

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LUCAS PRIORI ANDRIGHETTI

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE
DEMANDA E ESTOQUES EM OPERAÇÕES DE *HEALTHCARE***

CAXIAS DO SUL

2022

LUCAS PRIORI ANDRIGHETTI

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE
DEMANDA E ESTOQUES EM OPERAÇÕES DE *HEALTHCARE***

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

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

CAXIAS DO SUL

2022

LUCAS PRIORI ANDRIGHETTI

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE
DEMANDA E ESTOQUES EM OPERAÇÕES DE *HEALTHCARE***

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

Aprovado em 1/7/2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gabriel Vidor – orientador
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Me Micheli Otobelli Berteli
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Leandro Luis Corso
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Dedico este trabalho a todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal, com exemplos, orientações e ensinamentos. Dedico em especial a minha mãe e irmã, Maribel e Maria Eduarda e a minha namorada Carolina por todo apoio, carinho e incentivo nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Acredito que nossa jornada nos fortalece e molda nosso caráter, porém nenhuma jornada acontece sem o envolvimento com nossos semelhantes. Em momentos grandiosos como este lembramos daqueles que estiveram ao nosso lado, servindo como modelo, nos inspirando e auxiliando, nos dando força para seguirmos em frente e concluir as etapas importantes da vida.

Em primeiro agradecimento vem a minha família, minha mãe, Maribel, exemplo de perseverança e dedicação que sempre teve aos filhos a qual me espelho para ter força e seguir adiante em todos os desafios. Agradeço também a minha irmã, Maria Eduarda, parceira de estudos ao longo dos anos, participou diariamente da minha rotina de estudos me acompanhando e estudando juntos na UCS, nos motivamos um ao outro diariamente a seguir adiante, também me auxiliou com conhecimento e seu exemplo de inteligência, trocando ideias sobre todos os assuntos e sendo um modelo profissional e de dedicação aos estudos. Agradeço a Carolina, minha namorada e parceira, por todo seu carinho, compreensão e paciência nos momentos difíceis e por também ser um exemplo de dedicação a tudo que faz e de conquistas, sempre me guiando e motivando com seu carinho e atenção.

Por fim, agradeço a todos os professores que fizeram parte desta jornada, todos, sem exceções, contribuíram de alguma forma para que eu pudesse chegar neste momento. Agradeço em especial o professor Gabriel Vidor por toda orientação nas disciplinas que participamos juntos e pela dedicação na orientação, foi fundamental para concluir esta etapa final de forma tranquila e me auxiliou a manter o foco neste grande objetivo. E agradeço, em especial, meu pai Carlos Alberto que, lá de cima, com certeza me dá forças e está orgulhoso.

Por fim, agradeço a todos que fizeram parte de alguma forma nesta jornada.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul abordou um estudo para implementação de modelos de previsão de demanda e lote econômico de compras para gestão de estoques na empresa Unimed Nordeste RS, atuante na área de *Healthcare*. O foco do estudo foi implementar os modelos de previsão de demanda e lotes econômicos em itens selecionados do estoque definindo as aquisições do período e as comparando com as aquisições reais praticadas pela empresa. A seleção dos itens a serem estudados foram baseadas na Curva ABC e Curva XYZ. Os modelos de previsão de demanda utilizados foram a Média Móvel Simples, Média Móvel Ponderada, Suavização Exponencial Simples, Suavização Exponencial Dupla (*Holt*) e Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (*Winter*). O modelo de Lote Econômico de Compra foi utilizado para definir o tamanho dos lotes adquiridos. Foram analisados 40 meses de dados históricos, sendo selecionados 2 itens para cada grupo de estoque com base na curva ABC e XYZ para modelagem da previsão de demanda e lotes econômicos. Com base na previsão de demanda foram definidas as necessidades de aquisições para cada mês do período, considerando a necessidade direta e possíveis rupturas de estoque, definindo quantos lotes econômicos seriam adquiridos em cada mês. Este resultado foi comparado com as aquisições reais praticadas pela empresa sendo comparado seus respectivos custos de aquisições. Este trabalho apresenta um fluxo para implementação do método proposto nos demais itens da empresa estudada. A implementação dos modelos estudados apresentou uma redução aproximada de R\$ 22 milhões dos custos de aquisições no período para os itens analisados. Entretanto, nem todos os itens apresentaram reduções e alguns apresentaram rupturas de estoque, porém o fluxo proposto se apresentou eficaz. Para estudos futuros sugere-se a implementação de subgrupos de estoque ligados aos respectivos procedimentos médicos aos quais seriam utilizados, podendo antecipar possíveis demandas otimizando a gestão de estoques como um todo.

Palavras-chave: Estoque. Demanda. Gestão. Operações de saúde.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Custo da informação x valor da Informação | 22 |
| Figura 2 – Frequência Acumulada (%) x Quantidade de Itens..... | 24 |
| Figura 3 – Gráfico “dente de serra” para o LEC | 28 |
| Figura 4 – Equação para o cálculo do Lote Econômico | 28 |
| Figura 5 – Exemplo de fluxo genérico do processo de previsão de demanda..... | 30 |
| Figura 6 – Exemplo do método MMA | 32 |
| Figura 7 – Exemplo do método MMP | 33 |
| Figura 8 – Comportamento do método de suavização exponencial | 34 |
| Figura 9 – Comportamento do método de suavização exponencial | 35 |
| Figura 10 – Fluxo de análise e aplicação dos modelos de gestão de estoque..... | 40 |
| Figura 11 – Comparativo entre aquisições para o item 035238 D’DIMER HS 500..... | 45 |
| Figura 12 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 035238 D’DIMER HS 500..... | 46 |
| Figura 13 – Comparativo entre aquisições para o item 035060 ELECSYS VITAMIN D TOTAL 47 | |
| Figura 14 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 035060 ELECSYS VITAMIN D 48 | |
| Figura 15 – Comparativo entre aquisições para o item 099692 LUVA DE PROCEDIMENTO PEQ. 49 | |
| Figura 16 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 099692 LUVA DE PROCEDIMENTO PEQ. | 50 |
| Figura 17 – Comparativo entre aquisições para o item 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA..... | 51 |
| Figura 18 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA..... | 52 |
| Figura 19 – Comparativo entre aquisições para o item 031672 QIV PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP | 53 |
| Figura 20 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 031672 QIV PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP | 54 |
| Figura 21 – Comparativo entre aquisições para o item 030604 QIV NIVOLUMABE 100MG FR AMP..... | 55 |
| Figura 22 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 030604 QIV NIVOLUMABE 100MG FR AMP | 56 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Exemplo de classificação de itens em Curva ABC | 25 |
| Quadro 2 – Classificação de itens em Curva XYZ..... | 26 |
| Quadro 3 – Itens selecionados por grupo de estoque | 42 |
| Quadro 4 – DAM dos itens do grupo de estoque de medicamentos..... | 45 |
| Quadro 5 – DAM dos itens do grupo de estoque de materiais médicos hospitalares..... | 49 |
| Quadro 6 – DAM dos itens do grupo de estoque de materiais de laboratório..... | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Volume financeiro por grupo de estoque..... | 39 |
|--|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| DAM | Desvio Absoluto Médio |
| FIFO | <i>First in, First out</i> |
| LEC | Lote Econômico de Compra |
| MMP | Média Móvel Ponderada |
| MMS | Média Móvel Simples |
| MRP | <i>Material Requirement Planing</i> |
| VU | Valor de Utilização |
| CT | Custo Total Anual |
| CS | Custo Total do Sistema |
| SES | Suavização Exponencial Simples |
| SED | Suavização Exponencial Dupla |
| SETS | Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | JUSTIFICATIVA | 16 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 18 |
| 1.2.1 | Objetivo geral..... | 18 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos | 19 |
| 1.3 | ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO | 19 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 21 |
| 2.1 | GESTÃO DE ESTOQUES..... | 21 |
| 2.1.1 | Sistema de Classificação de Estoque - Curva ABC | 23 |
| 2.1.2 | Sistema de Classificação de Estoque - Curva XYZ | 26 |
| 2.1.3 | Lote Econômico de Compra (LEC)..... | 27 |
| 2.2 | TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA | 29 |
| 2.2.1 | Média Móvel Simples (MMS)..... | 31 |
| 2.2.2 | Média Móvel Ponderada (MMP)..... | 33 |
| 2.2.3 | Suavização Exponencial Simples..... | 33 |
| 2.2.4 | Suavização Exponencial Dupla (método de <i>Holt</i>)..... | 35 |
| 2.2.5 | Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (Método de <i>Winters</i>) | 36 |
| 2.2.6 | Desvio absoluto médio (DAM)..... | 37 |
| 3 | MÉTODO DE TRABALHO | 38 |
| 3.1 | CENÁRIO ATUAL | 38 |
| 3.2 | PROPOSTA DE TRABALHO | 40 |
| 3.2.1 | Curva ABC | 41 |
| 3.2.2 | Modelos de Previsão de Demanda..... | 42 |
| 3.2.3 | Modelo de Lote Econômico de Compra (LEC)..... | 43 |
| 4 | RESULTADOS | 44 |
| 4.1 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS | 45 |
| 4.1.1 | – Grupo de Estoque Medicamentos – Itens 035238 e 035060 | 45 |
| 4.1.2 | Grupo de Estoque Materiais Médico Hospitalares – Itens 099692 e 003701 | 48 |
| 4.1.3 | Grupo de Estoque Laboratório – Itens 031672 e 030604 | 52 |

| | | |
|-----|---|-----------|
| 4.2 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 56 |
| 5 | CONCLUSÃO | 59 |
| | REFERÊNCIAS | 62 |
| | APÊNDICE A – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 035238 D'DIMER HS 500 | 65 |
| | APÊNDICE B – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 035060 ELECSYS VITAMIN D TOTAL | 66 |
| | APÊNDICE C – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 099692 LUVA DE PROCEDIMENTO PEQ. | 67 |
| | APÊNDICE D – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA..... | 68 |
| | APÊNDICE E – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 031672 QIV PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP..... | 69 |
| | APÊNDICE F – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 030604 QIV NIVOLUMABE 100MG FR AMP | 70 |

1 INTRODUÇÃO

Com um mercado desafiador devido ao ritmo acelerado das constantes evoluções tecnológicas e da globalização, cada vez mais se faz necessário a otimização de processos visando a redução de desperdícios. O cenário pandêmico vivido no ano de 2021 ocasionou um descontrole na cadeia de suprimentos global, onde o setor de saúde (*Healthcare*) sofreu impacto devido à alta demanda de serviços ocasionada pela pandemia de Covid-19. O surto da doença de coronavírus expôs falhas significativas nas cadeias de suprimentos de saúde, que são complexas e altamente fragmentadas (MIRCHANDANI, 2020).

A Gestão de Operações garante a execução dos processos com o uso dos recursos de modo integrado, com uma visão sistêmica das questões voltadas para a melhoria e otimização dos processos. O termo gestão de operações refere-se ao planejamento e controle dos processos que transformam entradas em saídas. Segundo Vissers e Beech (2005) esta definição também se aplica à saúde onde a entrada para o processo é a consulta de um paciente com um pedido de cuidados de saúde e a saída do processo pode ser o paciente sendo diagnosticado, encaminhado para outro serviço, ou curado. *Healthcare Operations Management* é uma disciplina que integra princípios científicos de gestão para determinar os métodos mais eficientes e ideias para apoiar a prestação de cuidados ao paciente (LANGABEER II, 2008).

Dentro da Gestão de Operações em *Healthcare*, técnicas de previsão de demanda são aplicadas para prever eventos futuros com base em um conhecimento prévio adquirido através de um processo sistemático ou intuição. Usualmente, técnicas de previsão de demanda em *Healthcare* são aplicadas ao serviço prestado, ou seja, ao fluxo de atendimento de pacientes. Soyiri e Reidpath (2013) sugerem que previsão em *Healthcare* é prever situações de saúde ou doença antevendo eventos futuros, é também uma forma de medicina preventiva que envolve o planejamento da saúde do público e tem como objetivo facilitar a prestação de serviços relacionados aos cuidados de saúde. Já Langabeer II (2008) propõe que a previsão de demanda em *Healthcare* é um processo colaborativo que estima o volume de pacientes que serão atendidos em um determinado período específico, mais precisamente, é a projeção de demanda que ocorrerá em três partes: tipo de serviço, localização e tempo corretos. Entretanto, os tratamentos a saúde envolvem a utilização de medicamentos e insumos onde suas demandas devem se enquadrar as mesmas projeções de demanda citadas por Langabeer II (2008), tipo de serviço, localização e tempo. Sendo assim, existe uma necessidade de que os estoques estejam alinhados as necessidades de atendimento e aos procedimentos de saúde.

Uma gestão de estoques eficaz com a aplicação de técnicas de previsão de demanda para o planejamento e controle da cadeia de suprimentos e redução de desperdícios é de suma importância. A previsão de demanda é uma técnica que pode ser definida pela série de atividades que estimam quantidade de recursos para necessidades futuras (DIAS, 2019). Segundo Carvalho (2018) a previsão de demanda é o processo inicial da cadeia logística sendo a análise preditiva que prevê o consumo dos suprimentos e tendo relevância na execução das atividades seguintes na cadeia logística. Neste contexto, Oliveira e Silva (2011) ressaltam que as cadeias de suprimentos hospitalares possuem atividades complexas que incluem sequências de atividades definidas para a geração de seus procedimentos.

Neste cenário, técnicas de previsão de demanda podem ser aplicadas em processos relacionados a cadeia de suprimentos utilizados em procedimentos médicos com foco na redução de desperdícios. Segundo McLaughlin e Hays (2008) os custos crescentes estão levando muitas organizações de saúde a examinar e otimizar suas cadeias de suprimentos. O gerenciamento eficiente e eficaz da cadeia de suprimentos está se tornando cada vez mais importante na área da saúde, conforme relatado por Starr (2005), cadeias de suprimentos inadequadas na área da saúde, desperdiçaram cerca de 11 bilhões de dólares nos EUA e, até o momento, nada de significativo foi feito para aliviar o desperdício na cadeia de mantimentos relacionada a área da saúde.

O conhecimento da demanda e da variação da demanda dentro do sistema pode permitir melhor previsão, que, por sua vez, pode permitir reduções de estoque e maior garantia de que algo estará disponível quando necessário (MCLAUGHLIN; HAYS, 2008). O processo de previsão de demanda se torna eficaz nesse trabalho de manutenção e controle de estoques, principalmente nas organizações de saúde que possuem uma demanda sazonal muito grande (SOUZA, 2018). A aplicação da técnica de previsão de demanda adequada pode auxiliar a prever as sazonalidades decorrentes dos procedimentos de saúde, reduzir os níveis de estoques e desperdícios com descarte de medicamentos vencidos, agregando valor ao atendimento do cliente final.

Moura *et al.* (2013) destacam que a cadeia de suprimentos hospitalar representa de 25% a 40% dos recursos financeiros dos hospitais. Em uma pesquisa da *Cardinal Health Hospital Supply Chain*, mais de 50% de gestores hospitalares relataram que problemas de estoques interferiram na qualidade de atendimento ao paciente, além disso, médicos e enfermeiras gastam aproximadamente 20% do seu trabalho semanal lidando com problemas de estoques e abastecimento subutilizando recursos valiosos (CARDINAL HEALT *apud.*, KARUPPAN; DUNLAP; WALDRUM; 2017). Com este volume financeiro atrelado aos

estoques das operações de *Healthcare* bem como o desperdício de recursos valiosos, a utilização de técnicas de previsão de demanda para gestão de estoques é cada vez mais relevante e necessária.

Atualmente, a empresa Unimed Nordeste – RS, objeto deste estudo, possui elevados níveis de estoque ocasionados pela pandemia do coronavírus e, em contrapartida, possui altos índices de compras emergenciais para procedimentos específicos, o que mostra uma gestão de estoques desregulada. O desabastecimento ocasionado por falta de suprimentos pode parar a execução de determinados procedimentos de saúde.

Espera-se, aplicar técnicas de previsão de demanda e lote econômico em itens selecionados no estoque da referida empresa com base nas curvas ABC e XYZ a fim de reduzir seus níveis de estoque e propor um modelo de gestão de estoques para todos os itens baseado no melhor resultado entre as técnicas aplicadas visando otimizar a cadeia de suprimento sem prejudicar a realização de procedimentos de saúde. Bon e Ng (2017) concluíram após testar 10 modelos de previsão de demanda em estoques que uma melhor gestão de estoque por meio de técnicas de previsão de demanda pode ser implementada e, portanto, melhorar a qualidade e o desempenho em um período de longo prazo. Após a implementação de modelos de gestão de estoques e de previsão de demanda, McLaughlin e Hays (2008) concluíram que uma cadeia de suprimentos efetiva para o *Healthcare* requer uma análise estratégica dos processos e sistemas possibilitando a implementação de soluções em todo o sistema e não soluções individuais, permitindo a integração de toda a cadeia e melhorando a tomada de decisão para toda organização.

Este trabalho visa aplicar técnicas de previsão de demanda e lote econômico em itens presentes em grupos de estoque do hospital da empresa Unimed Nordeste RS, Cooperativa de saúde localizada na cidade de Caxias do Sul, estado do Rio Grande do Sul. O foco é identificar a técnica ideal para implementação na gestão de estoques com base na maior redução do valor de aquisições dos itens selecionados em cada grupo, sem afetar o abastecimento de suprimentos para a execução dos procedimentos médicos realizados, reduzindo desperdícios e otimizando suas operações. A seleção dos itens presentes nos grupos de estoque foi realizada com base nas curvas ABC e XYZ elaboradas através de seus históricos de consumo.

O estudo foi executado com a aplicação do modelo de lote econômico e de 5 técnicas quantitativas com abordagem em séries temporais de previsão de demanda para os itens, sendo elas: Média Móvel Simples; Média Móvel Dupla, Suavização Exponencial Simples, Suavização Exponencial Dupla (Método de *Holt*) e Suavização Exponencial com tendência e sazonalidade (Método de *Winters*). A aplicação se baseou no histórico de consumo do período

entre janeiro de 2019 a março de 2022 de 6 itens presentes na curva A de cada um dos grupos de estoques do hospital da empresa (medicamentos, materiais médico hospitalares e de laboratório), elaboradas pelo autor. Os resultados foram comparados com os valores de estoque atuais e a escolha do método a ser implementado ocorreu por meio da análise do resultado que proporcionar os menores valores de estoques previstos sem comprometer o atendimento à saúde dos clientes. Como objetivo secundário, foi apresentado um processo de implementação do melhor modelo em todo estoque o que proporcionou a redução de compras emergenciais, pois foram considerados itens utilizados em procedimentos de saúde específicos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com a competitividade em alta em todos os mercados econômicos, previsões sobre situações futuras são importantes para as operações das empresas, pois facilitam os processos de planejamento e controle organizacionais. Utilizar técnicas estruturadas de previsão de demanda neste cenário é fundamental para prever a demanda e assim otimizar os processos e reduzir desperdícios. Um dos principais focos de implementação destas técnicas são os estoques, podendo otimizar toda a cadeia de suprimentos, reduzir custos com desperdícios e aliviar o caixa das empresas. Segundo Ching (2010), a visão tradicional para gestão de estoques sempre foi de que os produtos devem ser mantidos em estoque para acomodar as variações de demanda, obter lotes econômicos superiores ao necessário ou para não perder vendas, entretanto, este modelo acarreta custos mais altos de manutenção de estoques, falta de tempo na resposta do mercado e risco de obsolescência dos produtos.

Conforme Ballou (2006) um dos principais fatores a se considerar no custo de manutenção de estoques é o custo de capital, podendo, em economias estáveis – com taxas de juros anuais na ordem de 6% ao ano – representar mais de 80% do mesmo. Entretanto, na economia brasileira, com as taxas de juros na casa de 11,75% ao ano (Base SELIC em 17/03/2022), os custos de manutenção e de capital serão maiores.

Ao longo dos anos, estas técnicas de previsão de demanda foram desenvolvidas e utilizadas por empresas de manufatura, direcionadas pelo conceito do *Lean* para redução de desperdícios em estoques e de todos os custos envolvidos a ele. Entretanto, a filosofia *Lean* tem sido estudada e aplicada em empresas de serviços com foco em melhorar a gestão de suas operações, derivando assim na Gestão de Operações em Saúde, ou *Operation Management Healthcare*).

Atualmente, a Cooperativa Unimed Nordeste RS, atuante na área de *Healthcare* e foco deste estudo, conta com altos níveis de estoque com grande variabilidade de itens proporcionado por aquisições em larga escala no período da pandemia, prejudicando a realização de uma gestão eficiente dos estoques e gerando desperdícios com alto volume financeiro em desuso, vencimento de medicamentos e perda de itens que geram ajustes de estoques. Além disso, o Setor de Compras, responsável pelo planejamento das aquisições, não utiliza nenhuma técnica de previsão de demanda, atualmente utilizam alguns modelos de gestão de estoques, o que justifica o cenário atual nos estoques da Cooperativa.

Devido à ausência na aplicação de técnicas de previsão de demanda na área de compras da referida empresa, identificou-se a oportunidade de implementação de técnicas para realização deste trabalho. Varghese *et al.* (2012) aplicaram em técnicas de gestão de estoque e previsão e demanda em 3 hospitais localizados no oeste dos EUA. Primeiramente, utilizaram a classificação da curva ABC de Pareto com o propósito de evidenciar os itens que causariam maior impacto na redução de custos. Após, os itens foram classificados conforme seu intervalo médio e variação do tamanho da demanda. Em posse destes critérios prévios, aplicaram técnicas de previsão de demanda (*forecasting models*) e determinaram os lotes econômicos para 1.000 itens, a economia de estoque gerado para os 3 locais teve valor aproximado de \$ 30.000 por semana. Entretanto, Varghese *et al.* (2012) ressaltam que alguns critérios relevantes não foram considerados e os valores podem variar.

