



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

NÚCLEO DE GESTÃO

CURSO: ADMINISTRAÇÃO

EDUARDO FERNANDO DA SILVA SOUZA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA: UM
ESTUDO APLICADO EM UM HOSPITAL PARTICULAR NA CIDADE DE
CARUARU-PE**

Caruaru – PE

2018

EDUARDO FERNANDO DA SILVA SOUZA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA: UM
ESTUDO APLICADO EM UM HOSPITAL PARTICULAR NA CIDADE DE
CARUARU-PE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Área de concentração: Previsão de Demanda

Orientador: Profº MSc. José Cícero de Castro.

Caruaru – PE

2018

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S729a Souza, Eduardo Fernando da Silva.
Análise comparativa de modelos de previsão de demanda: um estudo aplicado em um hospital particular na cidade de Caruaru-PE. / Eduardo Fernando da Silva Souza. – 2018.
58 f. : 30 cm.

Orientador: José Cícero de Castro.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Administração, 2018.
Inclui Referências.

1. Demanda. 2. Séries temporais. 3. Previsão. I. Castro, José Cícero de Castro. (Orientador). II. Título.

CDD 658 (23. ed.)

UFPE (CAA 2018-359)

EDUARDO FERNANDO DA SILVA SOUZA

ANÁLISE COMPARATIVA DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA: UM ESTUDO APLICADO EM UM HOSPITAL PARTICULAR NA CIDADE DE CARUARU-PE

Este trabalho foi julgado adequado e aprovado para obtenção do título de Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste UFPE/CAA

Caruaru, 18 de dezembro de 2018

Prof. Dr. Marconi Freitas da Costa
Coordenador do Curso de Administração
UFPE/CAA

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Cícero de Castro
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CAA
Orientador

Profa. Alane Alves Silva
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CAA
Examinadora

Profa. Cinthia Ladjane de Souza Holanda
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CAA
Examinadora

Profa. Tatiane Balbi Fraga
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CAA
Examinadora

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, por me guiar na realização de mais um objetivo profissional e pessoal.

A minha esposa Aline pelo incentivo, por acreditar que eu seria capaz de concluir essa graduação, e pela motivação diária para meu crescimento profissional e pessoal, cada palavra foi combustível para essa realização.

A meus pais, que me ensinaram os princípios do trabalho e perseverança, que foram fundamentais para concluir este projeto.

Ao Prof. Msc. José Cicero de Castro, pela orientação, apoio, paciência e ensinamentos úteis no desenvolvimento deste trabalho.

E ao Hospital Unimed Caruaru, em especial ao diretor do hospital, Dr. André Richard Muniz, do gerente de suprimentos e materiais, Hugo Neves, e à supervisora de materiais, Tayne Rayalla, pelo apoio e viabilização da coleta de dados para que o estudo pudesse ocorrer.

RESUMO

O setor privado de saúde brasileiro tem se tornado muito competitivo, especialmente com a entrada de novas operadoras de planos de saúde no mercado. Neste contexto, técnicas de gestão da produção têm sido utilizadas para garantir a qualidade da operação e evitar perdas com estoque, logística e compras. Diante disso, prever a demanda tornou-se essencial na gestão das organizações, servindo como base para as principais decisões estratégicas. A acurácia desta estimativa interfere diretamente nos resultados da empresa, uma vez que a empresa se baseia neste valor para estabelecer metas de atendimento e vendas. O presente trabalho propõe um estudo dos métodos de previsão de demanda realizado em um hospital particular de Caruaru-PE. O estudo foi realizado utilizando o método quantitativo dos modelos de series temporais. Os dados foram coletados a partir do banco de dados da empresa, onde, verificou-se uma amostra de dois anos de quatro produtos específicos. Em sua aplicação, os métodos propostos buscam reduzir os erros atuais de previsão e selecionar um modelo que minimiza os custos e otimiza o serviço. A partir da revisão bibliográfica e dos resultados obtidos, recomenda-se que a empresa reveja o modelo de previsão de demanda, identificando oportunidades para estudos futuros.

