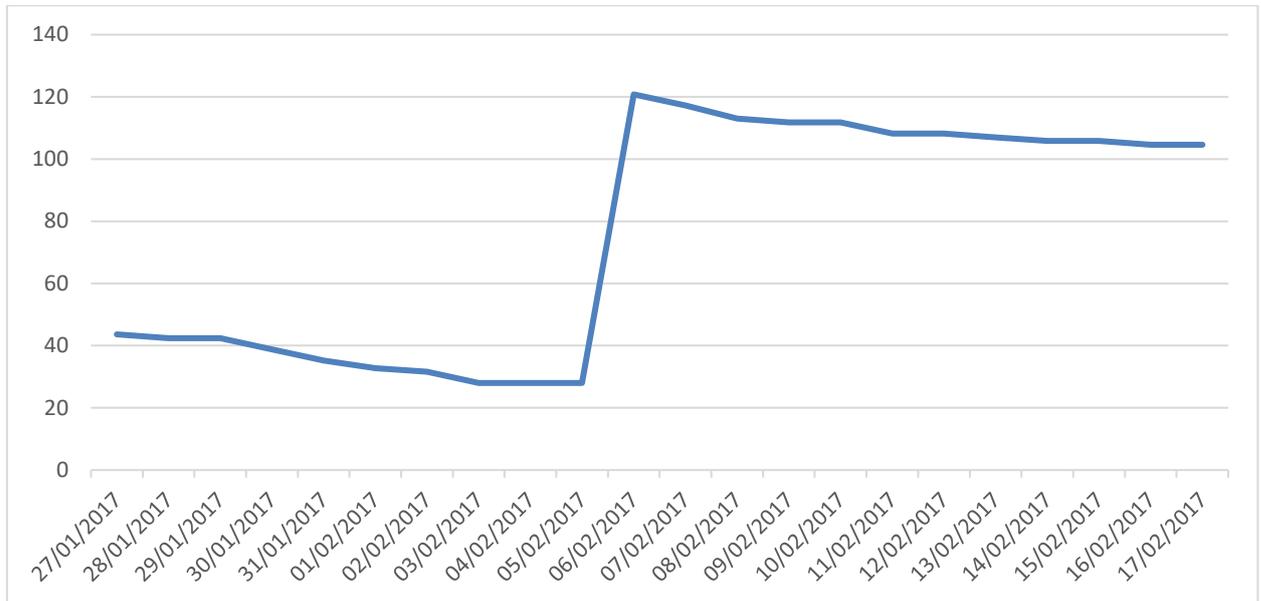
Figura 21 – Nível de estoque de UC-2 na proposta 6



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para melhor compreensão da figura 21, é importante destacar que a primeira compra de matéria-prima do período aconteceria no dia 30/01/2017, data em que o nível de estoque atingiu o ROP. E a chegada deste pedido aconteceria no dia 06/02/2017, 7 dias após o envio do pedido de ressuprimento ao fornecedor. Fez-se um gráfico aproximado da primeira compra de material para melhor visualização.

Figura 22 – Primeira compra de UC-2 na proposta 6



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.3.6.1 Custos da proposta 6 – Sistema Min-Máx – $Q = 100g$

Para efetuar o cálculo dos custos referentes a esta proposta, utilizou-se a fórmula dos custos relevantes totais abaixo. Com a análise dos dados históricos e a aplicação dos ressuprimentos nas datas em que o nível de estoque atinge o ROP, observou-se que o valor do estoque médio seria de 74,04g.

$$CT = CP + CMEM + CF$$

Expandindo a fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q} \times S + I \times C \times AIL + \frac{D}{Q} \times k \times s'd \times E(z)$$

Substituindo os valores

$$CT = \frac{890,6}{100} \times 10 + 0,25 \times 27 \times 74,04 + \frac{890,6}{100} \times 25 \times 19,26 \times 0,0058$$

$CT = 600,93$ reais ao ano.

Esta proposta apresentou um resultado muito semelhante à proposta 2, por se aplicar um modelo de revisão bastante semelhante, onde o ROP é apenas 3g maior, e por isto, a diferença é bem pequena. Os níveis médios de estoques ficam um pouco maiores que a proposta 2, onde foi utilizado um modelo de revisão contínua com valor de 37,67g do ponto do pedido. Por conta da proposta 6 apresentar um ROP 3g maior, possibilitou efetuar uma compra de material a mais no período em estudo do que na proposta 2, e isto também impactou nos custos totais, pois houve um pequeno acréscimo no valor do nível médio dos estoques da empresa, gerando assim, um maior custo de manutenção de estoque para a empresa.