A mesma conclusão pode ser observada por Al-Qatawneh (2011) que em um estudo de caso em um hospital americano, apresentou um método de classificação de inventário multicritério que considera a criticidade, custo e valor de uso dos itens como critérios de decisão para aplicação no modelo de previsão de demanda de Suavização Exponencial Simples. Al-Qatawneh (2011) concluiu que aplicar critérios e níveis de importância aos itens em estoques aliados ao método de previsão de demanda não só podem reduzir o custo de estoque, mas também garantir a disponibilidade de itens que são fundamentais para salvar vidas humanas.

A gestão de estoques parece ter sido pouco difundida na área de *Healthcare* no mundo todo, porém ela é extremamente importante e técnicas de previsão de demanda auxiliam de forma eficaz. Conforme verificado por Rachmania e Basri (2013), um hospital da Indonésia apresentou 3 principais problemas em seus estoques: práticas de gestão com estoques excessivos, técnicas de previsão de demanda inadequadas e falta de suporte de tecnologias da informação e sistemas. Rachmania e Basri (2013), aplicaram uma nova política de gestão de estoques baseadas em alguns modelos de previsão de demanda e identificaram que o modelo

de Holt foi o mais apropriado, pois apresentou a menor taxa de erro e, sendo assim, pode reduzir até 50% do valor total de estoque.

Técnicas de previsão de demanda podem ser implementadas em todas as fases da cadeia de suprimentos em operações de *Healthcare*. Foi o que relatou Kamizaki (2009) com a implementação de modelos qualitativos e quantitativos de previsão para suprir falhas técnicas devido à má estruturação deste processo que gera, entre outras situações, acúmulos de estoque em uma empresa distribuidora de medicamentos. Conforme Kamizaki (2009), que testou as técnicas de Média Móvel, Média Ponderada, Suavização Exponencial Simples e Suavização Exponencial Móvel no seu trabalho, todas as técnicas testadas apresentaram melhores resultados em relação ao modelo usado pela empresa, com redução nos volumes de estoque na casa de 6 milhões de euros por ano.

A previsão dos níveis de demanda é de suma importância para toda empresa à medida que proporciona a entrada para o planejamento e controle de todas as diversas áreas funcionais das organizações. Os volumes de demanda e os momentos em que ocorrerão afetam fundamentalmente os índices de capacidade, as necessidades financeiras e a estrutura geral de qualquer negócio (BALLOU, 2006). O conhecimento da demanda e da variação da demanda dentro do sistema pode permitir melhor previsão, que, por sua vez, proporciona reduções de estoque e maior garantia de que algo estará disponível quando necessário (MCLAUGHLIN; HAYS, 2008). Assim, a realização de uma gestão de estoques eficiente tem aumentado sua importância para as empresas de *Healthcare*, pois cada vez mais se apresenta como solução estratégica para a garantia de qualidade aos cuidados com a saúde dos pacientes, redução de custos com armazenagem, aumento da flexibilidade e disponibilidade de medicamentos e agilidade na resposta às exigências do paciente.

1.2 OBJETIVOS

Nessa seção são apresentados o objetivo geral e específicos do trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é realizar um estudo sobre o impacto na adoção de modelos de gestão de estoques baseados em previsão de demanda e lote econômico nos estoques do hospital da Cooperativa Unimed Nordeste RS.

1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) verificar os itens críticos a serem estudados;
- b) analisar o histórico dos itens selecionados e verificar o comportamento de elementos de tendência, sazonalidade e ciclo;
- c) estabelecer os tamanhos de lotes econômicos;
- d) comparar os modelos simulados com os dados atuais.

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Como método de pesquisa, este trabalho tem uma abordagem quantitativa; ele apresenta técnicas de otimização e modelagem de cenários via implementação de algoritmos para otimização. Ademais, pode ser classificado como um projeto de natureza explanatória, visto que pretende avaliar o impacto da adoção de modelos de previsão de demanda e lote econômico na gestão de estoques. Como análise fíndia, ressalta-se: o método adotado nesse trabalho é definido como pesquisa-ação. Segundo Thiollent (1997), a pesquisa-ação é um método apropriado para conhecer e intervir nas organizações - o intento desta proposta.

Nesta linha, projeta-se uma estrutura de trabalho baseada em quatro fases. A primeira etapa envolve uma análise preliminar dos dados presentes nas séries temporais (histórico de consumo e compra) dos itens presentes nos grupos de estoque (medicamentos, materiais médico hospitalares e de laboratório) da Unimed Nordeste RS. Na sequência serão analisados os modelos de gestão de estoque atuais, utilizados para cada grupo e suas especificidades e características de aplicação.

A etapa seguinte consiste na elaboração de uma Curva ABC de cada grupo com base no consumo e custo médio mensal dos itens. Com a Curva ABC concluída, uma análise crítica dos itens da Curva A será realizada a fim de verificar tendências, sazonalidades e hipóteses relacionadas a previsão de consumo futuro dos 2 primeiros itens da Curva A. O objetivo desta análise é identificar dentro do histórico de consumo, tendências que possam interferir nos resultados e conseqüentemente na análise quanto ao modelo mais eficiente.

As etapas seguintes consistem na implementação dos modelos de previsão de demanda e lote econômico nos itens selecionados e na comparação dos resultados obtidos com o cenário atual, buscando identificar o modelo mais econômico e eficiente. Dessa forma, uma delimitação

latente é o fato do resultado deste trabalho não pode ser generalizado para todo o contexto da empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos e metodologias de gestão de estoques e previsão de demanda utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho e posterior avaliação. Além disso, são abordadas as técnicas para implementação dos modelos de previsão, as maneiras de combiná-los e as formas de medir a acuracidade das previsões obtidas.

2.1 GESTÃO DE ESTOQUES

As atividades de controlar a quantidade de produto estocado, decidir quando realizar uma nova compra, definir sobre a organização e distribuição por lotes ou datas, identificação, classificação e outros, denomina-se gestão de estoque. Gestão de estoque pode ser definida como um processo integrado pelo qual são determinadas e seguidas as políticas de uma empresa e da cadeia de valor com relação aos estoques. O modelo de abordagem, reativa ou provocada, baseia-se na demanda dos clientes para movimentar os produtos por meio dos canais de distribuição (BALLOU, 2006). Existem dois pontos principais na gestão de estoques: o operacional e o financeiro. Na parte operacional, os estoques permitem certas economias na produção e regulam diferenças de ritmo entre os fluxos de processos. Do ponto de vista financeiro, a visão é de que estoque é investimento e é contabilizado como capital, sendo assim, quanto maior for o estoque, maior será o capital total (MOREIRA, 2012).

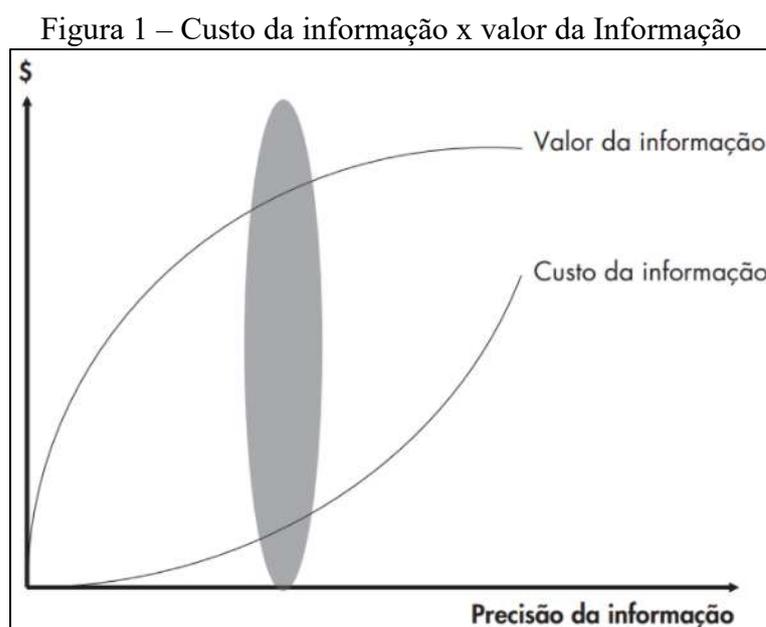
A maneira pela qual os materiais são administrados condiciona a capacidade das organizações de atender aos seus objetivos, quanto maior a capacidade de gerir os materiais de forma adequada, maior a sua capacidade de oferecer a seus clientes bens e serviços de qualidade com baixos custos operacionais (BARBIERI; MACHLINE, 2017). Para Silva (2019), a gestão de estoques deve ser feita dentro de uma visão estratégica da empresa e não de forma isolada, pois a função básica dos estoques é atender a demanda de um processo produtivo ou de serviço por meio de um processo de suprimento.

A gestão de estoques é um fator crucial na rotina de qualquer empresa e requer cada vez mais atenção por parte dos administradores. Segundo Laje Jr. (2019) o estoque representa o mais básico entre os investimentos de capital de uma empresa. Sendo assim, é fundamental ter uma boa gestão e controle dos estoques para contribuir nos resultados positivos do negócio. A visão de Ching (2010, p. 17) segue na mesma linha, “O controle de estoque exerce influência muito grande na rentabilidade da empresa. Os estoques absorvem capital que poderia estar sendo investido de outras maneiras, desviam fundos de outros usos potenciais e tem o mesmo

custo de capital que qualquer outro projeto de investimento da empresa. Aumentar a rotatividade do estoque libera ativo e economiza o custo de manutenção do inventário”. O estoque representa uma fatia significativa de custos dentro do processo logístico podendo atingir valores entre 40% a 50% dos custos e investimentos em logística de uma empresa (PAURA, 2012).

O gerenciamento de estoque deve determinar quanto estoque manter, quando pedir e quanto pedir. O gerenciamento de estoque eficaz e eficiente requer um sistema de classificação, sistema de rastreamento de estoque, previsão confiável de demanda, conhecimento dos prazos de entrega e estimativas razoáveis de custos de manutenção, pedidos e escassez (MCLAUGHLIN; HAYS, 2008).

Para Barbieri e Machline (2017) os níveis dos estoques são afetados pela qualidade e quantidade de informações obtidas sobre eles, como previsão de demanda, prazos de entrega dos materiais, alternativas de distribuição, estoques existentes nos almoxarifados, entre outras. Entretanto, gerir estoques com informações de qualidade tem um custo, Barbieri e Machline (2017) acrescentam que “o custo das informações cresce exponencialmente, enquanto o seu valor cresce logaritmicamente, ou seja, o custo das informações segue a lei dos incrementos crescente, e o valor das informações, a lei dos rendimentos incrementais decrescentes.” Assim, cabe aos gestores encontrar o equilíbrio entre o investimento necessário para obtenção das informações adequadas para realização da melhor gestão de estoques possível. A Figura 1 ilustra a relação dos custos relatada por Barbieri e Machline (2017).



Fonte: Barbieri e Machline (2017)

Uma gestão eficiente de estoques envolve o conhecimento de seus respectivos custos, e como o foco deste trabalho está relacionado com os custos de estoques, cabe relatar a teoria sobre estes eles. Moreira (2012) relaciona e explica os custos relacionados aos estoques como:

- a) custo do item: custo de comprar ou produzir uma unidade do item;
- b) custo do pedido: é o custo de encomenda da mercadoria comprada externamente. Envolve todos os custos relacionados, desde o momento da compra até a estocagem, como:
 1. manutenção de toda área de compras;
 2. custos de transporte;
 3. custo de inspeção.
- c) custo unitário de manutenção: é o custo de manter um item parado em estoque por período determinado. Seus custos são segregados em duas partes:
 1. custo de capital: é custo devido a perda de investimento de capital, ou seja, a perda da oportunidade de investir o dinheiro e não ter estoque;
 2. custo de armazenagem: inclui os custos relacionados ao espaço físico usado na armazenagem, seguros, taxas, extravio, obsolescência ou deterioração do material.
- d) custo de falta de estoque: refere-se aos custos relacionados a falta, como perda de vendas, serviços não atendidos, entre outros.

Para Silva (2019), um modelo de gestão de estoques adequado permitirá que a empresa atenda seus clientes com um nível de serviço elevado e com baixo investimento em estoques. Fazer melhorias na gestão de estoque é uma das principais áreas a focar a atenção nos cuidados de saúde, onde os desafios prioritários incluem a incerteza na procura e recursos humanos limitados (ONAR *et al.*, 2018, *apud.* Buschiazzo; Mula; Campuzano-Bolarin, 2020).

Sendo assim, de acordo com Dias (2019), é preciso integrar e controlar quantidades e valores de todas as atividades envolvidas, não focando na preocupação única sobre vendas e compras, aumentar a eficiência da utilização de recursos internos equivale à economia de custos, menores desperdícios e maior eficiência do processo como um todo.

2.1.1 Sistema de Classificação de Estoque - Curva ABC

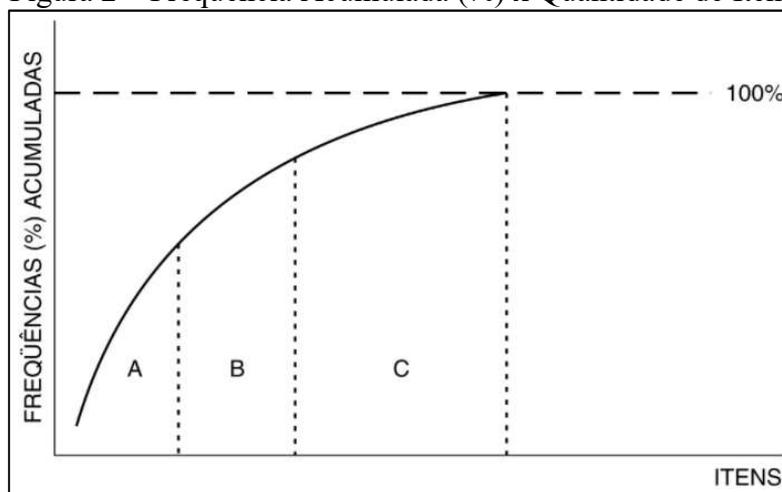
Conforme relatado por Laje Jr. (2019), Vilfredo Pareto realizou um estudo sobre a distribuição de riquezas em Milão no século XIX e descobriu que cerca de 20% das pessoas controlavam aproximadamente 80% da riqueza. Essa lógica de poucos com maior importância

e muitos com pouca importância foi ampliada para incluir diversas outras situações e foi denominada princípio de Pareto.

De acordo com Pareto, poucos itens (cerca de 20%) representam uma importância acumulada alta de investimentos (cerca de 80%); os itens de médio valor representam cerca de 30% e representam cerca de 10% do valor acumulado; e os restantes 50% dos itens representam apenas 10% do valor acumulado (LAJE JR.,2019).

A Figura 2 representa a frequência acumulada de itens em relação a quantidade de itens de cada classe, ou seja, a curva ABC.

Figura 2 – Frequência Acumulada (%) x Quantidade de Itens



Fonte: Moreira (2012).

Para Laje Jr. (2019), preparar uma curva ABC de itens necessita:

- calcular o valor do desempenho de cada item em termos da medida escolhida;
- calcular o valor total dessa medida de desempenho;
- calcular a porcentagem de cada item em relação a esse total;
- ordenar os itens em ordem decrescente em relação à porcentagem de cada um;
- calcular a porcentagem acumulativa desses valores.

Os itens classe A serão os itens que corresponderem a cerca de 80% do valor acumulado, os itens classe B serão os itens restantes que representarem cerca de 10% do acumulado restante, e os demais itens serão os itens classe C.

Os itens A são os mais importantes e, portanto, os mais próximos a serem gerenciados. Os itens B e C são menos importantes e gerenciados menos de perto. Dentro de um ambiente hospitalar, os marcapassos são um exemplo de itens A e o lenço facial pode ser um exemplo de item C. Os itens A provavelmente são pedidos com mais frequência e a acuracidade do estoque destes itens é verificada com mais frequência. Esses itens A são bons candidatos para

otimizações com códigos de barras e sistemas de ponto de uso. Os itens C não precisam ser gerenciados tão de perto e, muitas vezes, um sistema de dois compartimentos é usado para gerenciamento e controle (MCLAUGHLIN; HAYS, 2008).

Barbieri e Machline (2017) relatam que a classificação ABC estabelece uma relação entre a porcentagem acumulada do valor de utilização dos itens e a porcentagem acumulada do número de itens existentes. O valor de utilização (VU) pode ser calculado Consumo Anual do Item \times Preço Unitário ou Estoque Médio do Item \times Custo Unitário de Aquisição. A classificação de itens proposta por Barbieri e Machline (2017) segue a seguinte cronologia de análise:

- a) calcular o Valor de Utilização (VU) de cada item;
- b) reordenar os itens segundo o seu VU em ordem decrescente;
- c) calcular o valor de utilização acumulado item a item;
- d) calcular a porcentagem do valor de utilização acumulado de cada item em relação ao valor total dos itens;
- e) calcular, para cada item, a porcentagem do número de itens acumulados em relação ao número total de itens;
- f) proceder à divisão em classes;

A Figura 3 exemplifica um modelo de classificação de itens conforme curva ABC proposto por Barbieri e Machline (2017):

Quadro 1 – Exemplo de classificação de itens em Curva ABC

| Código do Item (1) | Valor de Utilização (VU) em \$ por ordem decrescente (2) | VU em \$ Acumulado (3) | VU em % Acumulado (4) | % do Número de Itens (5) | Classe |
|--------------------|--|------------------------|-----------------------|--------------------------|--------|
| 7 | 51.850,00 | 51.850,00 | 28,00 | 4,20 | A |
| 11 | 43.288,00 | 95.138,00 | 51,40 | 8,40 | A |
| 4 | 25.480,00 | 120.618,00 | 65,10 | 12,60 | A |
| 18 | 12.320,00 | 132.938,00 | 71,80 | 16,80 | A |
| 17 | 11.015,00 | 143.953,00 | 77,80 | 21,00 | B |
| 3 | 9.936,00 | 153.889,00 | 83,10 | 25,20 | B |
| 23 | 7.755,00 | 161.644,00 | 87,30 | 29,40 | B |
| 12 | 5.888,00 | 167.532,00 | 90,50 | 33,60 | B |
| 19 | 4.180,00 | 171.712,00 | 92,70 | 37,80 | B |
| 13 | 3.780,00 | 175.492,00 | 94,80 | 42,00 | B |
| 8 | 2.300,00 | 177.792,00 | 96,00 | 46,20 | C |
| 14 | 1.800,00 | 179.592,00 | 97,00 | 50,40 | C |
| 21 | 1.680,00 | 181.272,00 | 97,90 | 54,60 | C |
| 10 | 1.612,00 | 182.884,00 | 98,75 | 58,80 | C |
| 1 | 580,00 | 183.464,00 | 99,06 | 63,00 | C |
| 6 | 392,00 | 183.856,00 | 99,30 | 67,20 | C |
| 2 | 276,00 | 184.132,00 | 99,45 | 71,40 | C |
| 9 | 240,00 | 184.372,00 | 99,57 | 75,60 | C |
| 16 | 220,00 | 184.592,00 | 99,70 | 79,80 | C |

Fonte: Barbieri e Machline (2017)

Gerenciar os estoques de todos esses itens com a mesma atenção e os mesmos métodos pode ser bastante dispendioso, sendo assim, a Curva ABC se mostra eficaz no direcionamento da atenção aos itens mais relevantes em estoque otimizando os investimentos e custos relacionados aos estoques (MOREIRA, 2012).

2.1.2 Sistema de Classificação de Estoque - Curva XYZ

Este modelo de classificação baseia-se no grau de criticidade ou imprescindibilidade do material para as atividades em que serão utilizados. Neste sentido, Barbieri e Machline (2017) relatam que estes itens críticos são da classe Z, pois são materiais vitais para a organização, não podendo ser substituídos em tempo para evitar transtornos. Em contrapartida, os itens de classe X que podem faltar sem gerar prejuízos aos processos, não por não serem importantes, mas por poderem ser substituídos com facilidade sem impacto negativo nos processos. O Quadro 2 apresenta as características para cada classe de itens:

Quadro 2 – Classificação de itens em Curva XYZ

| Classe | Características |
|--------|---|
| X | Baixa criticidade, faltas não acarretam paralisações nem riscos à segurança pessoal, ambiental e patrimonial. Elevada possibilidade de substituição. Grande facilidade de obtenção. |
| Y | Criticidade média. Faltas podem acarretar paralisações e colocar em risco a segurança pessoal, ambiental e patrimonial. Podem ser substituídos com relativa facilidade. |
| Z | Máxima criticidade. Faltas podem provocar paradas e colocar em risco as pessoas e o patrimônio da organização. Não podem ser substituídos ou seus equivalentes são difíceis de obter. |

Fonte: Barbieri e Machline (2017)

Conforme Barbieri e Machline (2017) a determinação do grau de criticidade de um material pode ser efetuada por meio das respostas às seguintes perguntas feitas para cada item de material:

- a) O item é essencial para alguma atividade vital da organização?
- b) O item pode ser adquirido facilmente?
- c) O item possui equivalente(s) já especificado(s)?
- d) Algum item equivalente pode ser adquirido facilmente?

Para Barbieri e Machline (2017) a Classificação XYZ permitirá aos gestores determinar níveis de atendimento adequados aos diferentes graus de criticidade dos materiais utilizados em seus processos.