Palavras chave: Previsão de demanda; Séries temporais; Erros de previsões.

ABSTRACT

The private sector of Brazilian health has become very competitive, especially with the entry of new health insurances in the market. In this context, production management techniques has been used to ensure the quality of the operation and avoid inventory losses, logistics and purchases. Thus, forecast demand has become essential in the management of organizations, serving as the basis for key strategic decisions. The accuracy of this estimate directly affects the company's results, since the company is based on this value to establish service and sale. This paper proposes a study of demand forecasting method performed in a private hospital in Caruaru - PE. The present study was conducted using the quantitative method of temporal models. The data were collected from the company's database, where a two-year sample of four specific products. In its application, the proposed methods seek to reduce the current forecast errors and select a model that minimizes costs and optimizes services. From the literature reviewed and results obtained, it is recommended that the company survey the demand forecasting model, identifying opportunities for future studies.

Keywords: Demand forecasting; Time series; Forecasts error.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Revisão de autores	22
Tabela 6.1 - Histórico de demanda por categoria	39
Tabela 6.2 - Valores previstos - Média móvel	41
Tabela 6.3 - Erros Média móvel	41
Tabela 6.4 - Valores previstos - Média móvel ponderada	42
Tabela 6.5 - Erros Média móvel ponderada	43
Tabela 6.6 - Valores previstos - Alisamento exponencial	44
Tabela 6.7 - Erros Alisamento exponencial	45
Tabela 6.8 - Valores previstos - Holt	46
Tabela 6.9 - Erros Holt	47
Tabela 6.10 - Valores previstos - Winter	48
Tabela 6.11 - Erros Winter	49
Tabela 6.12 - Erros de previsão geral	50

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 6.1 - Demanda x Previsão - Média móvel	42
Gráfico 6.2 - Demanda x Previsão - Média móvel	42
Gráfico 6.3 - Demanda x Previsão - Média móvel	42
Gráfico 6.4 - Demanda x Previsão - Média móvel	42
Gráfico 6.5 - Demanda x Previsão - Média móvel ponderada	44
Gráfico 6.6 - Demanda x Previsão - Média móvel ponderada	44
Gráfico 6.7 - Demanda x Previsão - Média móvel ponderada	44
Gráfico 6.8 - Demanda x Previsão - Média móvel ponderada	44
Gráfico 6.9 - Demanda x Previsão - Alisamento exponencial	46
Gráfico 6.10 - Demanda x Previsão - Alisamento exponencial	46
Gráfico 6.11 - Demanda x Previsão - Alisamento exponencial	46
Gráfico 6.12 - Demanda x Previsão - Alisamento exponencial	46
Gráfico 6.13 - Demanda x Previsão - Holt	48
Gráfico 6.14 - Demanda x Previsão - Holt	48
Gráfico 6.15 - Demanda x Previsão - Holt	48
Gráfico 6.16 - Demanda x Previsão - Holt	48
Gráfico 6.17 - Demanda x Previsão - Winter	50
Gráfico 6.18 - Demanda x Previsão - Winter	50
Gráfico 6.19 - Demanda x Previsão - Winter	50
Gráfico 6.20 - Demanda x Previsão - Winter	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	- Alisamento Exponencial
CLM	- Council of Logistics Management
HO	- Holt
HUC	- Hospital Unimed Caruaru
MAD	- Mean Absolute Deviation
MAPE	- Mean Absolute Percentual Erro
MAT/MED	- Materiais e Medicamentos
MM	- Média Móvel
MMP	- Média Móvel Ponderada
MSE	- Mean Square Erro
PCP	- Planejamento de Controle de Produção
SCM	- Supply Chain Management
TI	- Tecnologia da Informação
WI	- Winter