4.4 ANÁLISE E SELEÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA

Após a exposição da situação real e a proposição das seis alternativas para a empresa, deve-se analisar os prós e os contras de cada alternativa a fim de definir aquela que traga os melhores resultados.

Acredita-se que, devido às rotineiras faltas no controle de estoques nos anos anteriores a 2017, a alternativa encontrada pelo proprietário foi manter sempre os níveis altos de estoques para anular o risco de perda de vendas.

Por conta deste alto nível de estoque, o custo de manutenção e o valor imobilizado deste material é consideravelmente alto. Por outro lado, com a aquisição de grandes lotes de matéria-prima a um custo proporcionalmente menor, acreditava-se que o custo relevante total seria o menor possível.

No primeiro cenário criado, foi calculado um estoque de segurança e o ponto de pedido que resulte em um nível de serviço de 99% pois não é do interesse da empresa que haja perda de vendas e conseqüente redução na satisfação dos clientes. Mesmo com este alto nível de serviço, os valores do estoque de segurança e ponto do pedido foram reduzidos drasticamente em comparação com o cenário real, mostrando que é possível reduzir os níveis de estoque sem causar grandes aumentos no custo por vendas perdidas e conseqüentemente sem comprometer a satisfação da clientela.

Com um nível de serviço de 99%, o valor da parcela de custos referente à perda de vendas é pequeno em relação à parcela do custo anual de pedidos, custo de manutenção de estoque regular, e custos de manutenção de estoque de segurança. Ao se reduzir o valor do ponto do pedido de 200g para 37,67g a redução da parcela do custo de manutenção de estoque de segurança é determinante para a economia financeira da empresa.

Quanto ao lote econômico de compra, é necessário avaliar duas parcelas de custos. De um lado o custo de manutenção de estoque regular, quanto maior o lote de compra, maior será o custo para manter essa grande quantidade disponível em estoque. Por outro lado, quanto maior for o lote de compra de material, menor será o custo anual de pedido do material, pois será necessário que menos compras sejam feitas para atender a demanda.

Fez-se o cálculo iterativo do tamanho do lote econômico de compra para definir qual o valor exato que se atinge a máxima redução de custos de acordo com os dados fornecidos pelo proprietário. O tamanho do lote econômico de compra foi definido em 54,57g. Este primeiro cenário apresenta a política de gerenciamento de estoque que mais reduz o custo relevante total para o UC-2.

Por limitações do fornecedor, torna-se impossível realizar o pedido de ressurgimento de material no tamanho calculado pelo cenário 1. Por isso, foi criado um novo cenário para cada opção de tamanho de lote oferecido pelo fornecedor, sempre utilizando os mesmos valores de estoque de segurança, ponto de pedido, custo de envio de um pedido, custo da perda de vendas, taxa de perda e as demais variáveis relacionadas.

No cenário onde o lote de compra é de 100g, os custos de manutenção de estoque regular são inferiores em comparação com os outros dois cenários. Em contrapartida, esta alternativa apresenta o maior custo anual de pedido visto que será necessário que se faça diversas aquisições ao longo do período. A alternativa em que o lote é de 500g apresentou um custo de pedido anual menor, visto que será feita poucas solicitações de material ao fornecedor. Em contrapartida, o custo de manutenção desta alternativa será maior, pois com a aquisição de grandes lotes de matéria-prima, o nível médio dos estoques nas prateleiras será mais alto, representando assim, um grande valor imobilizado. O lote de 250g apresentou um custo de manutenção e aquisição intermediários.

Dentro dos 3 cenários de revisão contínua que são possíveis de ser aplicados, o que apresentou o menor custo relevante total foi a proposta 2, onde o tamanho do lote é de 100g. Considerando isso, foi criado outros dois cenários com o tamanho de lote de 100g utilizando métodos de gerenciamento distintos. Desta forma, as comparações seriam mais completas e trariam maior segurança ao empresário para modificar sua política de gerenciamento de estoques.