2.1.3 Lote Econômico de Compra (LEC)

Para Lajes Jr. (2019) o modelo de lote econômico é apropriado para aquisição de matérias-primas e para o sistema de varejo. Para Moreira (2012), o sistema do Lote Econômico de Compra foi concebido para a gestão de itens comprados fora da empresa.

Todo sistema de controle de estoques baseado em demanda independente deve responder a duas questões principais: quando se deve comprar (uma data) e quanto se deve comprar do item (uma quantidade). Embora o modelo de Lote Econômico de Compra responda a essas duas questões, ele é mais utilizado para responder a segunda, ou seja, parametrizar as quantidades do lote (MOREIRA, 2012).

Moreira (2012) estrutura duas hipóteses relacionadas ao LEC: a primeira se refere ao comportamento do item em estoque e a segunda aos custos relacionados ao estoque. Essas hipóteses permitirão determinar uma quantidade restante em estoque, que, quando atingida, aciona um novo pedido de compra para reposição do lote, considerando que, enquanto a mercadoria do novo lote chegue, o estoque remanescente segue sendo utilizado.

Para Contador (2010), as hipóteses relacionadas ao comportamento do item dentro do sistema de LEC e que atendem as hipóteses de quando e quanto comprar, ou seja, atendem a todo o modelo são:

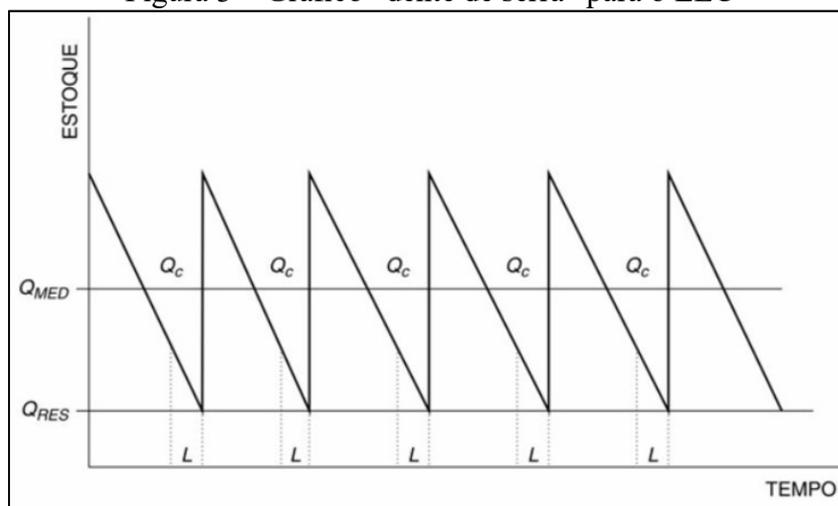
- a) demanda a uma taxa constante: desconsideram-se aleatoriedade, tendência e sazonalidades;
- b) reposição instantânea: desconsidera-se o lead-time de produção ou compra;
- c) custos constantes: desconsideram-se efeitos de escala.

Seguindo a mesma linha, Moreira (2012) acrescenta que as hipóteses relacionadas ao comportamento do item dentro do sistema LEC são a taxa de consumo e tempo de espera (*lead time*) entre o pedido e entrega sejam constantes.

Tanto Moreira como Contador (2010) consideram que uma hipótese de taxa de demanda constante implica uma forma do gráfico de evolução do nível de estoque conhecida como “gráfico dente de serra”, e isso define a hipótese relatada por ambos os autores de “quando se compra” dentro de um sistema LEC.

A Figura 3 apresenta o “gráfico dente de serra” que demonstra o comportamento das quantidades de um item usando o sistema de LEC onde Q_C representa a quantidade de compra, Q_{MED} representa a quantidade média, Q_{RES} representa a quantidade de reserva e L representa o período.

Figura 3 – Gráfico “dente de serra” para o LEC



Fonte: Moreira (2012)

Para avaliação da hipótese do “quanto se comprar”, Moreira (2012) considera 3 hipóteses fundamentais:

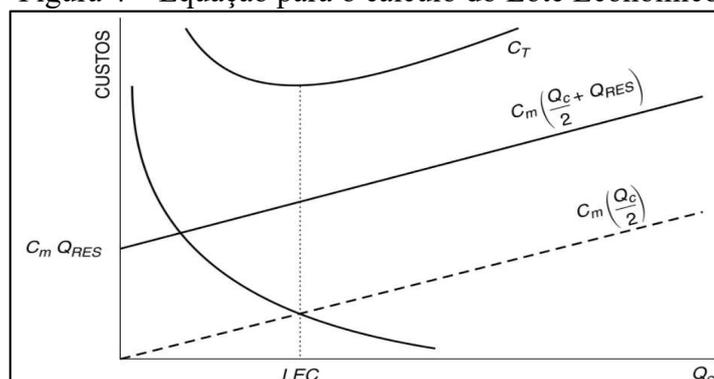
- custo unitário constante;
- custo do pedido constante, independentemente da quantidade comprada;
- custo de manutenção é constante.

Dentro do cenário econômico brasileiro, a constância de custos é um desafio, porém Moreira (2012) relata que o sistema LEC pode ser revisto quando desejado para revisão dos custos relacionados ao sistema. Contador (2010) sugere que o modelo do lote econômico busca determinar a quantidade a ser comprada de forma a reduzir o custo total (custo de aquisição mais o custo manutenção de estoque). Eles são retratados por Moreira (2012) como:

- Custo Total Anual (C_T) = custo de pedido mais o custo de manutenção.
- Custo Total do Sistema (C_S) = Custo Total Anual somado ao preço da mercadoria.

Desta forma, a Figura 4 apresenta a relação entre os custos associados ao estoque dentro do sistema LEC.

Figura 4 – Equação para o cálculo do Lote Econômico



Fonte: Moreira (2012)

A Figura 4 mostra separadamente os dois custos (pedir e manter) em função da quantidade comprada de cada vez Q_c . Na mesma figura, é efetuada a soma dessas duas parcelas para compor o Custo Total Anual em estoque C_T .

Com base nos custos associados aos estoques e nas hipóteses levantadas, Moreira (2012) apresenta a seguinte equação para realização do cálculo do lote econômico.

$$LEC = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_m}} \quad (1)$$

Onde:

C_p = custo do pedido

C_m = custo unitário de manutenção

D = demanda anual

O modelo de LEC é a quantidade de compra que minimiza os custos totais anuais de um item. Para a gestão de estoque, os custos devem ser obtidos com o objetivo de decidir sobre quanto e quando comprar o material. As informações sobre os custos são combinadas com dados passados e com previsões sobre as alterações que podem ocorrer no futuro, como variações da demanda, aumento dos preços dos itens, variações das taxas de juros, entre outros (BARBIERI; MACHLINE, 2017).

2.2 TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA

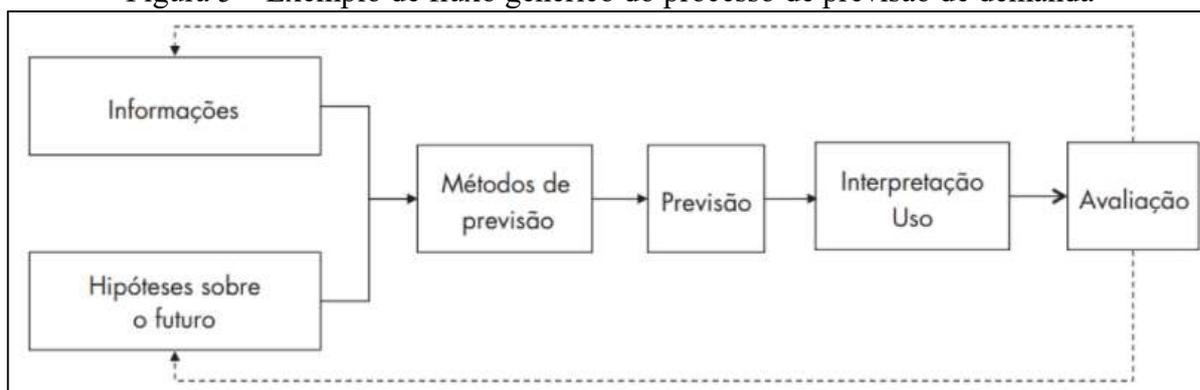
Planejar é uma atividade comum em qualquer empresa, independentemente de seu tamanho ou de ramo de atuação. Constantemente, todas as áreas estão envolvidas com o planejamento, de maneira formal ou informal. Existe a necessidade de se planejar para cinco ou dez anos no futuro, tanto quanto há necessidade de se planejar os próximos dias ou semanas, embora o grau de detalhe seja muito diferente nos dois casos. Entretanto, independente das diferenças de tempo a se planejar, existe uma importante base comum a qualquer planejamento, a previsão da demanda (MOREIRA, 2012).

Segundo McLaughlin e Hays (2008) o conhecimento da demanda e da sua variação dentro do sistema pode permitir uma melhor previsão de demanda, que, por sua vez, pode permitir reduções de estoque e maior garantia de que algo estará disponível quando necessário.

Para Barbieri e Machline (2017) as previsões sobre a demanda de materiais são fundamentais para a realização dos objetivos logísticos, que consistem em prover ao usuário o material certo na quantidade solicitada e nas melhores condições operacionais e financeiras para a organização. A previsão de demanda baseia-se em dados passados para prever a demanda

futura com a menor margem de erro possível. Barbieri e Machline (2017) relatam que os modelos de previsão sempre contemplarão de forma inter-relacionada os seguintes componentes: informações, hipóteses do futuro, método utilizado, interpretação dos dados, utilização e avaliação do modelo. A Figura 5 retrata este fluxo de utilização de modelos de previsão de demandas.

Figura 5 – Exemplo de fluxo genérico do processo de previsão de demanda



Fonte: Barbieri e Machline (2017)

Laje Jr. (2019) relata que existem dois tipos de demandas, a dependente e a independente, onde a demanda dependente pode ser calculada através da necessidade dos produtos relacionados. Já a demanda independente é a demanda futura por um produto e está precisa ser prevista.

A abordagem para prever a demanda dependerá da natureza dos dados existentes, podendo ser qualitativa ou quantitativa. Dentro da abordagem qualitativa existem diversos métodos como pesquisa de mercado, consenso do comitê executivo e o método de Delphi. Para a abordagem quantitativa, são recomendadas a abordagem casual ou a abordagem baseada em séries temporais (LAJE JR., 2019). Os métodos qualitativos são mais indicados quando existem poucos dados históricos disponíveis ou quando somente especialistas possuem inteligência de mercado que pode afetar a previsão. Tal método também pode ser necessário para prever a demanda de vários anos no futuro em um novo setor ou modelo de negócio (CHOPRA; MEINDL, 2013).

Moreira (2012) define os métodos quantitativos (ou matemáticos) como aqueles que utilizam métodos matemáticos de análise para alcançar os valores previstos, permitindo o controle do erro, porém exigindo valores preliminares para análise. Esses métodos se dividem em duas categorias:

- a) métodos casuais: a demanda dos itens é relacionada a variáveis internas e externas à empresa;

b) séries temporais: baseia-se em dados da demanda obtidos em intervalos do passado.

Conforme relata Moreira (2012) a utilização das séries temporais, utilizadas neste estudo, tem como hipótese básica que os valores futuros das séries podem ser estimados com base nos valores passados, onde não serão associadas a demanda qualquer outra variável da qual a série possa depender. Se o período coberto for suficientemente longo, a demanda prevista permite distinguir quatro comportamentos ou efeitos associados com uma série temporal:

- a) efeito de tendência: o qual confere à demanda uma tendência a crescer ou decrescer com o tempo;
- b) efeito sazonal: esse efeito representa o fato de que a demanda de muitas mercadorias assume comportamentos semelhantes em épocas bem definidas do ano;
- c) ciclo de negócios: são flutuações econômicas de periodicidade variável;
- d) variações irregulares: são variáveis com causas não identificadas, ocorrendo no curto e no curtíssimo prazo.

Dentro dos métodos de séries temporais, são conhecidos alguns modelos de médias que podem ser extraídas de valores históricos de demanda, e os modelos de decomposição das séries temporais que envolvem a determinação da linha de tendência, obtida por meio de uma regressão que considera o tempo como variável ligada à demanda onde os valores previstos pela linha de tendência podem ser corrigidos para responder por outras características da demanda (MOREIRA, 2012).

Na busca por um modelo de previsão ideal, as empresas devem equilibrar os fatores objetivos e subjetivos ao prever a demanda, ou seja, combinar técnicas qualitativas envolvendo definições gerenciais com técnicas quantitativas utilizando modelos matemáticos para as previsões finais (CHOPRA, MEINDL, 2013).

Para alinhamento com este trabalho, serão abordados teoricamente as técnicas quantitativas com base em séries temporais de Média Móvel Simples (Aritmética), Média Móvel Ponderada, Suavização Exponencial Simples, Suavização Exponencial Dupla (Método de *Holt*) e Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (*Winter*).

2.2.1 Média Móvel Simples (MMS)

A previsão baseada na Média Móvel Simples (MMS) consiste em estimar a demanda futura pela média aritmética da demanda de um número fixo de períodos. A cada novo período,

abandona-se a demanda mais antiga e acrescenta-se a nova (BARBIERI; MACHLINE, 2017). A Figura 6 demonstra melhor o funcionamento da técnica.

Figura 6 – Exemplo do método MMA

| Mês | Demanda (em unidades) | Previsão (MMA de n = 4) |
|----------|-----------------------|--------------------------------|
| Março | 70 | |
| Abril | 75 | |
| Maio | 65 | |
| Junho | 80 | |
| Julho | 78 | $(70 + 75 + 65 + 80)/4 = 72,5$ |
| Agosto | 71 | $(75 + 65 + 80 + 78)/4 = 74,5$ |
| Setembro | 55 | $(65 + 80 + 78 + 71)/4 = 73,5$ |
| Outubro | | $(80 + 78 + 71 + 55)/4 = 71,0$ |

Fonte: Barbieri e Machline (2017)

Segundo Laje jr. (2019) este método é utilizado para aliviar o efeito de flutuações aleatórias de demanda dentro do tempo porque se baseia em dados mais recentes tendo uma resposta mais rápida a mudanças no processo. Para processos estáveis é indicado a utilização de períodos (N) maiores na análise de séries temporais e para processos instáveis, deve-se escolher períodos menores.

$$P_{T+K} = \frac{\sum_{t=T-N+1}^T d_t}{N} \quad (5)$$

Nesta equação P_{T+K} representa a previsão para o k -ésimo período à frente; d_t representa a demanda no período t , com $t = 1, 2, \dots, T$; e N é o número de períodos recentes que se deseja considerar. Para Moreira (2012, pg 312) existem duas particularidades neste método: se $N=1$ a previsão resulta no valor da última demanda real verificada; se $N=12$, isso resulta em anular todos os efeitos sazonais distribuídos ao longo do ano.

Entretanto, Barbieri e Machline (2017) ressalta que o peso uniforme para todos os dados da série temporal é a grande desvantagem desse método de previsão, pois é razoável supor que os dados mais recentes tragam mais informações sobre o futuro do que os mais antigos. Disso decorre outra desvantagem: esse método reage muito lentamente as variações sazonais, podendo mesmo acobertá-las quase que completamente, dependendo do tamanho do período (N) escolhido.

2.2.2 Média Móvel Ponderada (MMP)

Para Barbieri e Machline (2017) o modelo de MMP pode suprir uma das limitações da MMS através da atribuição de pesos em ordem decrescente à idade dos dados da série temporal. Se o comportamento da série temporal for do tipo constante, este pode ser utilizado para previsões de demanda (LAJE JR., 2019). Porém, Barbieri e Machline (2017) ressaltam que este método aumenta o número de cálculos e indica a necessidade de um sistema de ponderação aos dados, o que pode ser operacionalmente inconveniente se o número de períodos da série temporal (N) for grande. A Figura 7 demonstra melhor a o funcionamento da técnica.

Figura 7 – Exemplo do método MMP

| Mês | Demanda (em unidades) | Peso | Previsão ($n = 4$) |
|-------|-----------------------|------|--|
| Março | 70 | 10 | $P_{julho} = \bar{D}_{julho} = \frac{80 \times 40 + 65 \times 30 + 75 \times 20 + 70 \times 10}{40 + 30 + 20 + 10} = 73,5$ |
| Abril | 75 | 20 | |
| Maió | 65 | 30 | |
| Junho | 80 | 40 | |
| Julho | | | |

Fonte: Barbieri e Machline (2017).

A equação para o cálculo da previsão de demanda com base na MMP apresentada por Laje Jr. (2019):

$$P_{T+K} = \sum_{t=T-N+1}^T W_t d_t \quad (6)$$

Nesta equação P_{T+K} representa a previsão para o k -ésimo período à frente; d_t representa a demanda no período t , com $t = 1, 2, \dots, T$; e N é o número de períodos recentes que se deseja considerar; e W_t representa os pesos dados aos valores das vendas recentes, o somatório dos pesos deve ser igual a 1.

2.2.3 Suavização Exponencial Simples

A previsão da demanda pelo método da Suavização Exponencial Simples consiste na utilização de uma média ponderada da demanda dos períodos passados com uma estrutura de ponderação cujos pesos decrescem exponencialmente com a idade dos dados da série temporal (BARBIERI; MACHLINE, 2017).

Laje Jr. (2019) resalta que este modelo deve ser usado se o comportamento da série temporal for do tipo constante. Para Laje Jr. (2019) “suavização exponencial é uma média ponderada de todos os t valores, com pesos que decrescem exponencialmente a partir do período

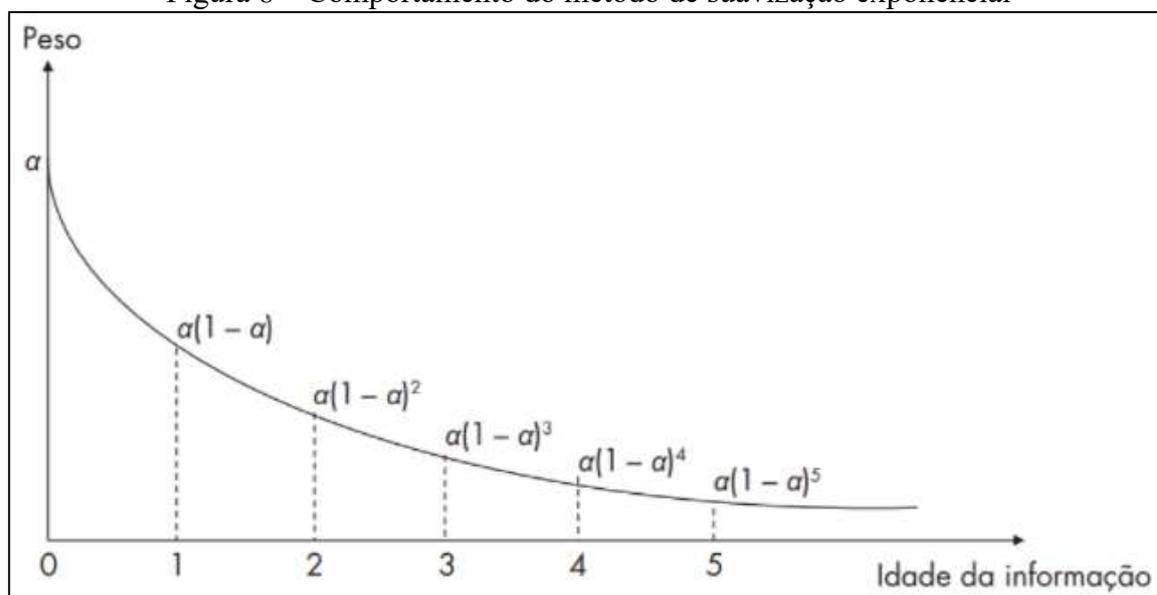
mais recente”. A seguir apresenta-se a equação para o cálculo da previsão com base neste modelo.

$$S_T = \alpha d_T + (1 - \alpha)S_{T-1} \quad (7)$$

Nesta equação S_T representa a previsão para o período T; α representa a constante de suavização, com $0 \leq \alpha \leq 1$; d_T representa demanda no período T; e S_{T-1} representa a previsão suavizada para o período T - 1.

Além disso, Laje Jr. (2019) ressalta que a escolha do valor de α é importante, pois se for grande demais trará maior peso ao erro e a demanda no último período, e se for pequeno demais, trará maior peso ao erro e demanda do passado. Com um α maior o modelo de previsão irá reagir melhor para as alterações recentes da série temporal. Para Barbieri e Machline (2017) a possibilidade de alteração do valor de α é a principal vantagem deste método, pois isso permite flexibilidade para acompanhamento das variações da demanda. A Figura 8 a seguir apresenta o sistema de suavização exponencial.

Figura 8 – Comportamento do método de suavização exponencial



Fonte: Barbieri e Machline (2017)

Lajes Jr. (2019) ressalta que S_0 deve começar com algum valor histórico caso contrário o período 1 não poderá ser suavizado, porém o dado pode ser elaborado de forma simples, como uma média dos dados passados ou com valor igual a d_1 , pois S_0 irá se dissipar ao longo do tempo. A previsão para o período T é igual à suavização do período T - 1, ou seja, $P_T = S_{T-1}$, assim a previsão de demanda será conforme as equações abaixo:

$$P_2 = S_1 = \alpha d_1 + (1 - \alpha)S_0 \quad (8)$$

$$P_3 = S_2 = \alpha d_2 + (1 - \alpha)S_1 \quad (9)$$

$$P_4 = S_3 = \alpha d_3 + (1 - \alpha)S_2 \quad (10)$$

$$P_{T+K} = S_T \quad (11)$$

Para Barbieri e Machline (2017) esse método elimina as desvantagens das médias anteriores, pois a média de cada período inclui a média do período anterior, sendo assim todos os dados da série temporal recebem um peso que decresce exponencialmente à medida que os dados envelhecem. Assim, o último dado da série temporal é ponderado por α , o penúltimo, por $\alpha(1 - \alpha)$, o antepenúltimo, por $\alpha(1 - \alpha)^2$ e assim por diante. A Figura 9 representa um modelo de suavização exponencial simples.