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	15
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivos geral</i>	15
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	16
2	JUSTIFICATIVA	17
3	REVISÃO DA LITERATURA	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO	22
4.1	A logística	22
4.2	A logística de abastecimento	24
4.3	Gestão logística em hospitais	25
4.4	Previsão de Demanda	27
<i>4.4.1</i>	<i>Planejamento da previsão</i>	27
<i>4.4.2</i>	<i>Modelos de previsão</i>	29
<i>4.4.2.1</i>	<i>Média Móvel</i>	29
<i>4.4.2.2</i>	<i>Média Móvel Ponderada</i>	30
<i>4.4.2.3</i>	<i>Alisamento Exponencial</i>	31
<i>4.4.2.4</i>	<i>Método Holt</i>	31
<i>4.4.2.5</i>	<i>Método Winter</i>	32
<i>4.4.3</i>	<i>Erros de Previsão</i>	34
4.5	Classificação ABC	35
5	METODOLOGIA	36
5.1	Tipo de pesquisa	36
<i>5.1.1</i>	<i>Quanto à abordagem do problema</i>	36
<i>5.1.2</i>	<i>Quanto aos objetivos</i>	36
<i>5.1.3</i>	<i>Quanto aos procedimentos</i>	37
6	ANALISE DOS RESULTADOS	38
6.1	Análise descritiva dos dados	38
<i>6.1.1</i>	<i>Média Móvel</i>	39
<i>6.1.2</i>	<i>Média Móvel Ponderada</i>	41
<i>6.1.3</i>	<i>Alisamento Exponencial</i>	43

6.1.4	<i>Método Holt</i>	45
6.1.5	<i>Método Winter</i>	47
6.2	Comparação dos Modelos de Series Temporais	49
6.2.1	<i>Comparação dos Modelos: Uma visão geral</i>	51
7	CONSIDERAÇÕES	52
8	CRONOGRAMA	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O *Council of Logistics Management* - CLM, no encontro internacional que foi promovido em Toronto/Canadá, em outubro de 1999, definiu logística como “a parte do processo da cadeia de suprimento que planeja, implementa e controla o eficiente e efetivo fluxo de estocagem de bens, serviços e informações relacionadas, do ponto de origem ao ponto de consumo, visando atender aos requisitos dos consumidores. ”

A logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável. (BALLOU, 1993).

A logística e a administração de materiais trabalham juntas, porém possui uma dinâmica diferente da outra. Enquanto a logística busca otimizar e coordenar o fluxo de materiais e de informações da cadeia logística, focando na eficiência, a administração de materiais, busca a otimização dos custos, aumentando a economia dos recursos em relação a logística, focando na eficácia.

A administração dos recursos materiais engloba a sequência de operações que tem seu início na identificação do fornecedor, segue na compra do bem, em seu recebimento, transporte interno e acondicionamento, em seu transporte durante o processo produtivo, em sua armazenagem como produto acabado e, finalmente, em sua distribuição ao consumidor final. Este tipo de sequência de procedimentos deve ser adotado em todos os tipos de organização, para a uma gestão eficaz. (MARTINS, 2000)

As organizações hospitalares possuem uma posição social e econômica importante na sociedade brasileira. Entretanto, Tucker (2004) afirma que a estrutura organizacional complexa, a natureza dos serviços prestados e a presente contenção dos custos financeiros contribuem para uma maior dificuldade, se comparado a outras organizações, no que tange ao gerenciamento hospitalar. A prestação de serviços hospitalares possui diferenças fundamentais com relação a outros tipos de atividades, principalmente no que diz respeito à

atividade-fim da organização – preservar e salvar a vida das pessoas. Segundo Neil (2004), materiais, logística, recursos humanos e administração financeira são os fatores críticos para o desenvolvimento de atividades de atenção à saúde e para a excelência operacional de uma organização hospitalar. Assim, os ganhos potenciais resultantes de se rever a administração da atividade logística em hospitais transformam o setor em uma área de importância vital para a vida dos usuários.