Por fim, foi criado um cenário baseado no método de revisão periódica e outro através do sistema Min-Máx para comparar os custos, e definir com assertividade qual a proposta que trará maior economia. Os custos anuais e o valor médio imobilizado de material na empresa

foram drasticamente reduzidos, mas a proposta 5 não superou os resultados obtidos na proposta 2.

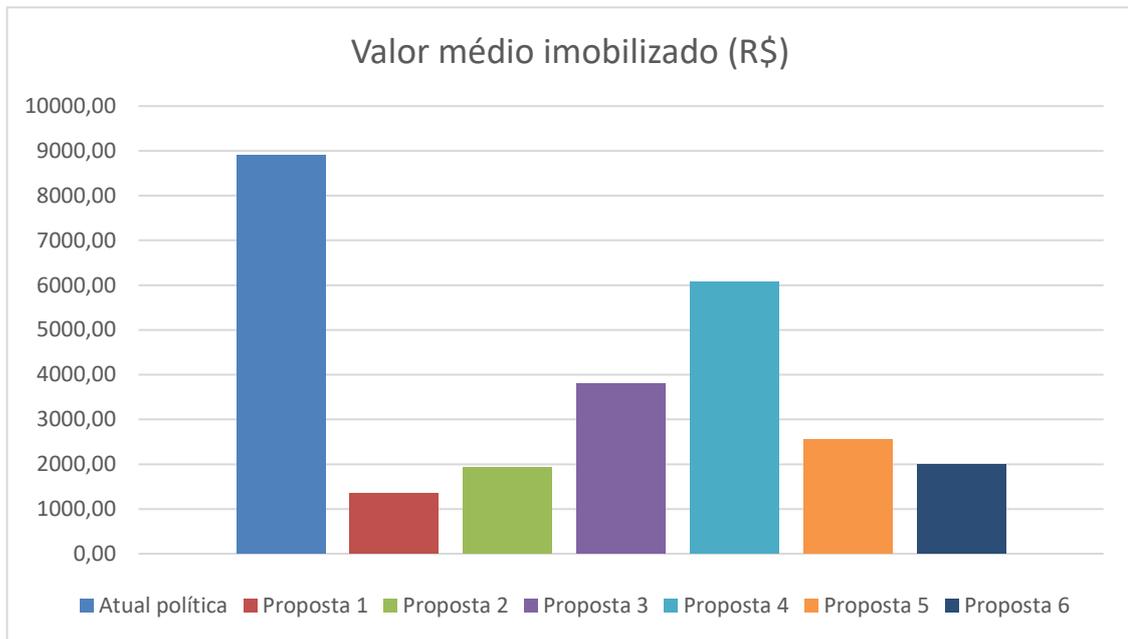
Acredita-se que a aplicação de uma metodologia de revisão periódica pode ser mais vantajosa se for aplicada simultaneamente a diversas matérias-primas. Desta forma, podendo fazer a compra de vários insumos de uma única vez, reduzindo o custo de aquisição, e maximizando os resultados. Como o estudo aprofundou-se a apenas uma matéria-prima, o custo do gerenciamento referente ao modelo de revisão periódica foi um pouco superior ao custo do gerenciamento de revisão contínua.

É possível que a aplicação de um modelo de revisão periódica simultâneo para todas as 9 matérias-primas Classe A da farmácia traga uma economia maior do que a aplicação individual de um modelo de revisão contínua para cada um dos insumos.

A proposta 6 atingiu grande proximidade em relação à proposta 2, porém por ter um ROP um pouco maior, os pedidos são realizados junto ao fornecedor com uma maior antecedência, e por conta disso, no período estudado foi possível realizar um pedido de ressuprimento a mais que na proposta 2. Este fato resultou em um valor médio dos estoques maior, e por consequência, o custo de manutenção de estoques e os custos relevantes totais foram impactados negativamente.

Dentre os 3 custos envolvidos (pedido, manutenção e perda), é o custo de manutenção dos estoques que desempenha o papel mais significativo e determinante na definição da proposta mais vantajosa. Seja ele estoque regular ou estoque de segurança, é inegável que uma quantidade elevada de material nas prateleiras não apenas afeta negativamente no custo relevante total da proposta, mas também resulta em um maior valor imobilizado para a empresa.