Figura 9 – Comportamento do método de suavização exponencial

| Mês | Demanda (em unidades) | Previsão ($\alpha = 0,2$) |
|----------|-----------------------|--------------------------------|
| Março | 70 | |
| Abril | 75 | 70 |
| Maio | 65 | $0,2 (75) + 0,8 (70) = 71$ |
| Junho | 80 | $0,2 (65) + 0,8 (71) = 69,8$ |
| Julho | 78 | $0,2 (80) + 0,8 (69,8) = 71,8$ |
| Agosto | 71 | $0,2 (78) + 0,8 (71,8) = 73$ |
| Setembro | 55 | $0,2 (71) + 0,8 (73) = 72,6$ |
| Outubro | | $0,2 (55) + 0,8 (72,6) = 69,1$ |

Fonte: Barbieri e Machline (2017)

2.2.4 Suavização Exponencial Dupla (método de *Holt*)

O modelo de *Holt* pode ser utilizado em séries com tendência linear, utiliza um modelo de ponderação que coloca maior ênfase nos períodos de tempo mais recentes (LAJE JR., 2019). A suavização exponencial ajustada à tendência funciona de maneira semelhante à suavização simples, exceto que dois componentes - nível e tendência - devem ser atualizados a cada período. O nível é uma estimativa suavizada do valor dos dados no final de cada período, e a tendência é uma estimativa suavizada do crescimento médio ao final de cada período. Novamente, os fatores de ponderação ou suavização, alfa e delta, nunca podem exceder um, e valores mais altos colocam mais peso em períodos de tempo mais recentes (MCLAUGHLIN; HAYS, 2008).

Conforme Laje Jr. (2019) para utilização deste método, apresenta-se a equação a seguir:

$$P_{T+K} = S_T + kT_T \quad (12)$$

Nesta equação P_{T+k} representa a previsão para o período T; S_T previsão suavizada exponencialmente para o período T (último período), k , representa o número de períodos a frente de T; e T_T representa uma estimativa de tendência para o período T (último período).

Para inicializar o modelo devem-se obter os valores iniciais de S e T (S_0 e T_0). Tendo-se esses valores iniciais, basta fazer as suavizações exponenciais dos períodos seguintes, um a um, por meio das seguintes equações (LAJE JR, 2019):

$$S_T = \alpha d_t + (1 - \alpha)(S_{T-1} + T_{T-1}) \quad (13)$$

$$T_T = \beta(S_T - S_{T-1}) + (1 - \beta)T_{T-1} \quad (14)$$

Onde β é a constante de suavização de tendência. Usando o valor de β (entre 0 e 1), suaviza-se a estimativa, para evitar o acompanhamento da tendência às mudanças aleatórias dos dados.

2.2.5 Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (Método de *Winters*)

Além de ajustar para uma tendência, o Método de *Winters* ajusta para um ciclo ou sazonalidade. Dados de demanda sazonal caracterizam-se pela ocorrência de padrões cíclicos de variação, que se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo. (MCLAUGHLIN; HAYS, 2008).

Conforme Pellegrini (2000) os modelos de *Winters* dividem-se em dois grupos: aditivo e multiplicativo. No modelo aditivo, a amplitude da variação sazonal é constante ao longo do tempo, ou seja, a diferença entre o maior e menor valor de demanda dentro das estações permanece relativamente constante no tempo. No modelo multiplicativo, a amplitude da variação sazonal aumenta ou diminui como função do tempo.

Como todos os métodos de suavização exponencial, o método de *Winters* necessita de valores iniciais dos componentes de nível, tendência e sazonalidade para dar início aos cálculos. Para a estimativa do componente sazonal, necessita-se no mínimo um ciclo completo de observações, ou seja, s períodos (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998, *apud.* LAJE JR., 2019).

Conforme proposto por Makridakis *et al.*, (1998) *apud.* Laje Jr. (2019) o primeiro ciclo dos valores relacionados a sazonalidade ($t=1,2,\dots,L$) é calculado pelas seguintes equações:

$$S_L = \frac{1}{L}(d_1 + d_2 + \dots + d_L) \quad (15)$$

$$T_L = \frac{1}{L} \left[\left(\frac{d_{L+1} - d_1}{L} \right) + \left(\frac{d_{L+2} - d_2}{L} \right) + \dots + \left(\frac{d_{L+L} - d_L}{L} \right) \right] \quad (16)$$

$$F_t = \frac{d_t}{S_0} \quad (17)$$

Onde, S_L é o estimador para o nível da série, T_L é o estimador para a tendência e F_t é o estimador da sazonalidade.

Com os valores de primeiro período calculados, ou com a posse dos valores originais as equações utilizadas são as seguintes:

$$S_T = \alpha \left(\frac{d_T}{F_{T-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{T-1} + T_{T-1}) \quad (18)$$

$$T_T = \beta(S_T - S_{T-1}) + (1 - \beta)T_{T-1} \quad (19)$$

$$F_T = \gamma \left(\frac{d_T}{S_T} \right) + (1 - \gamma)F_{T-L} \quad (20)$$

Em posse dos valores de S_T , T_T e F_T , a equação proposta por Makridakis *et al.*, (1998) *apud*. Laje Jr. (2019) para o cálculo da previsão de demanda é a seguinte:

$$P_{T+k} = (S_T + kT_T)F_{T+K-L} \quad (21)$$

2.2.6 Desvio absoluto médio (DAM)

O erro de previsão (e_t) pode ser definido como a diferença entre a demanda real e a previsão. Existem várias medidas baseadas nos erros de previsão para verificação das previsões de demanda realizadas. O método DAM mede a dispersão dos erros, ou seja, se o valor do DAM for pequeno a previsão está boa, se o valor do DAM for grande a previsão está ruim (LAJE JR., 2019). O cálculo do DAM se dá por meio da seguinte equação:

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^T |e_t|}{T} \quad (22)$$

3 MÉTODO DE TRABALHO

Este capítulo visa apresentar a proposta de trabalho caracterizando o cenário atual do estudo e as etapas de desenvolvimento para o estudo de implementação dos métodos de previsão de demanda e lote econômico no setor de compras da empresa Unimed Nordeste RS. Por fim, foram descritos os problemas enfrentados até o presente momento e as etapas para o estudo de implementação dos métodos.

3.1 CENÁRIO ATUAL

Como forma de contextualizar o ambiente escolhido para realização do estudo e detalhar os processos e as dificuldades envolvidas, os demais tópicos detalham a situação atual da empresa com relação aos processos realizados no setor de compras da Cooperativa Unimed Nordeste RS. Este método de verificação busca detalhar o cenário atual e assim justificar o estudo de aplicação dos métodos de previsão de demanda e lote econômico nos itens estocados na unidade hospitalar.

A verificação inicial passa por uma análise prévia sobre como é realizada a gestão atual dos estoques, característica dos itens em estoque, seu comportamento de consumo e compra e como é feita a definição dos lotes a serem adquiridos. Em seguida, destacam-se as etapas para realização do trabalho e como e em quais itens serão aplicadas as técnicas de previsão de demanda e lote econômico.

A primeira constatação realizada foi o volume de estoque da unidade hospitalar, a qual soma um valor de R\$ 22.245.750,24 (base: Sistema *QlikSense*, atualizado em 13.04.2022), um volume considerado elevado pela alta gestão da empresa. Como mencionado, a cadeia de suprimentos relacionadas as Operações em *Healthcare* foram desreguladas durante o cenário pandêmico e compras de lotes com grandes quantidades foram realizadas pela empresa, descumprindo os procedimentos existentes de definição de tamanho de lote de aquisição.

Devido a variedade de produtos existentes em estoque, os quais atendem a diversos tipos de procedimentos médico hospitalares, o setor de compras e planejamento segrega os itens por grupos de estoque como forma de gerenciar seu procedimento de aquisição de forma diversificada, conforme a característica de demanda de cada item. A Tabela 1 estratifica os 4 primeiros grupos de estoque conforme seu respectivo volume financeiro.

Tabela 1 – Volume financeiro por grupo de estoque

| Nº | Nome do Grupo de Estoque | Valor do Grupo de Estoque |
|--------------|----------------------------|---------------------------|
| 19 | ORTESSES E PRÓTESES | R\$ 9.735.950,15 |
| 18 | MEDICAMENTOS | R\$ 6.425.049,73 |
| 12 | MATERIAL MÉDICO HOSPITALAR | R\$ 2.226.058,75 |
| 9 | LABORATÓRIO | R\$ 1.127.472,95 |
| Total | - | R\$ 19.514.531,60 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Os quatro primeiros grupos de estoque representam 87,7% do volume financeiro de estoque do hospital, caracterizando uma curva A por grupo de estoque e sendo claro o foco de atenção a eles. Cada um dos grupos mencionado possui modelo de gestão de estoque específico baseado na respectiva característica de consumo.

O grupo de estoque de Órteses e Próteses, que possui maior valor agregado em estoque, possuem dois tipos de itens estocados, itens comprados pela empresa e itens “consignados” por fornecedores, os valores deste grupo apresentados na Tabela 1 representam os valores para os itens comprados e itens consignados, sendo os itens consignados os de maior valor agregado. A definição sobre este formato de gestão para este grupo de estoque se dá pela demanda característica dos itens. Sua demanda é gerada através da necessidade de realização de procedimentos cirúrgicos e lançamento da guia de solicitação de procedimento na empresa e aprovação por parte do setor de auditoria médica. Neste formato, a demanda é direcionada a pacientes específicos com programação máxima de 1 mês de antecedência no consumo e sua aquisição é realizada após o uso do item, no modelo de consignação. A empresa gerencia o estoque desta maneira visando controlar o material a ser faturado e possuir disponibilidade dos itens para procedimentos de emergência, atendendo as necessidades de seus pacientes. Este formato de gestão de estoque para este grupo apresenta elevada sazonalidade e baixa tendência de utilização, então não se enquadra nos modelos de previsão que serão utilizados neste estudo.

Os grupos de estoque de Medicamentos e Materiais Médico Hospitalar possuem outro modelo de gestão e programação de compras. Os lotes a serem adquiridos são baseados no histórico de consumo dos 60 dias anteriores e possuem programação de aquisições semanais. Este modelo atual se assemelha a média móvel ponderada, entretanto possui uma série temporal considerada baixa. Este método utilizado pode ser considerado adequado para prever sazonalidades, entretanto não prevê demandas no longo prazo, não define um tamanho de lote específico e prejudica negociação de valores e a otimização de compras.

O grupo de Laboratório possui um terceiro modelo de gestão de estoque, suas aquisições são efetivas semanalmente através do modelo de lote mínimo/máximo de compra. Neste modelo, os itens presentes neste grupo são adquiridos quando seus níveis de estoques

chegam a valores inferiores ao tamanho do lote mínimo estipulado. Como exemplo: o item A possui 3 unidades em estoque e seu lote mínimo estipulado é de 5 unidades em estoques, a programação semanal irá solicitar a aquisição de 2 unidades. Este método pode ser eficaz se o objetivo for com que não ocorram faltas de materiais, entretanto o mal dimensionamento do tamanho dos lotes faz com que os materiais possam ser adquiridos em excesso. Além disso, o setor de distribuição deve ter um sistema de consumo como o FIFO (*First in, First out*), caso contrário este modelo elevará o índice de materiais obsoletos e vencidos.

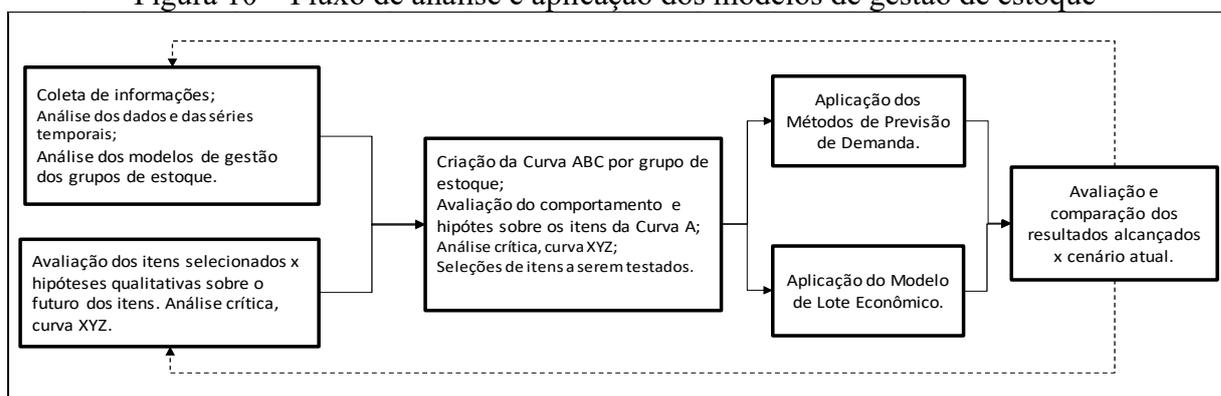
Dentro da análise do cenário atual foi possível constatar que a empresa possui outros parâmetros para gestão de estoque dos demais grupos (como lote múltiplo e estoque de segurança) e que estes parâmetros contemplam seu MRP (*Material Requirement Planning*). Entretanto, este modelo atual não se apresenta eficaz visto a necessidade de revisão e ajuste das ordens de compra após a rotação do MRP e o alto índice de compras emergências realizadas (68 aquisições nos últimos 3 meses).

Conforme analisado no cenário atual, não foi identificado nenhum modelo de gestão de estoque baseado nos métodos de previsão de demanda e lote econômico propostos por este estudo.

3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

A proposta deste trabalho é a realização de um estudo sobre a implementação de modelos de previsão de demanda e um modelo de lote econômico em itens selecionados com base em uma Curva ABC realizada em grupos de estoque da empresa Unimed Nordeste RS. Para detalhar a proposta de intervenção nos estoques da referida empresa, este capítulo foi dividido em três seções que estratificam a proposta. A Figura 10 apresenta o fluxo com a sequência das etapas para realização do trabalho.

Figura 10 – Fluxo de análise e aplicação dos modelos de gestão de estoque



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Como apresentado na Figura 11, a primeira etapa do trabalho inicia com a coleta de informações referentes aos estoques como consumo (saídas), compras (entradas) e posição mensal de estoque dos itens. O período entre janeiro de 2019 a março de 2022 foi selecionado como série temporal para aplicação dos modelos de previsão de demanda e lote econômico, sendo essa a base de análise e desenvolvimento do trabalho. Estes dados foram analisados para garantir a confiabilidade dos resultados sendo realizada a verificação das quantidades de consumo, compras e posição de estoque mensais bem como possíveis tendências atuais e futuras no consumo tendo como objetivo de garantir a melhor implementação possível dos modelos de gestão de estoque propostos.

Em sequência, foi realizada uma análise sobre os modelos de gestão de estoques dos grupos apresentados no capítulo 3.1 sendo verificado as especificidades de cada grupo, características de seus itens e os métodos atuais de programação e compras. Com base nesta análise, optou-se por remover do estudo o grupo de Órteses e Próteses, pois sua demanda é direcionada ao paciente conforme requisição médica e possui previsão de consumo máxima de um mês de antecedência, sendo assim, sua série temporal vai apresentar sazonalidades elevadas que são características do processo de utilização dos itens. Além disso, este grupo de estoque é constituído, em sua maior parcela, por itens em estoque consignado, ou seja, o material é do fornecedor, mas se encontra em posse da Unimed, só sendo faturado após o consumo, não tendo a empresa controle sobre o processo de previsão de demanda ou lote econômico. A conclusão destas atividades encerra a primeira etapa do trabalho.

3.2.1 Curva ABC

A segunda etapa do trabalho consiste na elaboração de uma Curva ABC para cada grupo de estoque escolhido para o trabalho com base no histórico de consumo e no custo médio mensal dos itens presentes na série temporal do período entre janeiro de 2019 a março de 2022. Com a Curva ABC construída, a sequência das atividades consiste na seleção dos dois primeiros itens da Curva A de cada grupo para realização de uma análise quanto a hipóteses e tendências de consumo e mercado destes itens.

Com base nesta verificação, os dois primeiros itens do grupo de estoque de Laboratório são testes laboratoriais de Covid-19 (036891 – XPRSARS COV 2010 e 037589 - TESTE RAPIDO COVID-19 ANTIGENO NASOFARINGE). Com o avanço de um cenário pandêmico mais tranquilo e a hipótese do contágio da doença se tornar uma endemia, além do avanço na vacinação da população mundial, a tendência é que o consumo destes dois itens reduza

drasticamente em um intervalo curto de tempo. Sendo assim, optou-se por não abordar estes itens neste trabalho, pois a serie temporal destes itens possui uma sazonalidade elevada (não possui histórico de consumo até junho de 2020) e não possui um valor agregado realista devido à alta demanda mundial relacionada.

Para a execução do trabalho, serão selecionados o terceiro e quarto itens do grupo Laboratório e o primeiro e segundo itens dos grupos de Medicamentos e Materiais Médico Hospitalares. O Quadro 3 a seguir apresenta os itens selecionados de cada grupo de estoque que serão considerados neste trabalho.

Quadro 3 – Itens selecionados por grupo de estoque

| Nome do Grupo de Estoque | Cód. Do Item | Itens Selecionados |
|----------------------------|------------------|--|
| MEDICAMENTOS | 035238 035060 | D'DIMER HS 500 ELECSYS VITAMIN D TOTAL |
| MATERIAL MÉDICO HOSPITALAR | 099692 003701 | LUVA DE PROCEDIMENTO PEQ. LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA |
| LABORATÓRIO | 031672 030604 | QIV PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP QIV NIVOLUMABE 100MG FR AMP |

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Em posse dos itens a serem estudados, as próximas etapas consistem na aplicação dos métodos de previsão de demanda e lote econômico com base nas teorias abordadas anteriormente.

3.2.2 Modelos de Previsão de Demanda

A próxima etapa do trabalho consiste na aplicação dos modelos de previsão de demanda com base em séries temporais. Este trabalho propõe a utilização dos seguintes métodos nos itens selecionados e apresentados no Quadro 1.

- a) Média Móvel Simples (MMS);
- b) Média Móvel Ponderada (MMP);
- c) Suavização Exponencial Simples;
- d) Suavização Exponencial Dupla (Método de *Holt*);
- e) Suavização Exponencial Tripla (Método de *Winter*).

Cada método aplicado apresentará um resultado e trará um impacto diferente nos itens selecionados devido a suas especificidades de análise e aplicação. A proposta é aplicar estes cinco métodos distintos nos mesmos itens selecionados, porém pertencentes a grupos de estoque diferentes que atualmente são gerenciados de maneira distintas entre eles e identificar

o modelo que trará maior economia e eficiência para empresa gerando a possibilidade de implementação dos modelos em todos os grupos de estoque da empresa.

A comparação dos valores calculados e os reais é a etapa seguinte e final do processo, juntamente com a verificação da acuracidade obtida nos modelos, sendo possível avaliar o melhor método a ser utilizado para os itens e grupos de estoque estudados.

Ainda assim, a criação de uma rotina de revisão dos dados deve ser realizada como etapa complementar neste processo em função do abastecimento dos dados históricos, tendo como objetivo verificar possíveis mudanças no perfil das séries temporais por tendências, sazonalidades e ciclicidades, ou até mesmo de mercado, fazendo com que itens sejam substituídos por novos produtos, o que alterará o processo de previsão.

3.2.3 Modelo de Lote Econômico de Compra (LEC)

A primeira etapa para implementação da LEC consiste no levantamento da demanda dos itens presentes nos grupos de estoque indicados no capítulo 3.2.1, sendo necessário um histórico mínimo de 12 meses para base de aplicação. Como foi levantado uma série temporal superior a 12 meses, ela será utilizada também para o LEC, o trará maior confiabilidade no levantamento nos valores de demanda devido ao período histórico de consumo ser maior.

A etapa seguinte consiste no levantamento dos custos relacionados aos estoques para aplicação de sua equação (1) principal. São necessários os custos de pedido e custo de manutenção que serão apresentados pela empresa. Em posse dos dados, a equação de cálculo do Lote Econômico será aplicada aos itens selecionados.

A etapa seguinte consiste na comparação entre o LEC calculado e os valores reais, o que proporcionará uma análise constante sobre os valores obtidos e os valores futuros, fazendo com que o LEC obtido se adeque as possíveis mudanças no perfil de consumo dos itens como a sazonalidades, tendências e ciclicidades de recebimento bem como as atualizações de custos de estoque.

4 RESULTADOS

A apresentação dos resultados foi realizada e analisada para cada item e apresentado por grupo de estoque. Os cálculos gerados tiveram como base 12 meses de dados históricos para elaboração dos valores iniciais das equações de previsão de demanda e LEC, que foram calculadas para os 28 meses seguintes, totalizando 40 meses de dados históricos para geração e análise dos resultados.

O parâmetro para estratificação e elaboração das conclusões foi o modelo de previsão de demanda com o valor do DAM mais próximo a zero para as previsões dos 28 meses, pois isto significa que o modelo de previsão apresentou maior precisão em relação ao consumo real do período. Com base no melhor modelo de previsão, foram realizadas duas análises comparativas, determinando a quantidade de LEC's seriam adquiridas com base no modelo de previsão de demanda e os comparando com as aquisições reais realizadas pela empresa nos 28 meses.