Nas organizações de saúde a logística de distribuição deve permitir a entrega dos materiais no momento e local apropriado. No entanto, geralmente o fluxo da distribuição não é bem determinado e nem sempre é possível antever com segurança todos os materiais necessários a algum procedimento médico.

Para Cavallini e Bisson (2002), antes que qualquer serviço de farmácia hospitalar possa melhorar a qualidade da assistência prestada ao paciente pela implantação de atividades clínicas medicamentosas, é importante adotar e assegurar um efetivo sistema de retirada de medicamento do estoque, bem como sua distribuição até a chegada ao paciente. Assim, para atingir seus objetivos, a farmácia hospitalar deve contar com um sistema logístico adequado, dispor de um sistema de controle de materiais e medicamentos e manipular, corretamente, os fatores de custos envolvidos.

Analisando o contexto hospitalar, deve-se ter as previsões mais acertadas possíveis. A previsão de demanda vem se tornando ponto fundamental para o desenvolvimento das organizações. Ela tem potencial para auxiliar nas principais tomadas de decisões, tanto em nível operacional como estratégico, por apresentarem uma visão mais clara do futuro (KOTLER, 2009). Na maioria dos mercados, a demanda da empresa não é estável e uma boa previsão torna-se fator chave para o sucesso. Desta maneira, quanto mais instável for a demanda de um determinado setor, maior será a importância de se possuir uma previsão de demanda de boa acurácia (WERNER, 2004). As previsões de demanda são elaboradas utilizando técnicas qualitativas e quantitativas ou, ainda, uma mistura de ambas (KOTLER, 2009).

No texto de Tavares (P. 33, 1999), podemos observar um pouco sobre o crescimento das organizações hospitalares no Brasil durante o século XX:

[...] o cidadão brasileiro – assim como os dos mais diferentes países – há décadas usa os serviços privados de assistência médica, hospitalar e laboratorial como alternativa ao atendimento público que não satisfaz às suas necessidades. Desde seu início, a saúde suplementar exibe uma enorme diversidade estrutural. As chamadas empresas de *medicina de grupo* foram mundialmente as pioneiras nesse mercado e começaram nos Estados Unidos, por volta de 1920. No Brasil, as primeiras empresas de medicina de grupo surgiram na década de 60 para atender, em princípio, aos trabalhadores do ABC paulista. As indústrias multinacionais que ali se instalavam, diante das deficiências da saúde pública, preocuparam-se em buscar outros meios para propiciar atendimento médico de qualidade a seus empregados. Estimularam médicos a formar empresas de medicina de grupo, com diferentes planos de saúde. O conceito evoluiu e prosperou em todo o país e, em 1997, planos de saúde feitos pelas empresas de medicina de grupo assistiam a cerca de 17 milhões de brasileiros.

Ainda complementa Tavares (P.35, 1999), que as cooperativas médicas, regidas e organizadas sob as leis do cooperativismo, prestam assistência aos beneficiários por meio de contratos coletivos, familiares e individuais. As cooperativas prescindem da figura do sócio majoritário ou controlador, de modo que os lucros de suas operações são divididos entre os cooperativados (médicos e outros profissionais da área de saúde), segundo suas contribuições ao esforço comum. Em 1997, cerca de dez milhões de brasileiros estavam filiados a esse sistema. Assim no grupo das cooperativistas, surgiu a Unimed Brasil:

Dentro desse contexto, na Confederação Nacional das Cooperativas Médicas – Unimed do Brasil foi fundada em 28 de novembro de 1975 para ser a representante institucional das cooperativas Unimed. A organização zela pelo uso da marca e pela reputação em âmbito nacional e leva pleitos e contribuições aos poderes públicos, órgãos reguladores e entidades do setor de saúde, propagando as melhores práticas na busca por gestões cada vez mais transparentes, éticas e legalistas. Atualmente, a Unimed é composta por 370 cooperativistas médicas em 84% do território nacional que cuidam de mais de 20 milhões de brasileiros, com mais de 110 mil médicos cooperados e 3.029 hospitais credenciados. (UNIMED BRASIL, 2017.)