Figura 23 – Valor médio imobilizado



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Ao se avaliar o valor imobilizado médio do UC-2 nos anos de estudo, fica evidente a necessidade de alterar a política de gerenciamento de estoques da empresa. A atual política com um ROP de 200g e lote de compra de 500g apresenta um estoque médio de 424g, gerando um valor médio imobilizado de aproximadamente R\$ 9.000,00, enquanto que a proposta 2, selecionada por ser a alternativa possível que apresenta menor custo total, apresenta cerca de 70g de matéria-prima imobilizada nas prateleiras que representa menos de R\$ 2.000,00. Uma redução de valor imobilizado de aproximadamente 75% em apenas uma única matéria-prima.

Segundo o proprietário havia mencionado anteriormente, há aproximadamente outras 8 matérias-primas da Classe A na empresa com custos semelhantes ao UC-2. Estas, segundo o proprietário, também apresentam altos níveis de estoques, e custos semelhantes para a empresa. Os resultados obtidos para o UC-2 poderão ser potencializados se mudanças semelhantes forem aplicadas para as demais.

É importante salientar que para aplicar qualquer tipo de mudança no gerenciamento de estoque das outras matérias-primas deve ser feito um estudo para avaliar as especificidades de cada uma delas e assim tomar as melhores decisões, porém se considerarmos que há outras matérias-primas e medicamentos que apresentam problemas de gerenciamento, a aplicação de um novo método de gerenciar os estoques de cada uma delas pode trazer um resultado ainda mais positivo para a empresa.

Para se afirmar com maior assertividade a economia gerada caso se aplique a otimização do gerenciamento dos estoques para as demais matérias-primas deve-se avaliar as particularidades de cada uma delas individualmente. Aprofundar o estudo dos custos, da demanda, do fornecimento e do nível de serviço que se deseja atingir. Este aprofundamento não será aplicado neste trabalho, apenas está sendo demonstrado o grande potencial de economia que a otimização do gerenciamento pode trazer caso seja aplicada para os outros materiais que possuem classificação tipo A.

Importante destacar que esta economia gerada pelo melhoramento da política de gestão de estoques não implicará na redução da satisfação dos clientes, visto que o nível de serviço prestado praticamente não se altera. Este valor economizado é de suma importância para a melhora da saúde financeira da empresa, e poderá ser utilizado para quitar dívidas com funcionários, desenvolver novas estratégias de marketing, contratar novos colaboradores, ou alguma outra alternativa de investimento que o proprietário ache plausível.

Tratando-se de custos relevantes totais, a alternativa possível de ser aplicada e que traz a maior economia para a farmácia é proposta 2, em que é aplicado um método de revisão contínua com o ROP de 37,67g e o tamanho do lote de compra é de 100g.

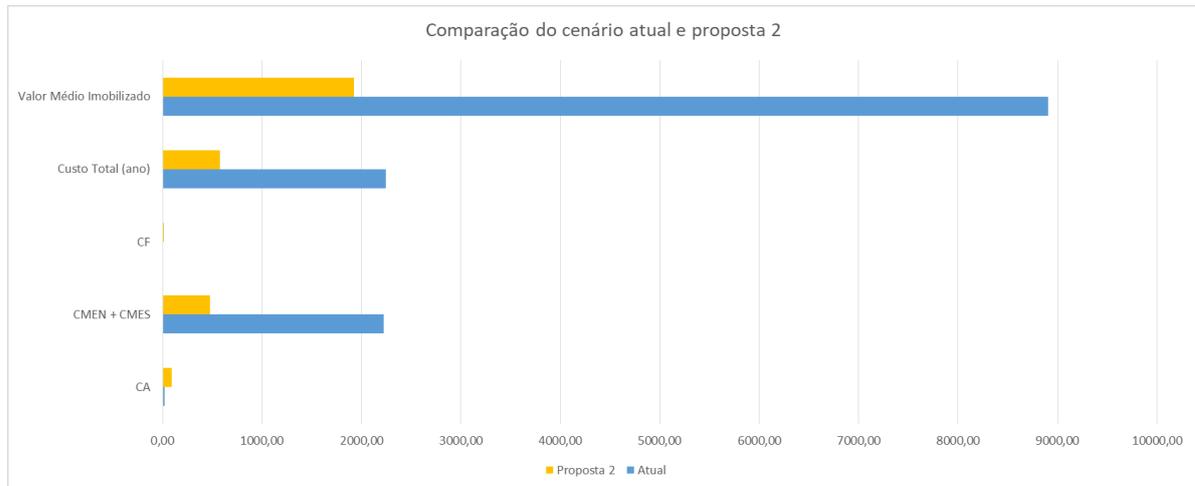
A tabela 8 demonstra os custos de cada alternativa, e a figura 24 mostra o gráfico comparativo dos custos da situação que foi praticado pela empresa em 2017 e 2018, e da proposta 2.