O primeiro modelo para comparação foi baseado na necessidade de aquisição projetada para cada mês. Esta necessidade de aquisição foi calculada considerando o saldo inicial de estoque descontado do valor da previsão de demanda para cada mês. Com base na real necessidade de aquisição, foram projetados quantos lotes econômicos seriam adquiridos para suprir a necessidade prevista. O saldo inicial de estoque calculado para cada mês foi elaborado considerando o saldo de estoque do mês anterior acrescido da aquisição projetada e descontando o valor do consumo real também ocorridos no mês anterior.

O segundo modelo comparativo realizado foi a aplicação direta da aquisição dos lotes econômicos de compra baseados na previsão de demanda com melhor valor de DAM. O que motivou este segundo modelo comparativo foi a verificação e a eliminação das rupturas de estoque evidenciadas no primeiro modelo comparativo. Ruptura de estoque, nada mais é, do que a falta de itens para suprir a demanda real do período.

Como contextualizado no trabalho, a falta de medicamentos ou determinados itens não deve ocorrer na área de *Healthcare*, tornando relevante a utilização da segunda comparação. De forma complementar, foram comparados os saldos de estoque projetados *versus* os saldos reais a fim de evidenciar as rupturas de estoque e o volume real de estoque comparado com os dois modelos comparativos aplicados. Assim, o estudo apresenta dois modelos para empresa parametrizar sua gestão de estoques e políticas de compras, objetivo deste trabalho e os compara com as aquisições reais praticadas pela empresa evidenciando possíveis economias.

4.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1.1 – Grupo de Estoque Medicamentos – Itens 035238 e 035060

O grupo de estoque de Medicamentos contemplou no estudo os itens 035238 D'DIMER HS 500 e 035060 ELECSYS VITAMIN D TOTAL, o qual os Apêndices A e B apresentam os valores das previsões de demanda e LEC calculados bem como os valores reais dos dados históricos obtidos junto a empresa, base para realização dos cálculos. O Quadro 4 apresenta a seguir os valores do DAM para cada item deste grupo relacionados ao modelo de previsão de demanda.

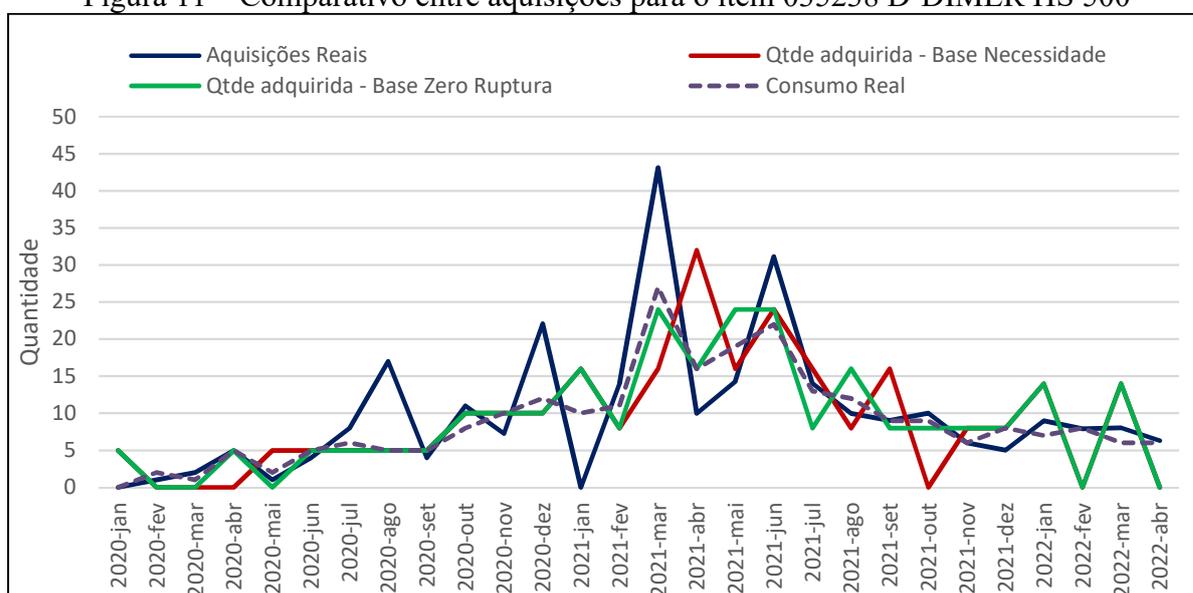
Quadro 4 – DAM dos itens do grupo de estoque de medicamentos

| Item | DAM MMS | DAM MMP | DAM SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|--------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| 035238 | 1,3532 | 0,6032 | 0,7434 | 1,8678 | 0,5442 |
| 035060 | 1,2525 | 0,6098 | 0,5757 | 1,0991 | 0,4923 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Conforme apresentado no Quadro 4, ambos os itens pertencentes ao grupo de estoque de medicamentos apresentaram o melhor valor do DAM no modelo de previsão de demanda Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (SETS – *Winter*). Com base neste modelo de previsão foram projetadas as necessidades de compra, valores de LEC e saldos de estoque para cada mês contido no período de análise. A Figura 11 apresenta um gráfico comparativo entre as aquisições reais realizadas e os modelos aplicados para o item 035238.

Figura 11 – Comparativo entre aquisições para o item 035238 D'DIMER HS 500



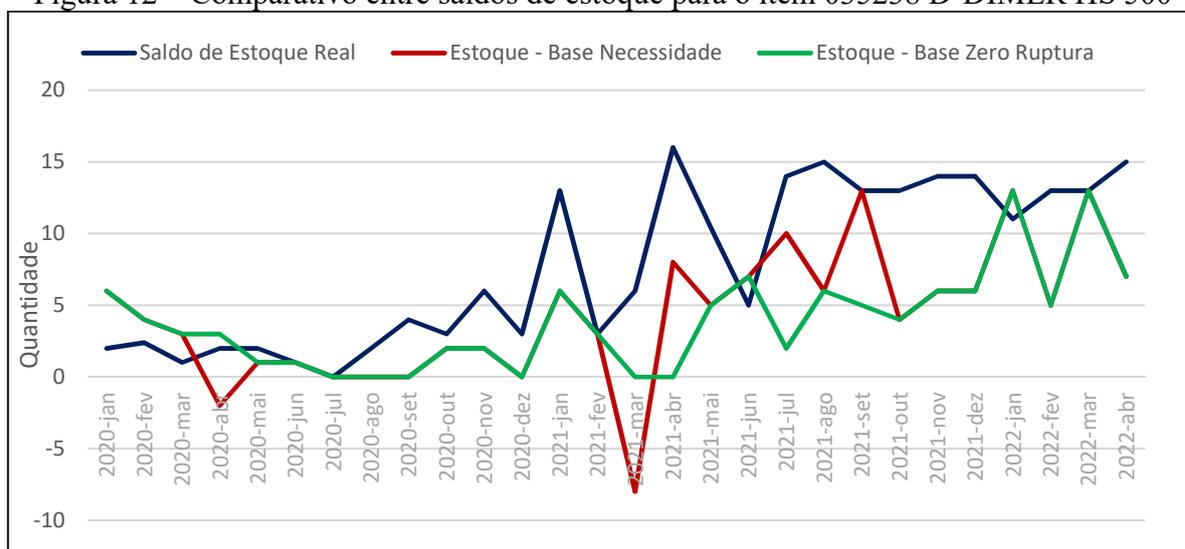
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A Figura 11 apresenta a comparação entre as aquisições reais realizadas em cada período pela empresa, as aquisições calculadas através do LEC baseado na necessidade de aquisição projetada (primeiro modelo de comparação) e as aquisições realizadas através do segundo modelo (sem rupturas de estoque) do item 035238 D'DIMER HS 500. O gráfico apresenta picos nas aquisições realizadas pela empresa no período. Pode-se verificar que no modelo de aquisições praticado pela empresa seguem a tendência de consumo real, entretanto os picos que se distanciam do consumo real geram sobras de estoque. Pode-se verificar que os modelos propostos no estudo também seguem a tendência de consumo real e, além disso, possuem picos de aquisições inferiores aos reais, o que geram menos sobras em estoque.

As aquisições do item 035238 D'DIMER HS 500 realizadas pela empresa no período total de 28 meses totalizaram R\$ 1.158.915,95. O modelo de aquisição baseado na necessidade projetada totalizou R\$ 1.064.174,46, ou seja, apresentou uma redução de R\$ 94.741,49 no período. Já as aquisições baseadas no segundo modelo, sem rupturas de estoque, tiveram um valor total no período de R\$ 1.062.848,59, apresentando uma redução de R\$ 96.067,36 em relação as aquisições reais realizadas.

A Figura 12 apresenta um gráfico comparativo entre os saldos de estoque relacionados aos modelos de aquisições do estudo e o saldo real no período.

Figura 12 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 035238 D'DIMER HS 500



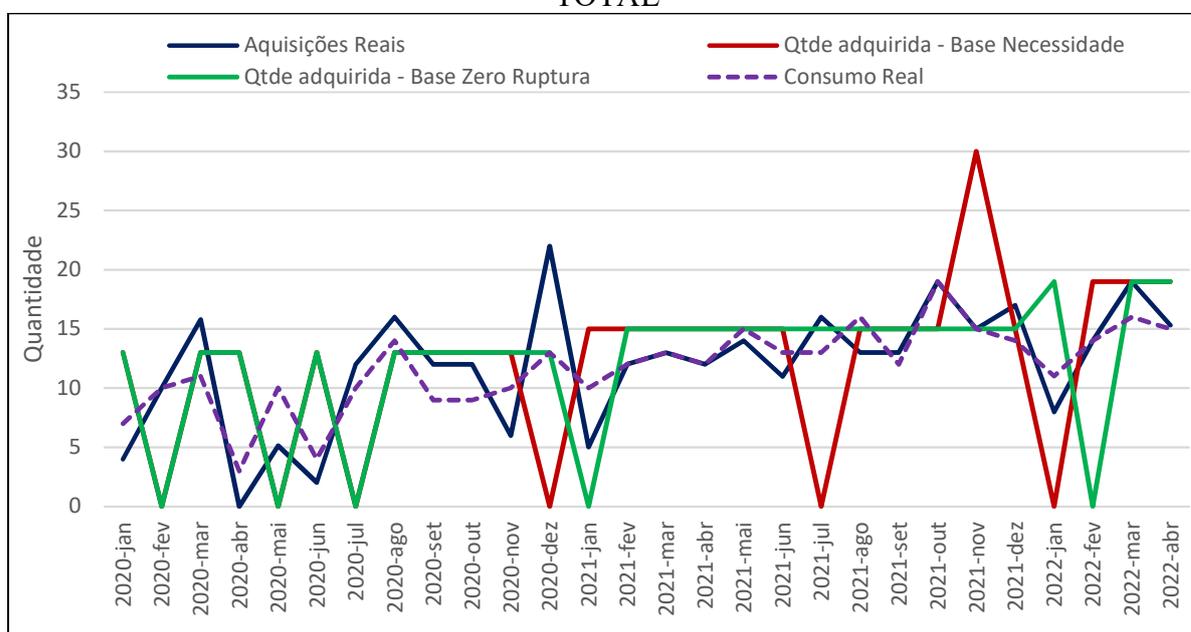
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

O gráfico apresentado na Figura 12 apresenta a cobertura de estoque dos modelos calculados em relação ao estoque real verificado no período de análise. Com base no gráfico pode-se verificar que o modelo de aquisição baseado na necessidade projetada apresentou ruptura de estoque em dois meses do período, ou seja, não gerou saldos de estoques suficientes

para suprir a demanda real do período. Já o modelo baseado em eliminar as rupturas de estoque supriu a demanda do período e apresentou uma redução no valor total das aquisições para o período de 28 meses, se mostrando mais eficaz. Em análise total do período, foram adquiridos 280 itens 035238, ambos os modelos propostos apresentaram aquisições totais 256 itens e o consumo total do período foi de 250 itens, evidenciando assim que os modelos propostos atenderiam a demanda do item e reduziriam o valor total de aquisições no período.

Para o tem 035060 ELECSYS VITAMIN D TOTAL pode-se verificar na Figura 13 as aquisições reais realizadas e as aquisições projetadas pelo estudo.

Figura 13 – Comparativo entre aquisições para o item 035060 ELECSYS VITAMIN D TOTAL



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

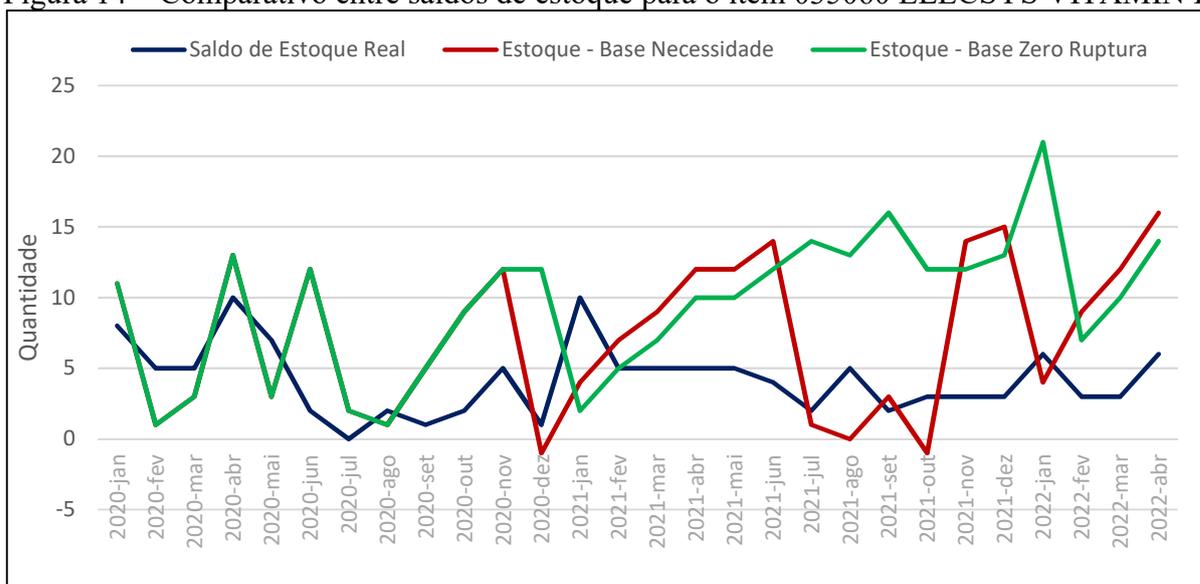
Pode-se verificar na Figura 13 que no modelo de aquisições praticado pela empresa seguem a tendência de consumo real, entretanto os picos que se distanciam do consumo real geram sobras de estoque. Pode-se verificar que os modelos propostos no estudo também seguem a tendência de consumo real e, porém uma previsão de demanda maior no final do período gerou a necessidade de aquisição de 2 LEC's, gerando sobras de estoque no mês seguinte devido esta aquisição e da queda no consumo. Já o modelo baseado em zero rupturas de estoque apresentou linearidade de aquisições na segunda metade do período de análise, entretanto o início do período apresentou variabilidade, gerando aquisições desproporcionais ao consumo e sobras em estoque.

As aquisições deste item realizadas pela empresa no período total de 28 meses totalizaram R\$ 797.856,70, o modelo baseado na necessidade totalizou R\$ 815.630,56

apresentando um aumento de R\$ 17.773,86 no período. Já a aquisição com base no modelo zero ruptura de estoque totalizou R\$ R\$ 810.752,8, apresentando também um aumento de R\$ 12.896,13 em relação as aquisições reais.

A Figura 14 apresenta um gráfico comparativo entre os saldos de estoque relacionados aos modelos de aquisições do estudo e o saldo real no período.

Figura 14 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 035060 ELECSYS VITAMIN D



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Com base no gráfico pode-se verificar que o modelo de aquisição baseado na necessidade projetada apresentou ruptura de estoque em dois meses do período. Já o modelo baseado em eliminar as rupturas de estoque supriu a demanda em todo o período. Em análise total do período, foram adquiridos 333 itens 035060, sobre o modelo de aquisição baseado na necessidade foram adquiridos 341 itens e sobre o modelo baseado em zero ruptura de estoque 339 itens, evidenciando assim o aumento nos valores totais de aquisições dos modelos apresentados.

4.1.2 Grupo de Estoque Materiais Médico Hospitalares – Itens 099692 e 003701

O grupo de estoque de Medicamentos contemplou no estudo os itens 099692 LUVA DE PROCEDIMENTO PEQ. e 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA, o qual os Apêndices C e D apresentam os valores das previsões de demanda e LEC calculados bem como os valores reais dos dados históricos obtidos junto a empresa, base para realização dos cálculos. O Quadro 5 a seguir apresenta os valores do DAM para cada item deste grupo relacionados ao modelo de previsão de demanda.

Quadro 5 – DAM dos itens do grupo de estoque de materiais médicos hospitalares

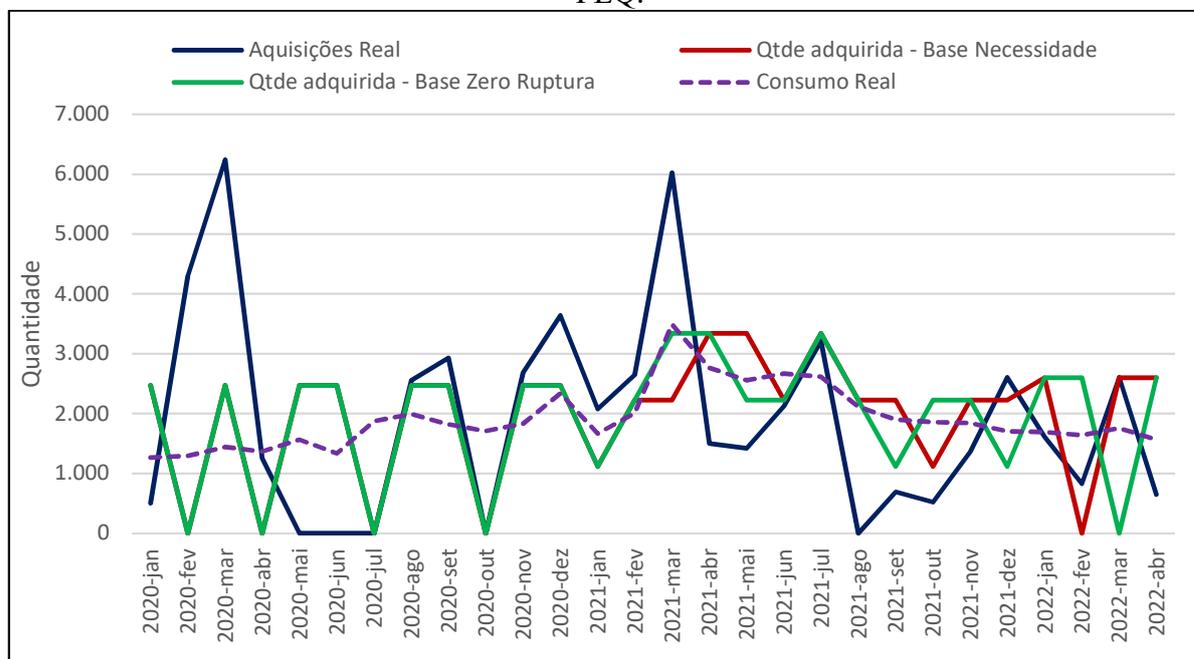
| Item | DAM MMS | DAM MMP | DAM SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|--------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| 099692 | 84,8684 | 35,6925 | 51,5696 | 47,3583 | 36,0244 |
| 003701 | 36,5213 | 16,5368 | 26,8378 | 73,0258 | 1,3284 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Conforme apresentado no Quadro 5, o item 099692 apresentou o melhor valor do DAM no modelo de previsão de demanda Média Móvel Ponderada, já o item 003701 apresentou o melhor valor para o modelo Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (SETS – *Winter*). Com base nestes modelos de previsão foram projetadas as necessidades de compra, valores de LEC e saldos de estoque para cada mês contido no período de análise.

A Figura 15 apresenta um gráfico comparativo entre as aquisições reais realizadas em cada período pela empresa, as aquisições calculadas através do LEC baseado na necessidade de aquisição projetada e as aquisições realizadas através do segundo modelo do item 099692 LUVA DE PROCEDIMENTO PEQ.