Nessa perspectiva, um grupo de médicos da cidade de Caruaru-PE, decidiram fundar na região a Unimed Caruaru:

No ano de 1989, após conversas e discussões na Sociedade de Medicina de Caruaru, um grupo de 24 médicos inicia a Cooperativa tendo como principal objetivo enfrentar o mercantilismo das operadoras de saúde locais, visando oferecer melhores serviços à população. Mas somente em março de 2002 foi fundado o principal serviço próprio, o Hospital Unimed Caruaru, focando na humanização dos seus serviços. (UNIMED CARUARU, 2017.)

Portanto, para que esses serviços sejam sempre de melhor qualidade, o hospital tem investido na melhoria de suas instalações, procedimentos e profissionais, principalmente na sua gestão de materiais. Atualmente o HUC trabalha em sua logística com sistemas informatizados, mas, ainda não foi capaz de controlar de maneira eficiente e eficaz a sua previsão, onde em grande maioria ocorre pela incerteza de suas demandas quanto aos seus serviços e clientes.

Considerando esse histórico e todas essas etapas do processo logístico e seu desenvolvimento, desenvolve-se a seguinte pergunta: Como o planejamento e controle logístico pode contribuir para a eficiência do processo de previsão de demanda no seu Hospital?

1.1 Objetivos

Nesta seção é apresentado o objetivo geral deste trabalho, acompanhado de seus objetivos específicos.

1.1.1 Objetivo geral

Testar o modelo de series temporais e seus diferentes modelos de previsão de demanda, observando o que melhor se adequa ao planejamento da demanda do Hospital Unimed Caruaru.

1.1.2 Objetivos específicos

- Mapear os principais processos para o planejamento da demanda;
- Levantar dados que apoie as decisões na escolha do método adequado de previsão;
- Realizar as estimativas e testes de previsão que minimizem o erro.

2 JUSTIFICATIVA

Na logística hospitalar o processo de suprimento é de suma importância, pois traz impactos consideráveis e determinantes na qualidade e efetividade da prestação do serviço de saúde. Neste sentido, não se pode ocorrer erros, pois o erro pode significar a perda de um bem que não pode ser restaurado, a vida do paciente.

Na teoria, o estudo permitirá fazer um comparativo da literatura, sobre qual é a função da Administração de Materiais, que, “Tem o objetivo de conciliar os interesses entre as necessidades de suprimentos e a otimização dos recursos financeiros e operacionais das empresas”. (GONÇALVES, 2009). Portanto, a racionalização de recursos e a busca de otimização da eficiência da logística de abastecimento de um hospital é altamente relevante.

No entanto, essa otimização de recursos só pode acontecer com os processos logísticos alinhados dentro da organização. Por isso 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.

Sabendo disto, o estudo prático, possibilitara uma visão de melhoria atual dentro da seleção de um sistema de previsão de demanda consistente e eficaz, a fim de melhorar os fluxos e tomada de decisões ágeis, além de reduzir os custos logísticos, dentro do setor de suprimentos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Para se conceituar o que é previsão de demanda, é preciso inicialmente entender o conceito de demanda, que nada mais é do que a procura por determinado bem ou serviço.

Segundo Rosseto e et al (2011), a realização de previsões de demanda é a base para o planejamento de todas as organizações, uma vez que essas previsões possibilitam que as empresas antecipem os cenários futuros de mercado, e com isso se preparem para os mesmos.

Lemos (2006), fala que as organizações se confrontam continuamente com questões críticas para sua competitividade futura e crescimento organizacional, para tanto necessitam de orientações quanto aos diferentes direcionamentos sobre os futuros fatores e variáveis que influenciam seus planejamentos a curto, médio e longo prazo, aumentando sua vantagem competitiva diante dos concorrentes. A metodologia do seu trabalho, implicou em mostrar e direcionar a escolha de métodos de previsões mais apropriados para diferentes cenários. Para atingir esse objetivo foi preciso uma revisão bibliográfica atualizada sobre os fatores de direcionamentos de escolha de métodos de previsão, seja ele qualitativo ou quantitativo.