Tabela 8 – Custos de cada alternativa

Custos de cada proposta					
	Aquisição	Manutenção	Perda	Total	Imobilizado
Atual	17,81	2226,00	0,00	2243,81	8904,00
Proposta 1	163,20	323,16	20,92	507,28	1347,11
Proposta 2	89,06	476,48	11,42	576,96	1924,96
Proposta 3	35,62	909,94	4,57	950,13	3807,41
Proposta 4	17,81	1420,60	2,28	1440,69	6071,73
Proposta 5	89,06	640,55	24,87	754,48	2562,03
Proposta 6	89,06	500,45	11,42	600,93	1999,08

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 24 – Comparação dos custos do cenário atual e proposta 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A partir da tabela 8 e da figura 24, é possível perceber que a diminuição do custo de manutenção é determinante para a redução dos custos totais. A redução do ponto do pedido de 200g para 37,67g e a diminuição do tamanho do lote de compra de 500g para 100g resultará numa redução de aproximadamente 75% nos custos anuais do UC-2. Além disso, a mudança de política de gerenciamento de estoques da empresa trará uma redução de 75% do valor imobilizado, gerando um acréscimo de R\$7.000,00 para o fluxo de caixa da empresa.

Fica evidente que a mudança na política de gerenciamento de estoques iria gerar uma grande liberação de capital para a empresa, visto que grande parte do valor de material que estava imobilizado nas prateleiras, passaria a ter novas funções, melhorando o capital de giro da empresa para aplicar em outros investimentos que tragam um crescimento para a empresa.

Se considerarmos que a aplicação desta nova metodologia de gerenciamento dos estoques pode ser aplicada para outras matérias-primas e insumos, a economia anual e a redução do valor imobilizado torna-se ainda mais atrativa. A redução de valor imobilizado das demais matérias-primas impactará diretamente no sucesso e bem-estar financeiro da empresa, pois poderá ser aplicado a outras diversas atividades da farmácia.

É importante ressaltar que a mudança na política de gerenciamento de estoques das demais matérias-primas deve ser feita após um estudo aprofundado do comportamento da demanda, dos preços de compra e venda, dos seus respectivos *lead times* e suas demais particularidades. Porém, considerando a informação fornecida pelo proprietário de que há outros oito materiais com a classificação tipo A que possuem problemas de gerenciamento semelhantes ao insumo em estudo, é possível estimar que assim como na política aplicada para

o UC-2, a melhoria na política de gerenciamento de estoques para as demais matérias-primas também traga resultados importantes para a empresa.

5 CONCLUSÕES

Este último capítulo traz as últimas considerações do trabalho referente o atingimento dos objetivos expostos no capítulo 1, suas limitações e a recomendação de futuras pesquisas.

Os cálculos do estoque de segurança, ponto do pedido, nível de serviço, lote econômico de compra e os custos podem ser complexos para a empresa sem o auxílio de um profissional, porém a aplicação do método no dia a dia é simples e se mostrou bastante vantajosa. Boa parte das conclusões foram obtidas no decorrer do desenvolvimento e análise de cenários, pois como a determinação de uma alternativa é uma decisão quantitativa, a simples comparação de propostas é o suficiente para determinar qual é a política de gerenciamento de estoques que mais reduza os custos envolvidos para a empresa.

Outras empresas que possam ter problemas de gerenciamento semelhantes podem aplicar este estudo com as devidas alterações para se enquadrar na realidade encontrada em cada uma delas.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de encontrar uma nova alternativa de gerenciamento de estoque de matéria-prima que reduzisse os custos para a empresa. Após a criação de um cenário ideal, três propostas alternativas sob a ótica da revisão contínua, uma proposta sob a ótica da revisão periódica e uma proposta utilizando o sistema Min-Máx, observou-se o atingimento do objetivo, pois todas as alternativas tiveram os custos menores que a política praticada nos dois anos do estudo.

Constatou-se que por mais que se pague um valor maior por grama de material nos lotes menores em comparação com os lotes maiores, a economia gerada pela redução do valor imobilizado e dos custos de manutenção torna vantajosa a mudança de estratégia.