Figura 15 – Comparativo entre aquisições para o item 099692 LUVA DE PROCEDIMENTO PEQ.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

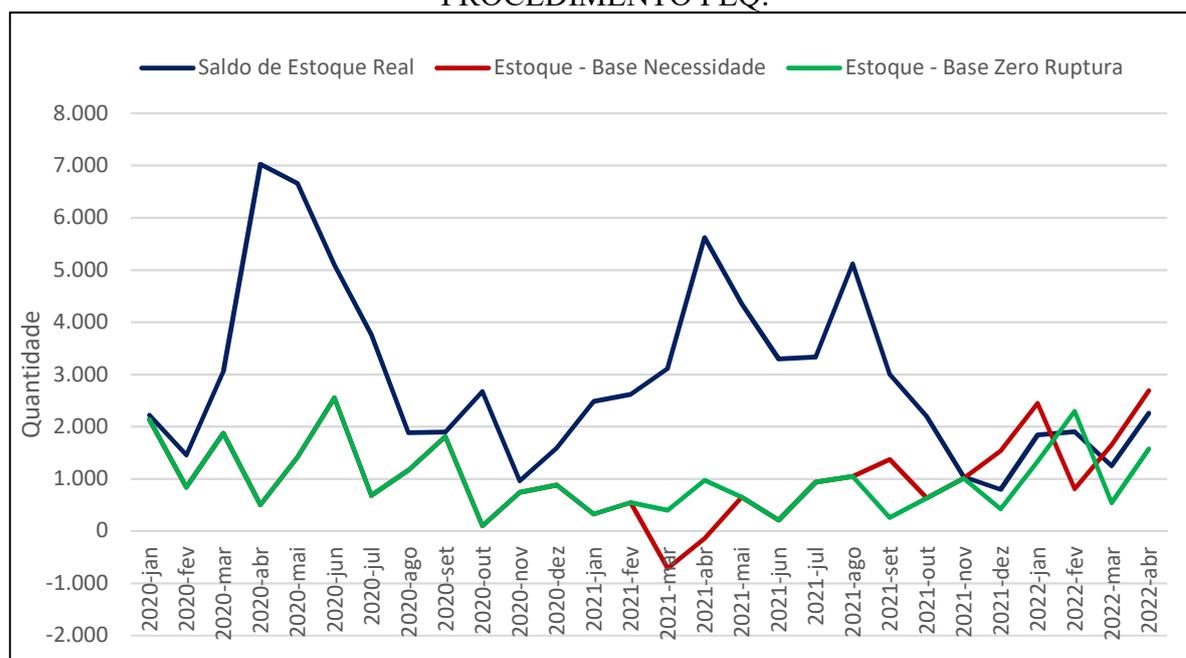
O gráfico apresentado na Figura 15 apresenta elevados picos nas aquisições realizadas pela empresa no período. Pode-se verificar que o modelo de aquisições praticado pela empresa se distanciou de forma elevada do consumo real gerando sobras de estoque e desperdício de valores com aquisições desnecessárias. Pode-se verificar que os modelos de aquisições

propostos no estudo seguem a tendência de consumo real mais aproximadamente, além disso, possuem tendências de aquisições inferiores aos reais, o que geram menos sobras em estoque e economia financeira.

As aquisições do item 099692 realizadas pela empresa no período total de 28 meses totalizaram R\$ 2.322.001,49. O modelo de aquisição baseado na necessidade projetada totalizou R\$ 2.345.011,88, ou seja, apresentou um aumento de R\$ 23.010,39 no período. Já as aquisições baseadas no segundo modelo, sem rupturas de estoque, tiveram um valor total no período de R\$ 2.321.001,81, apresentando uma redução de R\$ 999,68 em relação as aquisições reais realizadas.

A Figura 16 apresenta um gráfico comparativo entre os saldos de estoque relacionados aos modelos de aquisições do estudo e o saldo real no período.

Figura 16 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 099692 LUVAS DE PROCEDIMENTO PEQ.



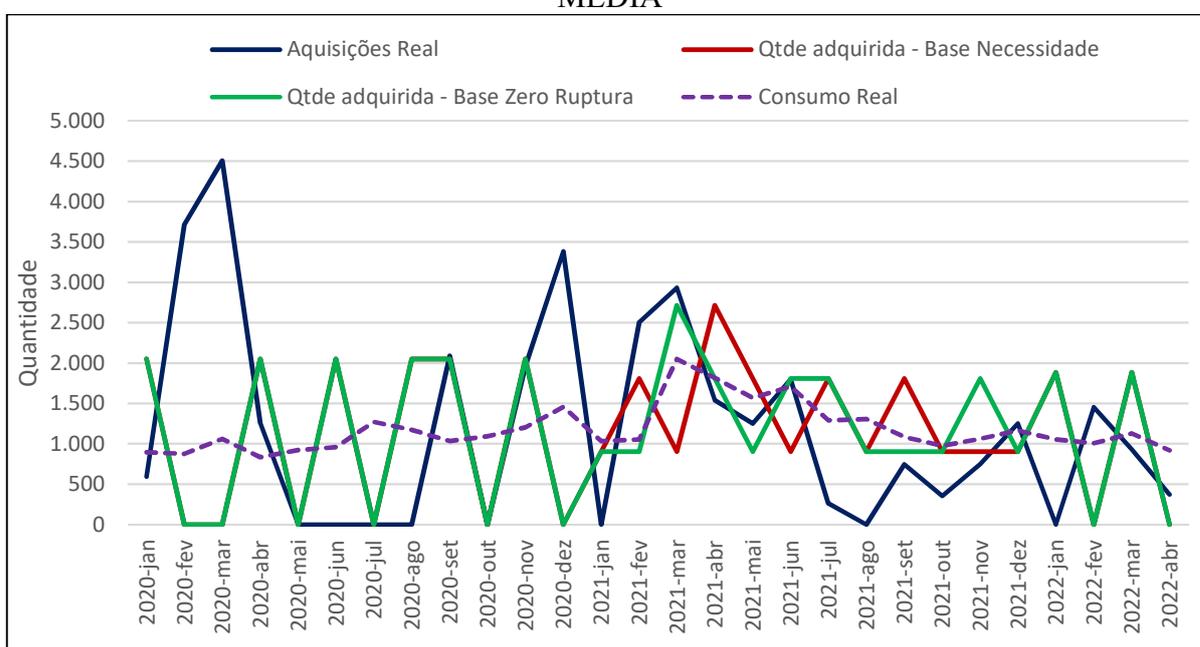
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

O gráfico apresentado na Figura 16 apresenta a cobertura de estoque dos modelos calculados em relação ao estoque real verificado no período de análise. Com base no gráfico pode-se verificar que o modelo de aquisição baseado na necessidade projetada apresentou ruptura de estoque em no mês de março de 2021. Já o modelo baseado em eliminar as rupturas de estoque supriu a demanda do período e apresentou uma redução no valor total das aquisições para o período de 28 meses, se mostrando mais eficaz. Em análise total do período, foram adquiridos 53.989 itens, sobre o modelo de aquisição baseado na necessidade foram adquiridos 55.437 itens e sobre o modelo baseado em zero ruptura de estoque 54.323 itens, evidenciando

assim o aumento nos valores totais de aquisições do modelo de necessidade e redução dos valores com base no modelo sem rupturas. Um dos efeitos esperados pela implementação da aquisição por LEC é a linearização das aquisições, o que ocorreu gerando redução de valores de aquisições no segundo modelo devido a aquisições realizadas em períodos com valor unitário menor.

Para o tem 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA pode-se verificar na Figura 17 as aquisições reais realizadas e as aquisições projetadas pelo estudo.

Figura 17 – Comparativo entre aquisições para o item 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA



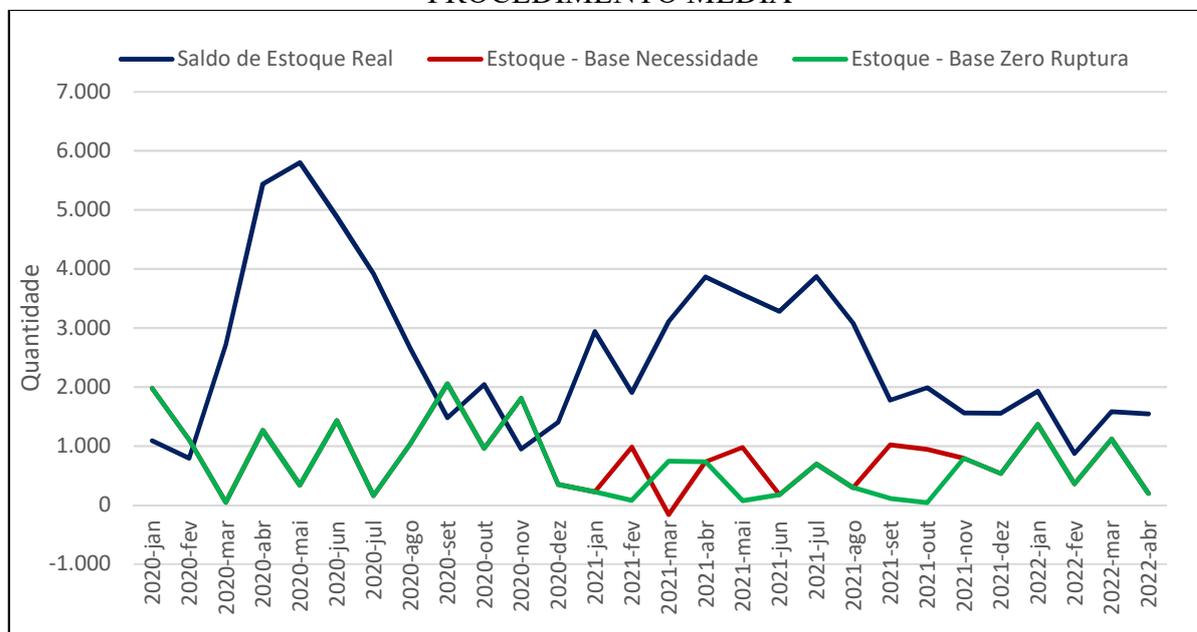
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Pode-se verificar na Figura 17 que no modelo de aquisições praticado pela empresa seguem a tendência de consumo real, entretanto os picos que se distanciam do consumo real geram sobras de estoque. Pode-se verificar que os modelos propostos no estudo também apresentam picos de aquisições, porém a quantidade do LEC mantém as aquisições lineares ao consumo real onde o máximo de aquisição não se distancia do consumo e o mínimo não gera falta de material.

As aquisições deste item realizadas pela empresa no período total de 28 meses totalizaram R\$ 1.420.892,10, o modelo baseado na necessidade totalizou R\$ 1.368.547,21 apresentando uma redução de R\$ 52.344,89 no período. Já a aquisição com base no modelo zero ruptura de estoque totalizou R\$ R\$ 1.352.661,37, apresentando também uma redução de R\$ 68.230,73 em relação as aquisições reais.

A Figura 18 apresenta um gráfico comparativo entre os saldos de estoque relacionados aos modelos de aquisições do estudo e o saldo real no período.

Figura 18 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Com base no gráfico pode-se verificar que o modelo de aquisição baseado na necessidade projetada apresentou uma baixa ruptura de estoque em março de 2021. Já o modelo baseado em eliminar as rupturas de estoque supriu a demanda em todo o período. Conforme evidenciado no gráfico, a redução dos volumes de estoque deste item foi elevada, otimizando o modelo de gestão e gerando economias não presentes no estudo, como a manutenção de estoque deste item. Em análise total do período, foram adquiridos 33.650 itens 003701, sobre o modelo de aquisição baseado na necessidade foram adquiridos 32.366 itens e sobre o modelo baseado em zero ruptura de estoque 32.366 itens, evidenciando assim a redução nos valores totais de aquisições dos modelos apresentados.

4.1.3 Grupo de Estoque Laboratório – Itens 031672 e 030604

O grupo de estoque de Medicamentos contemplou no estudo os itens 031672 QIV PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP e 030604 QIV NIVOLUMABE 100MG FR AMP, o qual os Apêndices E e F apresentam os valores das previsões de demanda e LEC calculados bem como os valores reais dos dados históricos obtidos junto a empresa, base para realização

dos cálculos. O Quadro 6 a seguir apresenta os valores do DAM para cada item deste grupo relacionados ao modelo de previsão de demanda.

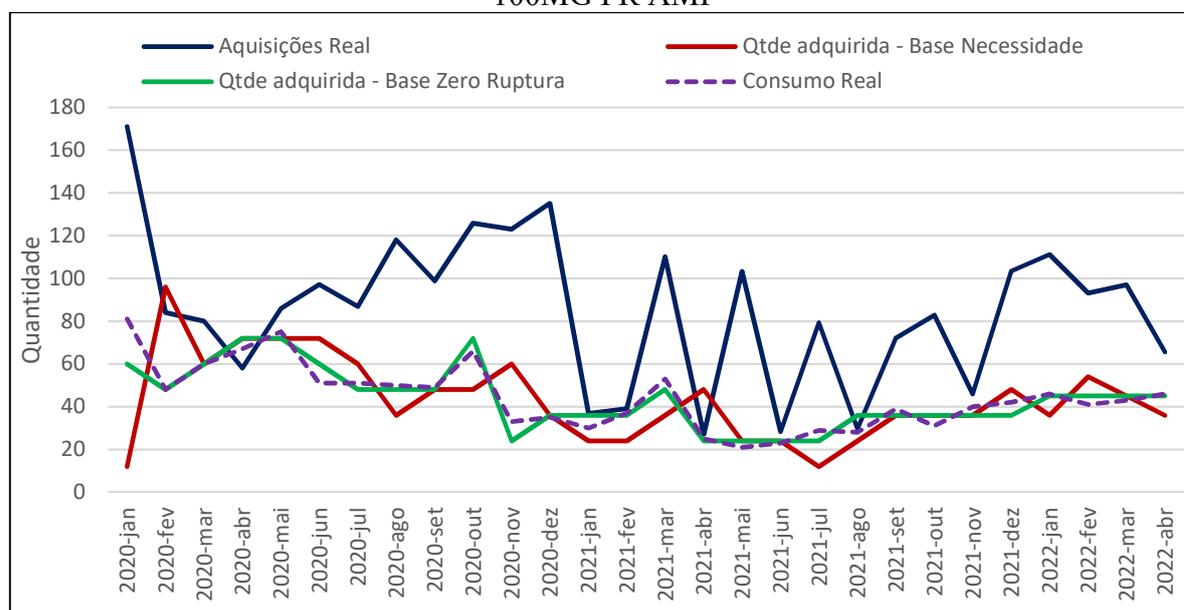
Quadro 6 – DAM dos itens do grupo de estoque de materiais de laboratório

| Item | DAM MMS | DAM MMP | DAM SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|--------|------------|------------|------------|---------------|------------------|
| 031672 | 2,0153 | 1,3058 | 1,2753 | 10,9349 | 0,8029 |
| 030604 | 2,2467 | 0,9554 | 2,3249 | 1,1863 | 0,0995 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Conforme o Quadro 6, ambos os itens pertencentes ao grupo de estoque de laboratório apresentaram o melhor valor do DAM no modelo de previsão de demanda Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (SETS – *Winter*). Com base nestes modelos de previsão foram projetadas as necessidades de compra, valores de LEC e saldos de estoque para cada mês contido no período de análise. A Figura 19 apresenta um gráfico comparativo entre as aquisições reais realizadas e os modelos estudados para o item 031672.

Figura 19 – Comparativo entre aquisições para o item 031672 QIV PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

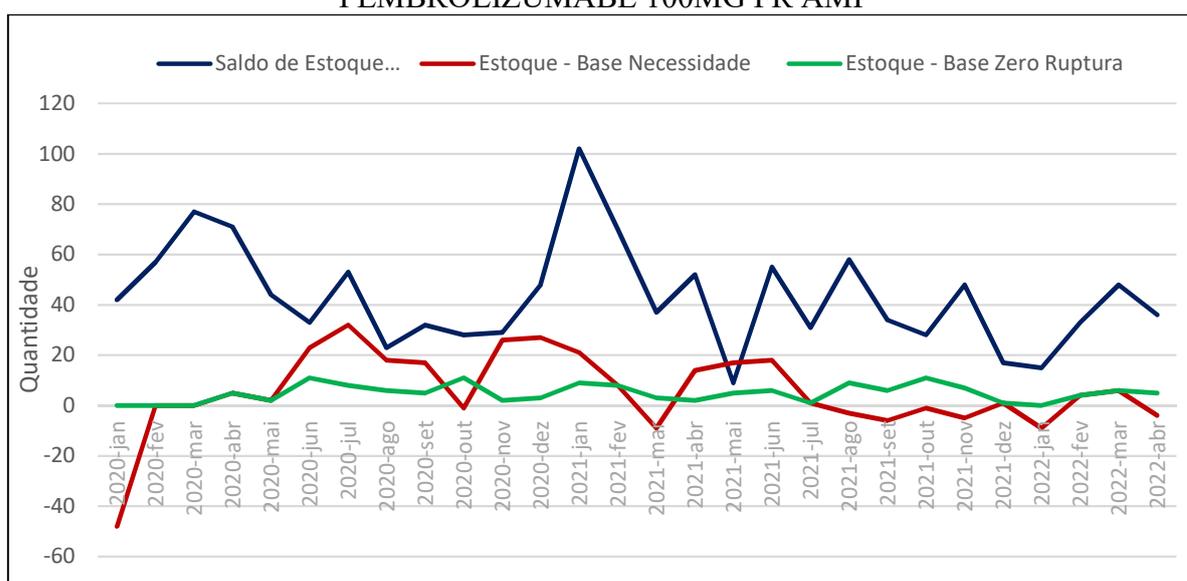
A Figura 19 apresenta o gráfico para comparação entre as aquisições reais realizadas em cada período pela empresa, as aquisições calculadas através do LEC baseado na necessidade de aquisição projetada e as aquisições realizadas através do segundo modelo do item 031672 QIV PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP. O gráfico apresenta uma política de aquisição do item deslocada do consumo real, ficando evidente a aquisição sem planejamento e previsão. Pode-se verificar que o modelo de aquisições praticado pela empresa se distanciou de forma

elevada do consumo real gerando sobras de estoque e desperdício de valores com aquisições desnecessárias no período. Os modelos de aquisições propostos no estudo se aproximam a tendência de consumo real, além disso, possuem lotes econômicos de aquisições inferiores aos reais praticados, o que geram menos sobras em estoque e economia financeira.

As aquisições do item 031672 realizadas pela empresa no período total de 28 meses totalizaram R\$ 30.407.302,23. O modelo de aquisição baseado na necessidade projetada totalizou R\$ 15.438.494,81, ou seja, apresentou uma redução de R\$ 14.968.807,42 no período. Já as aquisições baseadas no segundo modelo tiveram um valor total no período de R\$ 15.558.293,97, apresentando uma redução de R\$ 14.849.008,26 em relação as aquisições reais realizadas.

A Figura 20 apresenta um gráfico comparativo entre os saldos de estoque relacionados aos modelos de aquisições do estudo e o saldo real no período.

Figura 20 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 031672 QIV
PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP



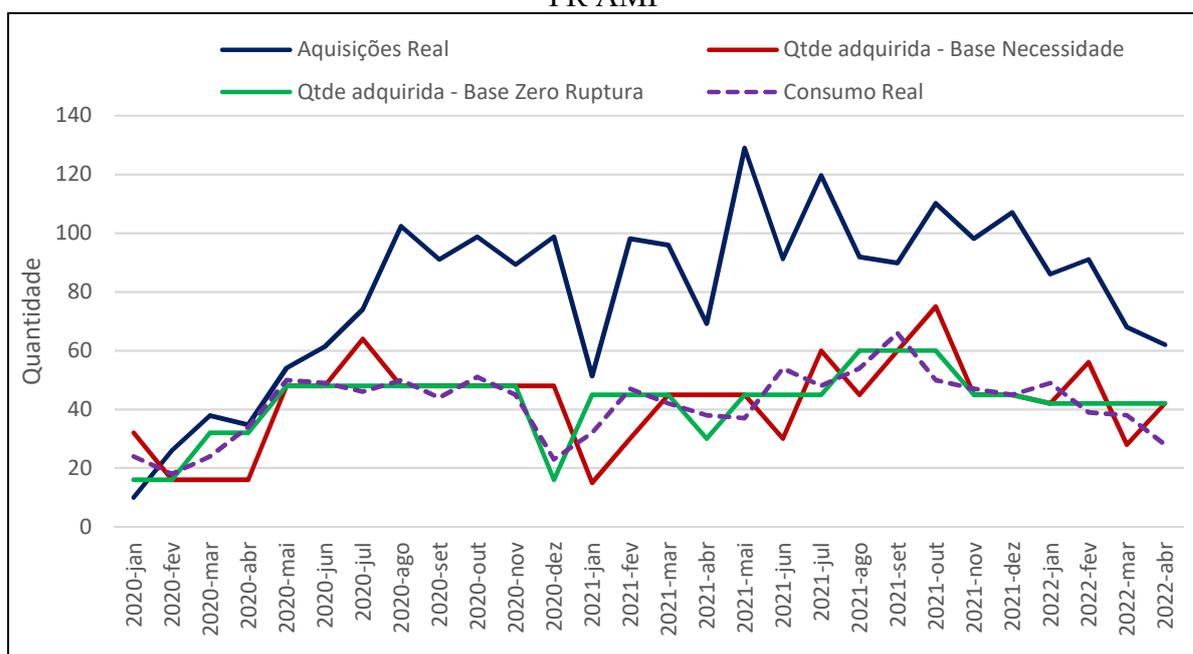
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

O gráfico apresentado na Figura 20 apresenta a cobertura de estoque dos modelos calculados em relação ao estoque real verificado no período de análise. Com base no gráfico pode-se verificar que o modelo de aquisição baseado na necessidade projetada apresentou ruptura de estoque em diversos meses. Devido a criticidade do item e a elevada quantidade de meses sem estoque disponível, a utilização do modelo apresentado se torna inviável. Já o modelo baseado em eliminar as rupturas de estoque supriu a demanda do período e apresentou uma redução no valor total das aquisições para o período de 28 meses, se mostrando mais eficaz por atender toda a demanda e trazer grande redução em volume de estoque e economia

financeira. Em análise total do período, foram adquiridos 2.389 itens, sobre o modelo de aquisição baseado na necessidade foram adquiridos 1.215 itens e sobre o modelo baseado em zero ruptura de estoque 1.224 itens, evidenciando assim a redução nos valores totais de aquisições para ambos os modelos do estudo.