Segundo Bonotto e Fogliatto (2014), técnicas de gestão da produção estão sendo utilizadas para garantir melhor qualidade da operação e evitar perdas com estoque, logística e compras. Em sua pesquisa dos métodos quantitativos aplicado ao um setor de moda varejista, foram observados uma série de 33 meses usando um software computacional, onde identificaram no método utilizado pela empresa a oportunidade de aprimorar o ponto de partida do seu sistema de previsão. O modelo escolhido para realização das previsões foi o de Suavização Exponencial de Holt-Winters, pois descreve adequadamente as séries temporais da organização que apresentaram tendência linear e sazonalidade, simultaneamente. Após sua aplicação, o método proposto reduziu o erro de estimativa em 50,71% em relação a previsão atualmente utilizada, representando cerca de vinte milhões de reais.

Queiroz e Cavalheiro (2003), dizem que a previsão tem como função fornecer informações sobre a demanda futura dos produtos de maneira que a produção possa ser planejada com antecedência, permitindo que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, momento e qualidade adequada. Sua pesquisa em uma indústria de alimentos, propôs três etapas principais para adesão de um método, que foi: a análise dos dados de entrada, a verificação da significância da sazonalidade presente nos dados e a aplicação do

modelo matemático. Os dados de entrada coletados do método, foram de vendas passadas de um determinado produto ou família de produtos, coletados em períodos de tempo regulares. A verificação da sazonalidade, compreendeu a verificação da significância da sazonalidade frente ao erro e modelo matemático utilizado foi o método proposto sobre os dados da sazonalidade. Na aplicação dos dados históricos foram utilizados três métodos: o proposto, Winters e o de decomposição. Onde os dados gerados pelo método proposto forneceram estimativas de uma demanda futura, que apoiam os planos de produção (estoque, capacidade) na tarefa de informar o que, quando e quanto produzir. Além também de analisar o aspecto da significância da sazonalidade supostamente presente nos dados.

Mileski (2006), ao fazer sua aplicação em uma empresa do setor de perfume e cosméticos, disse, que a previsão da demanda é um dos principais fatores que contribui diretamente para uma melhor eficiência dentro da cadeia produtiva das empresas que operam com foco no conceito de produção para estoque e é fundamental para o planejamento da produção, e por extensão, para o início do processo de suprimento. A sua pesquisa analisou métodos de previsão, baseados em séries temporais para produtos com comportamento sazonal. Foram considerados três métodos: suavização exponencial, Box-Jenkins (ARIMA) e as redes neurais artificiais. Os principais resultados obtidos indicam que o método de suavização exponencial atualmente utilizado pela empresa é adequado. Entretanto, os outros métodos de previsão analisados seriam igualmente aplicáveis. Alguns deles apresentaram melhores resultados (previsões mais exatas, erros menores), como é o caso dos métodos de previsão de rede neural artificial (que obteve os melhores resultados).

Para as previsões ainda realizadas no setor de perfume e cosméticos com os métodos considerados foi verificada a eficiência de cada método definida pelo erro absoluto médio percentual (EAMP) e o sinal de rastreabilidade (TS). A busca pelo método mais adequado, teve o objetivo de minimizar tais efeitos que os erros de previsões têm gerado na empresa. Desta forma, quanto maior a acuracidade da previsão da demanda menor serão os impactos no nível de atendimento e custos na cadeia de suprimento.

Os métodos utilizados no setor de perfumes e cosméticos, tanto os tradicionais como o de inteligência artificial, tiveram um bom desempenho em termos de previsão, pois os resultados, na sua maioria, ficaram muito próximos e a avaliação do desempenho, devido às sobreposições das medidas, levam a afirmar que não há diferença significativa entre estas medidas.