A redução do ponto de pedido de 200g para 37,67g já representa uma redução no valor médio do material imobilizado na empresa de aproximadamente R\$ 3.000,00. Se além dessa mudança na política, aliar uma redução no tamanho do lote comprado, os ganhos de economia serão ainda maiores.

A alternativa que deve ser selecionada é a proposta 2, visto que o cenário ideal de 54,57g é impossível de ser praticado por limitações do fornecedor. Considerando a proposta escolhida, a economia gerada para a empresa nestes 2 anos de estudo seria de R\$3.333,70.

Além da economia gerada pela mudança da política de gerenciamento, chama a atenção a grande redução do capital imobilizado na empresa com esta mudança, valor de aproximadamente R\$7.000,00. Este valor motiva o aprofundamento do estudo para as demais

matérias-primas tipo A da empresa, buscando potencializar a redução do valor imobilizado e dos seus custos.

A aplicação de estudo semelhante nas demais matérias-primas e medicamentos que são negociados pela farmácia seria de grande potencial para reduzir ainda mais os custos da empresa e os valores imobilizados.

É esperado que a mudança na política de gerenciamento de diversos produtos que possuam o mesmo fornecedor possa ser mais vantajosa utilizando-se o método de revisão periódica, reduzindo ainda mais os custos de aquisição e maximizando os resultados para a empresa.

Considerando isso, sugere-se para trabalhos futuros que se estude o impacto em situações onde um mesmo fornecedor pode prover diversas matérias-primas com diferentes demandas e valores, a fim de encontrar o intervalo ótimo de revisão e o nível dos estoques ideal de todas elas simultaneamente. Encontrar uma situação que reduza os custos, buscando uma visão mais macro na relação entre empresa, demanda e fornecedor a fim de encontrar uma solução para um problema semelhante ao estudado neste trabalho e que acontece corriqueiramente.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A.; NOVAES, A. *Logística Aplicada – suprimento e distribuição física*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos-: Logística Empresarial**. Bookman Editora, 2006.
- BERTAGLIA, P. R. Administrando os estoques na cadeia de abastecimento. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento* São Paulo: Saraiva, 2003.
- BERTAGLIA, P. R. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2001.
- BRITO, T. L. Aplicação de modelos de gestão de estoque para controle de ressuprimento e uma pequena empresa industrial: um estudo de caso. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- BUFFA, E. S. *Production inventory systems: planning and control*. Illinois: Richard D. Irwin, 1968.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação*. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Global Edition. 2016.
- DIAS, M. A. P. *Administração de Materiais: Uma abordagem logística*. São Paulo: Editora Atlas S.a., 2010.
- DOS SANTOS, G. A. et al. *GESTÃO DE ESTOQUE: um fator de obtenção de lucro através de sua eficiência*. 2009.
- ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: From national systems and model 2 to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, Amsterdam, n. 29, p. 109-123, 2000.
- FRANKEN, M. *Uma proposta de planejamento estratégico de marketing para a farmácia de manipulação Pharmacos*, 2007.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. Sistemas de estoques com demanda independente. *Administração da produção e operações* São Paulo: Pioneira, 2001.

GARCIA, E.; REIS, L.; MACHADO, L.; FILHO, V. **Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos**. Editora E-papers, 2006.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2ª edição. **São Paulo: Pioneira**, 1996.

MOREIRA, D. A.; SLACK, N. Administração da produção e operações 3ª. São Paulo: Atlas, 2019.

MARTINS, G.; LAUGENI, F. P. Administração da Produção. 2. ed. rev. aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2006.

MOREIRA, D. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

OI, R. K.; NOGUEIRA, D. A. C.; NETO, J. F. Gestão de Estoques em uma Farmácia de Manipulação.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção. **Operações industriais e de serviços. Unicenp**, p. 201-202, 2007.

RODRIGUES, P. R. A. Gestão Estratégica da Armazenagem. 2. ed. São Paulo: Yone Silva Pontes, 2009. 188 p.

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

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 2001.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Planejamento e controle de estoques. **Administração da produção. São Paulo: Atlas**, 1997.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1999.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. Administração da produção. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel. Administração da produção. 4^a edição São Paulo: Atlas, 2014.

TUBINO, D. F. Administração dos estoques. *Manual de planejamento e controle da produção* São Paulo: Atlas, 2000.