Para o tem 003701 LUVA DE PROCEDIMENTO MEDIA pode-se verificar na Figura 21 as aquisições reais realizadas e as aquisições projetadas pelo estudo.

Figura 21 – Comparativo entre aquisições para o item 030604 QIV NIVOLUMABE 100MG FR AMP



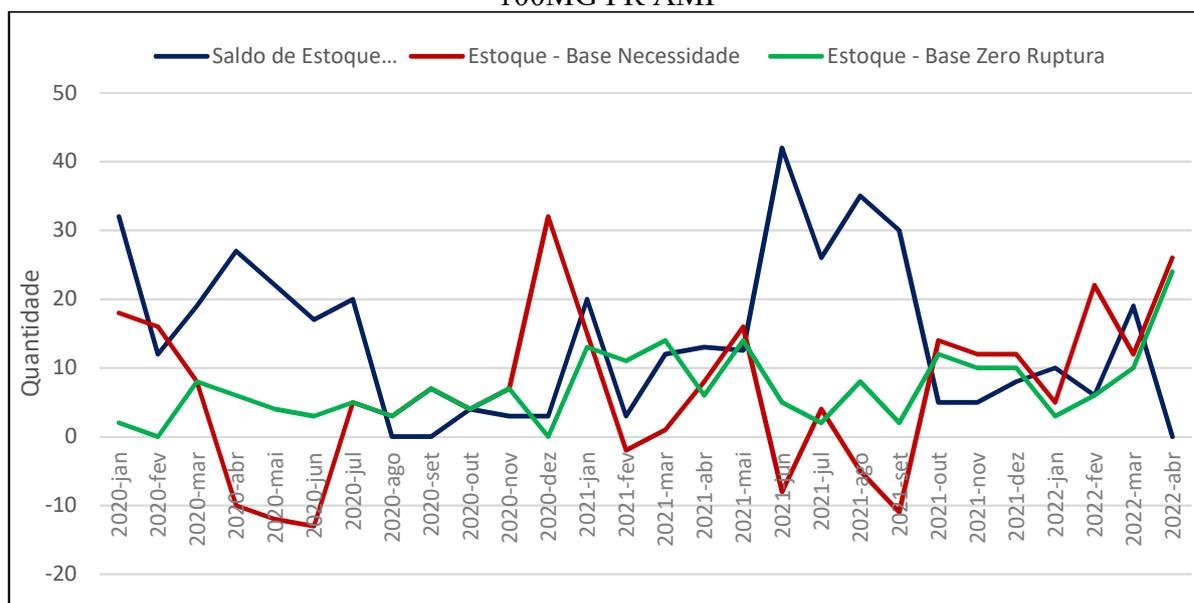
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A Figura 21 evidencia que o modelo de aquisições praticado pela empresa está deslocado do consumo real realizado, ou seja, as aquisições são realizadas sem programação baseada em previsão de demanda. Este modelo gerou sobras de estoque e desperdício financeiro com aquisições desnecessárias. Pode-se verificar que os modelos propostos no estudo linearizaram as aquisições para este item, aproximando do consumo real, reduzindo volumes de estoque e gerando economia com aquisições desnecessárias.

As aquisições deste item realizadas pela empresa no período total de 28 meses totalizaram R\$ 16.319.511,33, o modelo baseado na necessidade totalizou R\$ 8.703.615,26 apresentando uma redução de R\$ 7.615.896,07 no período. Já a aquisição com base no segundo modelo do estudo totalizou R\$ R\$ 8.669.721,09, apresentando também uma redução de R\$ 7.649.790,24 em relação as aquisições reais.

A Figura 22 apresenta um gráfico comparativo entre os saldos de estoque relacionados aos modelos de aquisições do estudo e o saldo real no período.

Figura 22 – Comparativo entre saldos de estoque para o item 030604 QIV NIVOLUMABE 100MG FR AMP



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Com base no gráfico pode-se verificar que o modelo de aquisição baseado na necessidade projetada apresentou ruptura de estoque em 7 meses do período, inviabilizando a utilização do modelo devido a criticidade do item. Já o modelo baseado em eliminar as rupturas de estoque supriu a demanda em todo o período. Conforme evidenciado no gráfico, a redução dos volumes de estoque deste item foi elevada, otimizando o modelo de gestão e gerando economias. Em análise total do período, foram adquiridos 2.237 itens, sobre o modelo de aquisição baseado na necessidade foram adquiridos 1.188 itens e sobre o modelo baseado em zero ruptura de estoque 1.186 itens, evidenciando assim a redução nos valores totais de aquisições dos modelos apresentados.

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme verificado nos resultados apresentados neste estudo baseado nos itens selecionados, foi evidenciado que a utilização de métodos de previsão de demanda e Lotes Econômicos de Compras acrescentaria linearidade na aquisição dos itens estocáveis da empresa. A verificação da necessidade de compra baseada em previsão de demanda para determinar a quantidade de lotes econômicos a serem adquiridos faria com que as aquisições se aproximem dos valores de consumo reais dos itens reduzindo o volume de estoque de toda a empresa.

Com estoques enxutos, a gestão se torna mais efetiva devido ao baixo volume de trabalho para gerenciar os itens. Além disso, existem ganhos com a redução dos custos de

manutenção de estoque, principalmente de itens caros, como medicamentos para procedimentos exclusivos, à exemplo dos itens 031672 e 030604, utilizados neste estudo. Outro fator que importa é a redução com custos de pedido, a padronização das quantidades a serem pedidas geradas pela metodologia do LEC direciona a política de compras para a padronização dos itens e suas respectivas quantidades. Outro fator importante de melhoria é a redução de riscos de vencimento de itens em estoque, porém, isto exige um cuidado, a existência de um sistema de distribuição e giro de estoque eficaz, podendo ser implementado o sistema FIFO para suprir esta demanda.

Além disso, conforme apresentado nos resultados, a economia gerada com a redução das aquisições durante o período foi evidente, a redução de todos os valores de aquisições dos itens baseado no modelo de aquisições sem ruptura de estoques foi de R\$ 22.651.200,14 para um período de 28 meses, ou seja, geração de um acréscimo médio de 808 mil reais no caixa da empresa, sem gerar ruptura de estoques e risco de desabastecimento somente para os itens presentes no estudo.

Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados para implementação dos modelos na empresa, o cuidado inicial se encontra na confiabilidade da base histórica de dados. Obter confiabilidade nos saldos dos itens em estoque faz com que a previsão de demanda e levantamento da necessidade de compra seja mais assertiva, e o estoque enxuto auxiliaria nesta questão. A otimização de controle de estoque por sistemas informatizados eficientes também auxiliaria na coleta de dados corretos.

Itens com o valor do DAM mais próximos a zero devem ter atenção redobrada para a programação, pois isto significa que a margem de erro entre o consumo real e a previsão de demanda é menor, sendo assim possíveis alterações repentinas no consumo podem ter impacto tanto como sobras em estoque como desabastecimento, conforme evidenciado nas rupturas de estoque analisadas em todos os itens do estudo. Este problema pode ser resolvido com aquisições emergenciais, principalmente para os itens que apresentaram no estudo poucos meses de ruptura de estoque. Outra opção para esta hipótese é a elaboração de uma gestão de estoque e política de compras com itens substitutos para suprir estas demandas oriundas de rupturas.

Por fim, a utilização de uma política de compras baseada no LEC proporciona a linearização do consumo, gerando redução dos valores de aquisições e folga no fluxo de caixa da empresa, porém a utilização da metodologia do LEC atualizada a cada início de ano (período indicado pela teoria), se baseia no histórico no consumo dos 12 meses passado, isso faz com que o tamanho do LEC definido no início do ano pode não ser efetivo para todo o ano, pois o

valor do LEC não se adaptará com agilidade as alterações de consumo repentinas, podendo gerar desabastecimento ou sobras em estoque.

Como forma de implementar a metodologia na empresa, propõe-se a utilização do fluxo apresentado na Figura 10 do capítulo 3, dando ênfase para a etapa de análise crítica e elaboração da curva ABC e curva XYZ, pois através da análise da criticidade dos itens poderá se verificar a existência de itens substitutos ou não para eles. Isso implicará na definição da política de compras para cada classe do item onde os itens presentes na curva Z devem possuir uma “folga” de estoque a fim de evitar o desabastecimento para procedimentos médicos críticos. Já os itens presentes na curva A e na curva X, as compras podem ser distribuídas entre o item original e os substitutos a fim de evitar acúmulo de estoque. O fluxo de análise proposto para implementação em todos os itens do estoque da empresa exige a realização contínua destas análises além de contemplar novos itens, bem como pode complementar na política a realização de uma revisão periódica em curtos períodos para todos os itens críticos, curva A e curva Z.

5 CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi aplicar técnicas de previsão de demanda e Lote Econômico de Compra para reduzir o volume de aquisições e de estoque da empresa Unimed Nordeste RS, através da utilização de um fluxo de análise crítica dos itens utilizados pela empresa. O método de aplicação do estudo foi a utilização dos modelos de previsão de demanda para levantamento da necessidade de consumo para definição da quantidade de LEC's a serem adquiridos mensalmente no período de análise proposto para os itens selecionados com base na curva ABC e XYZ. Conforme verificado no estudo, a aplicação dos métodos expostos apresentou uma redução de R\$ 22.651.200,14 em relação as aquisições reais realizadas pela empresa no período de análise, evidenciando a eficácia da proposta.

A verificação dos itens críticos a serem estudados foi executada com a utilização das curvas ABC e XYZ para os 3 grupos de estoque com maior volume financeiro da empresa, se apresentou efetiva no estudo. Os itens 035238 e 035060 do grupo Medicamentos encontram-se na curva A devido ao alto valor agregado e na curva Y devido a sua criticidade e índice de substituição médios. Os itens 099692 3 003701 (luvas médicas) do grupo de Materiais Médico Hospitalares foram classificados na curva A devido o alto volume de utilização e na curva X por se tratar de itens comuns, de fácil substituição. Para o grupo de estoque de Laboratório os itens 031672 030604 foram classificados na curva A devido ao alto valor unitário agregado e na curva Z devido à baixa possibilidade de substituição e criticidade do uso, por se tratar de quimioterápicos.

A análise dos dados históricos dos itens foi executada a fim de verificar a confiabilidade dos itens extraídos pela empresa. Dentro dos dados foram evidenciados saldos de estoque incorretos em alguns meses para os itens 099692 e 003701. Por se tratar de itens de alto giro e de difícil controle de utilização pelas áreas hospitalares, os saldos de estoque podem estar imprecisos devido a falta de controle das entregas e da realização de ajustes de estoques destes itens. A análise dos critérios de tendência e sazonalidade para aplicação dos métodos de previsão de demanda é realizada pelo DAM onde o melhor valor apresenta a menor diferença entre os itens, justificando a escolha do melhor modelo a ser implementado devido a menor diferença em relação ao consumo real e se aplicando mais fielmente a rotina da empresa.

Os Lotes Econômicos e Compra foram definidos com base nos 12 primeiros meses de dados históricos considerados no trabalho, de janeiro a dezembro de 2019. A utilização deste modelo para aquisições apresentou bons resultados visto a economia gerada na maioria dos itens testados. A ideia de utilizar o LEC no estudo foi evidenciar o impacto da constância das

aquisições realizadas e suportar a demanda no período, reduzindo picos elevados de consumo e sobras de estoque. O modelo de LEC do estudo também visou evidenciar a linearização dos saldos de estoque dos itens e identificar possíveis rupturas (desabastecimento), aplicar correções com a aquisição de LEC's e verificar seu impacto. Ambos os objetivos foram alcançados, entretanto não para todos os itens. Todos os itens apresentaram rupturas de estoque em aquisições baseadas na necessidade do período planejada pela previsão da demanda. O item 035060 apresentou aumento do valor de aquisições no período de 28 meses, gerando indícios de que o método pode não ser econômico para todos os itens. A verificação da eficácia em implementar os modelos apresentados neste estudo pode ser realizada pela empresa através da utilização do fluxo apresentado na Figura 10 do capítulo 3, onde ele apresenta uma sequência de atividades para testagem e utilização do melhor modelo de previsão de demanda e tamanho de LEC.

A utilização dos modelos de aquisições de estoque baseados na necessidade calculada para cada período (previsão de demanda menos saldo disponível em estoque considerando o consumo real do período anterior) e baseado na eliminação de rupturas de estoque se apresentou eficaz na sua totalidade. A utilização dos métodos pela empresa no período de 28 meses traria uma redução de R\$ 22.651.200,14 (41,91% de redução em relação ao total adquirido nos mesmos 28 meses dos itens do estudo) em comparação com as aquisições reais realizadas, com base no modelo de LEC sem rupturas de estoque. Considerando o período de 28 meses e o volume financeiro de redução apresentado, se torna viável a utilização dos métodos pela empresa. Mesmo um dos itens tendo apresentado aumento, o balanço financeiro final foi expressivo.

A economia financeira foi a principal vantagem verificada no estudo, porém a redução do volume de estoque dos itens otimizando a gestão de estoques, a redução dos custos de pedir oriundas da utilização do LEC bem como a qualidade dos modelos de previsão de demanda testados, os quais apresentaram baixa margem de erro são os pontos fortes do estudo e dos métodos estudados. Além disso, a simulação apresentada com base em dados históricos e pode verificar possíveis desabastecimentos (rupturas de estoque) proporcionando a previsão de aquisições de mais lotes e evitando a falta de material para utilização em procedimentos médicos essenciais, eliminando prejuízos a saúde aos pacientes da empresa.

Uma das adaptações possíveis para os modelos elaborados no estudo, e tida como possível desvantagem é a utilização do LEC para determinados itens onde possuem baixa tendência de aumento no consumo, ou seja, seu consumo aumenta repentinamente e o tamanho do LEC não se adapta com a mesma velocidade. Isso pode ocasionar rupturas de estoque

elevadas ao ponto de não haver solução. Mesmo com o aumento de compras da quantidade de LEC's, pode ocorrer do fornecedor não possuir itens para entrega ou o *lead time* de entrega não atender a tempo a demanda, o que na área de *Healthcare* pode ser fundamental para a saúde de um paciente. Esta desvantagem pode ser solucionada através do desenvolvimento de itens e fornecedores substitutos, caso possível, porém isto torna a previsão e a gestão de estoques mais complexa.

Como complemento a este estudo, existe a possibilidade de incremento de uma etapa no fluxo apresentado para a criação e classificação do item em subgrupos de estoque. Estes subgrupos estariam ligados a seus respectivos procedimentos de utilização (médicos, tratamentos clínicos, entre outros), como exemplo: grupo de medicamentos, subgrupo tratamento para câncer. Com uma sistematização das informações, pode-se prever a realização de possíveis procedimentos médicos e tratamentos, elaborar a previsão de demanda e dimensionar o LEC de cada item dentro de cada subgrupo, que somados no período gerariam uma aquisição maior, porém com quantidades destinadas para cada subgrupo e para atender demandas diferentes. Isto poderia otimizar ainda mais a gestão de estoques da área de *Healthcare*.

REFERÊNCIAS

AL-QATAWNER, L.; HAFEEZ, K. Healthcare Logistics Cost Optimization Using a Multi-criteria Inventory Classification. *In: INTERNACIONAL CCONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATION MANAGEMENT*, 2011, Kuala Lumpur. **Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. Kuala Lumpur: IEOM Society, 2011. p. 506-512.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARBIERI, J. C.; MACHLINE, C. **Logística Hospitalar: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017. *E-book*. 9788547219741. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547219741/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

BON, A. T., NG, T. K.; An Optimization of Inventory Demand Forecasting in University Healthcare Centre. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Bogor, v. 166, p. 1-11, fev. 2017. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/166/1/012035>. Acesso em: 10 abr. 2022.

BUSCHIAZZO, M.; MULA, J.; CAMPUZANO-BOLARIN, F. Simulation Optimization For The Inventory Management of Healthcare Supplies. **International Journal of Simulation Modelling**, Valência, v. 19, p. 255-266, jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2507/IJSIMM19-2-514>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CARVALHO, L. R. **Previsão de Demanda de Material de Saúde na Marinha do Brasil**. 2018. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: Supply chain**, 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010. *E-book*. 9788522481293. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522481293/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation**. 5. ed. New Jersey: Editora Pearson, 2013.

CONTADOR, J. C. **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa**. 3. Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010. *E-book*. 9788521216339. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521216339/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. *E-book*. 9788597022100. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597022100/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

KAMISAKI, F. Y. **Criação do processo de previsão de demanda orientado para o planejamento estratégico de uma empresa do setor farmacêutico**. 2009. 121 p. Trabalho

de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

KARUPPAN, C. M.; DUNLAP, N. E.; WALDRUM, M. R. **Operation Management in Healthcare: Strategy and Practice**. 2. ed. New York: Springer Publishing, 2017. *E-book*.

Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=SBgnEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=operations+management+healthcare&ots=imsuvXmzx1&sig=0a0UwgOSNt8cxBxML_Rmj7FoG90#v=onepage&q&f=false

Acesso em: 21 mar. 2022.

LAJE JR., M. **Planejamento e Controle da Produção - Teoria e Prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2019. *E-book*. 9788521636304. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521636304/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

LANGABER II, J. R. **Health care operations management: a quantitative approach to business and logistics**. Sudbury: Jones and Bartlett, 2008. *E-book*. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/_/FCw3KSh-WscC?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 02 abr. 2022.

MCLAUGHLIN, D. B., HAYS, J. M. **Healthcare Operations Management**. Chicago: Aupha, 2008.

MIRCHANDANI, P. Health Care Supply Chains: COVID-19 Challenges and Pressing Actions. **ACP Journals: Annals of Internal Medicine**, 2020. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/full/10.7326/M20-1326>. Acesso em: 12 mar. 2022.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2012. *E-book*. 9788522110193. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522110193/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

MOURA, L.L.et al. Análise e intervenção na gestão do fluxo de informações de uma cadeia de suprimentos hospitalares. **Sistemas & Gestão**, Niterói, vol.8, n.4, p. 416-430, jan. 2013. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/V8N4A8>. Acesso em: 12 abr. 2022.

OLIVEIRA, M.P.V.; SILVA, M.S. Transdisciplinaridade como base para gestão de processos em Serviços de Saúde. **RAHIS - Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde**, v.6, p.79-86, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/rahis/article/view/1203>. Acesso em: 08 abr. 2022.

PAURA, G. L. **Fundamentos da Logística**. Curitiba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2012.

PELEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de Previsão de Demanda**. 2000. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

RACHMANIA, I. N.; BASRI, M. H. Pharmaceutical Inventory Management Issues in Hospital Supply Chains, **School of Business and Management**, Bandung Institute of Technology, Bandung, v.3, n.1, p. 1-5, 2013. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1067.2995&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 06 abr. 2022.

SILVA, B. W. **Gestão de estoques: planejamento, execução e controle**. 2. ed. Minas Gerais: BW Consultoria, 2019. *E-book*. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=C8i5DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 05 abr. 2022.

SOUZA, E. F. S. **Análise Comparativa de Modelos de Previsão de Demanda: Um Estudo Aplicado em um Hospital Particular na Cidade de Caruaru – PE**. 2018. 58 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração) – Núcleo de Gestão, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

SOYIRI, I. N., REIDPATH, D. D. An Overview of Health Forecasting. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v.18, p.1-9, 2013. Disponível em: <https://environhealthprevmed.biomedcentral.com/articles/10.1007/s12199-012-0294-6>. Acesso em: 07 abr. 2022.

STARR, M. K. Changing Agendas for Operations Management. **G&P – Revista Gestão & Produção**, v.12, n.3, p.317-321, set. - dez.2005.

VARGHESE, V. et al. Applying Actual Usage Inventory Management Best Practice in a Health Care Supply Chain. **Internacional Journal of Supply Chain Management**, v. 1, n.2, p. 1-10, set. 2012.

VISSERS, J.; BEECH, R. **Health Operations Management – Patient Flow Logistics in health Care**. 1. ed. Londres e Nova Iorque: Routledge, 2005.

APÊNDICE A – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 035238 D'DIMER HS 500

| Mês | Aquisições | Consumo | LEC | MMS | MMP | Ponderação | SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|----------|------------|-----------|-----------|-----|-----|------------|-----|------------|---------------|
| 2019-jan | 0 | 0 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-fev | 0 | 0 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-mar | 0 | 0 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-abr | 2 | 2 | | | | 2 | | 0 | |
| 2019-mai | 4 | 3 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jun | 1 | 1 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jul | 2 | 3 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-ago | 3 | 2 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-set | 2 | 3 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-out | 3 | 2 | | | | 15 | | 0 | |
| 2019-nov | 2 | 2 | | | | 20 | | 0 | |
| 2019-dez | 5 | 4 | | | | 20 | 2 | 4 | 4 |
| 2020-jan | 0 | 0 | 5 | 2 | 3 | | 3 | 6 | 3 |
| 2020-fev | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | | 2 | 6 | 2 |
| 2020-mar | 2 | 1 | 5 | 2 | 2 | | 2 | 6 | 2 |
| 2020-abr | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | | 2 | 6 | 3 |
| 2020-mai | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | | 3 | 7 | 3 |
| 2020-jun | 4 | 5 | 5 | 2 | 2 | | 2 | 6 | 3 |
| 2020-jul | 8 | 6 | 5 | 3 | 3 | | 3 | 7 | 5 |
| 2020-ago | 17 | 5 | 5 | 3 | 4 | | 4 | 7 | 5 |
| 2020-set | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | | 4 | 7 | 5 |
| 2020-out | 11 | 8 | 5 | 3 | 4 | | 4 | 7 | 6 |
| 2020-nov | 7 | 10 | 5 | 4 | 5 | | 5 | 7 | 8 |
| 2020-dez | 22 | 12 | 5 | 4 | 6 | | 6 | 9 | 10 |
| 2021-jan | 0 | 10 | 8 | 5 | 8 | | 8 | 10 | 11 |
| 2021-fev | 14 | 11 | 8 | 6 | 8 | | 8 | 11 | 12 |
| 2021-mar | 43 | 27 | 8 | 7 | 9 | | 9 | 12 | 16 |
| 2021-abr | 10 | 16 | 8 | 9 | 13 | | 14 | 17 | 20 |
| 2021-mai | 14 | 19 | 8 | 10 | 14 | | 14 | 19 | 20 |
| 2021-jun | 31 | 22 | 8 | 11 | 16 | | 15 | 20 | 22 |
| 2021-jul | 14 | 13 | 8 | 13 | 17 | | 17 | 23 | 21 |
| 2021-ago | 10 | 12 | 8 | 13 | 17 | | 16 | 21 | 18 |
| 2021-set | 9 | 9 | 8 | 14 | 16 | | 15 | 20 | 15 |
| 2021-out | 10 | 9 | 8 | 14 | 14 | | 14 | 17 | 12 |
| 2021-nov | 6 | 6 | 8 | 14 | 13 | | 12 | 14 | 10 |
| 2021-dez | 5 | 8 | 8 | 14 | 12 | | 11 | 11 | 8 |
| 2022-jan | 9 | 7 | 14 | 14 | 10 | | 10 | 9 | 7 |
| 2022-fev | 8 | 8 | 14 | 13 | 10 | | 9 | 7 | 7 |
| 2022-mar | 8 | 6 | 14 | 13 | 9 | | 9 | 6 | 6 |
| 2022-abr | 6 | 6 | 13 | 11 | 8 | | 8 | 5 | 6 |

**APÊNDICE B – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 035060 ELECSYS
VITAMIN D TOTAL**

| Mês | Aquisições | Consumo | LEC | MMS | MMP | Ponderação | SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|----------|------------|---------|-----|-----|-----|------------|-----|------------|---------------|
| 2019-jan | 0 | 0 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-fev | 0 | 0 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-mar | 2 | 2 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-abr | 9 | 4 | | | | 2 | | 0 | |
| 2019-mai | 12 | 15 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jun | 11 | 8 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jul | 7 | 9 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-ago | 11 | 4 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-set | 5 | 12 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-out | 10 | 11 | | | | 15 | | 0 | |
| 2019-nov | 13 | 10 | | | | 20 | | 0 | |
| 2019-dez | 15 | 12 | | | | 20 | 10 | 12 | 9 |
| 2020-jan | 4 | 7 | 13 | 7 | 10 | | 11 | 14 | 10 |
| 2020-fev | 10 | 10 | 13 | 8 | 9 | | 10 | 14 | 11 |
| 2020-mar | 16 | 11 | 13 | 9 | 10 | | 10 | 14 | 12 |
| 2020-abr | 0 | 3 | 13 | 9 | 10 | | 10 | 15 | 10 |
| 2020-mai | 5 | 10 | 13 | 9 | 9 | | 8 | 12 | 9 |
| 2020-jun | 2 | 4 | 13 | 9 | 9 | | 9 | 12 | 8 |
| 2020-jul | 12 | 10 | 13 | 9 | 8 | | 8 | 10 | 8 |
| 2020-ago | 16 | 14 | 13 | 9 | 8 | | 8 | 10 | 10 |
| 2020-set | 12 | 9 | 13 | 10 | 9 | | 10 | 11 | 11 |
| 2020-out | 12 | 9 | 13 | 9 | 9 | | 9 | 10 | 10 |
| 2020-nov | 6 | 10 | 13 | 9 | 9 | | 9 | 10 | 10 |
| 2020-dez | 22 | 13 | 13 | 9 | 9 | | 10 | 10 | 11 |
| 2021-jan | 5 | 10 | 15 | 9 | 10 | | 10 | 11 | 12 |
| 2021-fev | 12 | 12 | 15 | 9 | 10 | | 10 | 11 | 12 |
| 2021-mar | 13 | 13 | 15 | 10 | 11 | | 11 | 11 | 12 |
| 2021-abr | 12 | 12 | 15 | 10 | 11 | | 11 | 12 | 13 |
| 2021-mai | 14 | 15 | 15 | 11 | 12 | | 11 | 12 | 13 |
| 2021-jun | 11 | 13 | 15 | 11 | 12 | | 12 | 13 | 14 |
| 2021-jul | 16 | 13 | 15 | 12 | 13 | | 13 | 14 | 14 |
| 2021-ago | 13 | 16 | 15 | 12 | 13 | | 13 | 14 | 14 |
| 2021-set | 13 | 12 | 15 | 12 | 13 | | 13 | 15 | 14 |
| 2021-out | 19 | 19 | 15 | 12 | 13 | | 13 | 15 | 15 |
| 2021-nov | 15 | 15 | 15 | 13 | 15 | | 15 | 16 | 16 |
| 2021-dez | 17 | 14 | 15 | 14 | 15 | | 15 | 16 | 16 |
| 2022-jan | 8 | 11 | 19 | 14 | 15 | | 15 | 16 | 14 |
| 2022-fev | 14 | 14 | 19 | 14 | 14 | | 14 | 15 | 14 |
| 2022-mar | 19 | 16 | 19 | 14 | 14 | | 14 | 15 | 14 |
| 2022-abr | 15 | 15 | 19 | 14 | 15 | | 14 | 15 | 15 |

**APÊNDICE C – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 099692 LUVAS DE
PROCEDIMENTO PEQ.**

| Mês | Recebidos | Consumo | LEC | MMS | MMP | Ponderação | SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|----------|-----------|---------|--------------|------|------|------------|------|------------|---------------|
| 2019-jan | 584 | 1.190 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-fev | 1.246 | 1.256 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-mar | 913 | 1.252 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-abr | 1.944 | 1.503 | | | | 2 | | 0 | |
| 2019-mai | 1.521 | 1.474 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jun | 604 | 1.428 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jul | 2.100 | 1.467 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-ago | 1.679 | 1.487 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-set | 1.706 | 1.527 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-out | 1.100 | 1.526 | | | | 15 | | 0 | |
| 2019-nov | 1.228 | 1.410 | | | | 20 | | 0 | |
| 2019-dez | 2.683 | 1.377 | | | | 20 | 1410 | 1377 | 1397 |
| 2020-jan | 501 | 1.266 | 2.474 | 1408 | 1447 | | 1402 | 1344 | 1379 |
| 2020-fev | 4.301 | 1.293 | 2.474 | 1414 | 1408 | | 1368 | 1287 | 1347 |
| 2020-mar | 6.242 | 1.443 | 2.474 | 1418 | 1383 | | 1349 | 1251 | 1368 |
| 2020-abr | 1.253 | 1.367 | 2.474 | 1433 | 1392 | | 1373 | 1273 | 1394 |
| 2020-mai | 0 | 1.565 | 2.474 | 1422 | 1387 | | 1371 | 1277 | 1442 |
| 2020-jun | 0 | 1.334 | 2.474 | 1430 | 1418 | | 1420 | 1347 | 1456 |
| 2020-jul | 0 | 1.874 | 2.474 | 1422 | 1400 | | 1398 | 1342 | 1549 |
| 2020-ago | 2.556 | 1.990 | 2.474 | 1456 | 1492 | | 1517 | 1506 | 1753 |
| 2020-set | 2.929 | 1.822 | 2.474 | 1498 | 1611 | | 1635 | 1688 | 1863 |
| 2020-out | 0 | 1.710 | 2.474 | 1522 | 1675 | | 1682 | 1791 | 1862 |
| 2020-nov | 2.687 | 1.831 | 2.474 | 1538 | 1689 | | 1689 | 1835 | 1861 |
| 2020-dez | 3.637 | 2.337 | 2.474 | 1573 | 1716 | | 1725 | 1898 | 2010 |
| 2021-jan | 2.077 | 1.668 | 1.114 | 1653 | 1871 | | 1878 | 2099 | 2039 |
| 2021-fev | 2.649 | 2.005 | 1.114 | 1686 | 1861 | | 1825 | 2056 | 1991 |
| 2021-mar | 6.027 | 3.491 | 1.114 | 1746 | 1885 | | 1870 | 2105 | 2405 |
| 2021-abr | 1.500 | 2.766 | 1.114 | 1916 | 2208 | | 2275 | 2599 | 2805 |
| 2021-mai | 1.422 | 2.556 | 1.114 | 2033 | 2400 | | 2398 | 2800 | 2836 |
| 2021-jun | 2.125 | 2.668 | 1.114 | 2115 | 2455 | | 2438 | 2882 | 2824 |
| 2021-jul | 3.215 | 2.614 | 1.114 | 2226 | 2476 | | 2495 | 2958 | 2814 |
| 2021-ago | 0 | 2.116 | 1.114 | 2288 | 2558 | | 2525 | 2981 | 2658 |
| 2021-set | 691 | 1.903 | 1.114 | 2299 | 2512 | | 2423 | 2819 | 2388 |
| 2021-out | 519 | 1.858 | 1.114 | 2305 | 2362 | | 2293 | 2587 | 2155 |
| 2021-nov | 1.362 | 1.844 | 1.114 | 2318 | 2265 | | 2184 | 2356 | 1995 |
| 2021-dez | 2.605 | 1.702 | 1.114 | 2319 | 2162 | | 2099 | 2148 | 1858 |
| 2022-jan | 1.612 | 1.692 | 2.601 | 2266 | 2039 | | 2000 | 1928 | 1743 |
| 2022-fev | 827 | 1.639 | 2.601 | 2268 | 1941 | | 1923 | 1746 | 1661 |
| 2022-mar | 2.603 | 1.756 | 2.601 | 2237 | 1860 | | 1852 | 1589 | 1631 |
| 2022-abr | 648 | 1.567 | 2.601 | 2093 | 1806 | | 1828 | 1512 | 1598 |

**APÊNDICE D – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 003701 LUVAS DE
PROCEDIMENTO MEDIA**

| Mês | Recebidos | Consumo | LEC | MMS | MMP | Ponderação | SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|----------|-----------|---------|-------------|------|------|------------|------|------------|---------------|
| 2019-jan | 1.462 | 1.006 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-fev | 514 | 1.007 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-mar | 1.012 | 942 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-abr | 2.456 | 1.018 | | | | 2 | | 0 | |
| 2019-mai | 0 | 916 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jun | 407 | 908 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jul | 604 | 1.011 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-ago | 1.097 | 937 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-set | 999 | 902 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-out | 907 | 937 | | | | 15 | | 0 | |
| 2019-nov | 900 | 867 | | | | 20 | | 0 | |
| 2019-dez | 1.212 | 936 | | | | 20 | 867 | 936 | 1012 |
| 2020-jan | 593 | 896 | 2051 | 949 | 927 | | 884 | 1005 | 951 |
| 2020-fev | 3.714 | 874 | 2051 | 940 | 918 | | 887 | 1040 | 900 |
| 2020-mar | 4.506 | 1.060 | 2051 | 929 | 909 | | 884 | 1050 | 912 |
| 2020-abr | 1.259 | 835 | 2051 | 939 | 936 | | 928 | 1105 | 906 |
| 2020-mai | 0 | 921 | 2051 | 923 | 919 | | 905 | 1073 | 878 |
| 2020-jun | 0 | 960 | 2051 | 924 | 918 | | 909 | 1061 | 890 |
| 2020-jul | 0 | 1.272 | 2051 | 928 | 922 | | 922 | 1056 | 986 |
| 2020-ago | 0 | 1.172 | 2051 | 950 | 998 | | 1009 | 1143 | 1091 |
| 2020-set | 2.089 | 1.035 | 2051 | 969 | 1049 | | 1050 | 1185 | 1102 |
| 2020-out | 0 | 1.093 | 2051 | 980 | 1046 | | 1046 | 1173 | 1093 |
| 2020-nov | 1.960 | 1.204 | 2051 | 993 | 1056 | | 1058 | 1174 | 1126 |
| 2020-dez | 3.383 | 1.458 | 2051 | 1022 | 1091 | | 1094 | 1204 | 1235 |
| 2021-jan | 0 | 1.032 | 905 | 1065 | 1183 | | 1185 | 1306 | 1250 |
| 2021-fev | 2.504 | 1.052 | 905 | 1076 | 1166 | | 1147 | 1259 | 1170 |
| 2021-mar | 2.932 | 2.050 | 905 | 1091 | 1138 | | 1123 | 1215 | 1371 |
| 2021-abr | 1.538 | 1.816 | 905 | 1174 | 1314 | | 1355 | 1485 | 1657 |
| 2021-mai | 1.251 | 1.568 | 905 | 1255 | 1462 | | 1470 | 1649 | 1721 |
| 2021-jun | 1.799 | 1.709 | 905 | 1309 | 1508 | | 1495 | 1705 | 1737 |
| 2021-jul | 261 | 1.289 | 905 | 1372 | 1531 | | 1548 | 1782 | 1662 |
| 2021-ago | 0 | 1.307 | 905 | 1373 | 1508 | | 1483 | 1705 | 1522 |
| 2021-set | 746 | 1.085 | 905 | 1384 | 1486 | | 1439 | 1626 | 1377 |
| 2021-out | 352 | 976 | 905 | 1389 | 1394 | | 1351 | 1478 | 1209 |
| 2021-nov | 750 | 1.060 | 905 | 1379 | 1316 | | 1257 | 1308 | 1101 |
| 2021-dez | 1.251 | 1.165 | 905 | 1367 | 1246 | | 1208 | 1186 | 1080 |
| 2022-jan | 0 | 1.052 | 1885 | 1342 | 1201 | | 1197 | 1120 | 1065 |
| 2022-fev | 1.454 | 1.005 | 1885 | 1344 | 1170 | | 1161 | 1037 | 1023 |
| 2022-mar | 932 | 1.128 | 1885 | 1340 | 1117 | | 1122 | 962 | 1019 |
| 2022-abr | 374 | 918 | 1885 | 1263 | 1101 | | 1123 | 946 | 995 |

**APÊNDICE E – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 031672 QIV
PEMBROLIZUMABE 100MG FR AMP**

| Mês | Recebidos | Consumo | LEC | MMS | MMP | Ponderação | SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|----------|-----------|---------|-----------|-----|-----|------------|-----|------------|---------------|
| 2019-jan | 0 | 27 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-fev | 54 | 38 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-mar | 50 | 16 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-abr | 0 | 29 | | | | 2 | | 0 | |
| 2019-mai | 0 | 42 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jun | 50 | 37 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jul | 150 | 39 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-ago | 150 | 53 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-set | 100 | 47 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-out | 78 | 92 | | | | 15 | | 0 | |
| 2019-nov | 57 | 55 | | | | 20 | | 0 | |
| 2019-dez | 75 | 38 | | | | 20 | 55 | 38 | 32 |
| 2020-jan | 171 | 81 | 12 | 43 | 52 | | 51 | 21 | 48 |
| 2020-fev | 84 | 48 | 12 | 47 | 57 | | 58 | 23 | 59 |
| 2020-mar | 80 | 60 | 12 | 48 | 57 | | 56 | 17 | 61 |
| 2020-abr | 58 | 67 | 12 | 52 | 59 | | 57 | 19 | 67 |
| 2020-mai | 86 | 75 | 12 | 55 | 59 | | 59 | 25 | 73 |
| 2020-jun | 97 | 51 | 12 | 58 | 64 | | 63 | 35 | 72 |
| 2020-jul | 87 | 51 | 12 | 59 | 62 | | 60 | 37 | 66 |
| 2020-ago | 118 | 50 | 12 | 60 | 58 | | 58 | 39 | 61 |
| 2020-set | 99 | 49 | 12 | 60 | 57 | | 56 | 42 | 57 |
| 2020-out | 126 | 66 | 12 | 60 | 56 | | 54 | 44 | 58 |
| 2020-nov | 123 | 33 | 12 | 58 | 57 | | 57 | 51 | 54 |
| 2020-dez | 135 | 35 | 12 | 56 | 52 | | 51 | 47 | 45 |
| 2021-jan | 37 | 30 | 12 | 56 | 48 | | 47 | 44 | 38 |
| 2021-fev | 39 | 37 | 12 | 51 | 43 | | 43 | 39 | 35 |
| 2021-mar | 110 | 53 | 12 | 50 | 42 | | 41 | 37 | 38 |
| 2021-abr | 27 | 25 | 12 | 50 | 44 | | 44 | 41 | 37 |
| 2021-mai | 103 | 21 | 12 | 46 | 39 | | 39 | 36 | 30 |
| 2021-jun | 28 | 23 | 12 | 42 | 35 | | 35 | 30 | 25 |
| 2021-jul | 79 | 29 | 12 | 39 | 31 | | 32 | 25 | 24 |
| 2021-ago | 30 | 28 | 12 | 38 | 31 | | 31 | 24 | 24 |
| 2021-set | 72 | 39 | 12 | 36 | 30 | | 30 | 23 | 27 |
| 2021-out | 83 | 31 | 12 | 35 | 31 | | 33 | 26 | 30 |
| 2021-nov | 46 | 40 | 12 | 32 | 31 | | 32 | 26 | 32 |
| 2021-dez | 103 | 42 | 12 | 33 | 32 | | 34 | 30 | 36 |
| 2022-jan | 111 | 46 | 9 | 33 | 35 | | 36 | 34 | 40 |
| 2022-fev | 93 | 41 | 9 | 35 | 38 | | 39 | 38 | 42 |
| 2022-mar | 97 | 43 | 9 | 35 | 39 | | 39 | 41 | 42 |
| 2022-abr | 66 | 47 | 9 | 34 | 40 | | 40 | 43 | 44 |

**APÊNDICE F – MODELOS DE PREVISÃO E LEC: ITEM 030604 QIV
NIVOLUMABE 100MG FR AMP**

| Mês | Recebidos | Consumo | LEC | MMS | MMP | Ponderação | SES | SED (Holt) | SETS (Winter) |
|----------|-----------|---------|-----|-----|-----|------------|-----|------------|---------------|
| 2019-jan | 18 | 28 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-fev | 26 | 31 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-mar | 79 | 26 | | | | 1 | | 0 | |
| 2019-abr | 2 | 41 | | | | 2 | | 0 | |
| 2019-mai | 45 | 48 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jun | 27 | 21 | | | | 5 | | 0 | |
| 2019-jul | 34 | 36 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-ago | 40 | 52 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-set | 32 | 21 | | | | 10 | | 0 | |
| 2019-out | 45 | 55 | | | | 15 | | 0 | |
| 2019-nov | 28 | 24 | | | | 20 | | 0 | |
| 2019-dez | 50 | 24 | | | | 20 | 24 | 24 | 34 |
| 2020-jan | 10 | 24 | 16 | 34 | 34 | | 24 | 24 | 29 |
| 2020-fev | 26 | 18 | 16 | 34 | 31 | | 24 | 24 | 24 |
| 2020-mar | 38 | 24 | 16 | 33 | 28 | | 23 | 22 | 21 |
| 2020-abr | 35 | 34 | 16 | 32 | 28 | | 23 | 22 | 23 |
| 2020-mai | 54 | 50 | 16 | 32 | 27 | | 26 | 26 | 31 |
| 2020-jun | 61 | 49 | 16 | 32 | 32 | | 32 | 34 | 39 |
| 2020-jul | 74 | 46 | 16 | 34 | 36 | | 36 | 41 | 43 |
| 2020-ago | 102 | 50 | 16 | 35 | 38 | | 39 | 45 | 46 |
| 2020-set | 91 | 44 | 16 | 35 | 41 | | 41 | 50 | 48 |
| 2020-out | 99 | 51 | 16 | 37 | 43 | | 42 | 52 | 49 |
| 2020-nov | 89 | 45 | 16 | 37 | 45 | | 44 | 55 | 49 |
| 2020-dez | 99 | 23 | 16 | 38 | 46 | | 44 | 55 | 43 |
| 2021-jan | 51 | 32 | 15 | 38 | 42 | | 39 | 47 | 36 |
| 2021-fev | 98 | 47 | 15 | 39 | 39 | | 37 | 43 | 37 |
| 2021-mar | 96 | 42 | 15 | 41 | 40 | | 40 | 44 | 40 |
| 2021-abr | 69 | 38 | 15 | 43 | 41 | | 40 | 43 | 40 |
| 2021-mai | 129 | 37 | 15 | 43 | 40 | | 40 | 41 | 39 |
| 2021-jun | 91 | 54 | 15 | 42 | 39 | | 39 | 39 | 42 |
| 2021-jul | 120 | 48 | 15 | 42 | 42 | | 43 | 43 | 46 |
| 2021-ago | 92 | 54 | 15 | 43 | 44 | | 44 | 45 | 49 |
| 2021-set | 90 | 66 | 15 | 43 | 46 | | 47 | 48 | 55 |
| 2021-out | 110 | 50 | 15 | 45 | 50 | | 51 | 55 | 58 |
| 2021-nov | 98 | 47 | 15 | 45 | 51 | | 51 | 55 | 55 |
| 2021-dez | 107 | 45 | 15 | 45 | 51 | | 50 | 54 | 51 |
| 2022-jan | 86 | 49 | 14 | 47 | 49 | | 49 | 53 | 50 |
| 2022-fev | 91 | 39 | 14 | 48 | 50 | | 49 | 52 | 47 |
| 2022-mar | 68 | 38 | 14 | 47 | 48 | | 46 | 49 | 43 |
| 2022-abr | 62 | 28 | 14 | 47 | 45 | | 44 | 45 | 38 |