Furtado (2013), ao estudar uma companhia siderúrgica com a proposta de se abaixar os níveis de estoque fora da usina através da utilização de um modelo consistente, diminuindo, assim, a evasão de ativos. Além disso, concluiu que com essa antecipação de dados futuros, seria possível um melhor dimensionamento dos recursos produtivos responsáveis por atender esse mercado. Em sua aplicação ele identificou que os modelos que melhor se ajustaram a esses dados, foram os sazonais de Winters: Multiplicativo e Aditivo.

Segundo Novaes et al (2008), em sua utilização dos métodos de suavização exponencial e média móvel para previsões de demanda na área da saúde, buscando solucionar o suprimento de vacinas de um setor privado de saúde, acabou constatando que os Métodos de Suavização Exponencial e de Média Móvel Aritmética observados na sua pesquisa, necessitavam de investigação específica para a série temporal de vacina, pois dependiam do erro obtido entre os valores de demanda bruta e a demanda prevista, para o mesmo instante de tempo. Além disso as séries geradas com este método apresentaram defasamento de uma amostra, assim como esperado, devido ao procedimento de estimativa. A aplicação do Método de Suavização Exponencial às séries temporais de demanda de produtos imunobiológicos forneceu valores de seus coeficientes entre 0,09 e 0,32, próximos aos coeficientes utilizados na área industrial pesquisadas. Já o emprego do Método da Média Móvel Aritmética, foi observado que os valores das séries previstas com os menores erros de previsão são aqueles onde (n) se aproximava de 3.

Sendo assim, os dois métodos de previsão abordados nesta pesquisa mostraram, portanto, aplicabilidade nas séries de vacinas observadas. Contudo, tem uma maior facilidade de elaboração da previsão através do Método da Média Móvel Aritmética que, embora responda de forma mais lenta às mudanças das séries, mostra-se um processo de implementação mais simples, e dispensa a necessidade de grandes conhecimentos matemáticos.

Balbinot et al (2017), em sua aplicação dos modelos de séries temporais aplicados a previsão de radiação solar, explica que os modelos para séries temporais podem ser classificados em modelos paramétricos, onde, o número de parâmetros é finito e em modelos não-paramétricos, os quais envolvem um número infinito de parâmetros. No entanto os modelos adotados foram o ARIMA de Box e Jenkins. E em sua conclusão, foi investigado a possibilidade de utilizar os modelos Box e Jenkins para descrever o comportamento da série média dos valores de radiação global horizontal média diária mensal (MJ/m^2) na superfície terrestre.

Machado (2006), em sua pesquisa de um setor rodoviário de transportes de minério, citou que com o uso de técnicas de previsão e uma análise crítica da demanda seja possível corrigir distorções entre a demanda real e a solicitada. Em sua análise geral de todas as séries temporais, ele constatou que os métodos de suavização exponencial (Holt-Winters) e Box Jenkins (ARIMA), e seus resultados obtidos na aplicação prática, podem ser considerados satisfatórios, pois apresentaram ganhos em relação ao que já é feito até o momento na empresa. Diante disso, as diversas decisões tomadas no dia-a-dia das organizações envolvem informações importantes, que precisam ser tratadas e analisadas de uma maneira mais eficiente e eficazes, garantindo a maior fatia do seu mercado.

Tabela 3.1: Revisão de autores

Autor, ano.	Modelo de Previsão	Setor da Economia
Balbinot e et al, 2017;	.Box Jenkins (ARIMA);	Radiação Solar;
Bonotto e Fogliatto, 2014;	.Suavização Exponencial de Holt-Winters;	Moda varejista;
Furtado, 2013;	.Suavização Exponencial / Média Móvel Aritmética;	Saúde;
Machado, 2006;	. Holt / Winter / Box Jenkins (ARIMA);	Transporte;
Mileski, 2006;	. Suavização Exponencial / Box Jenkins (ARIMA) / Redes Neurais;	Perfumaria;
Queiroz e Cavalheiro, 2003;	. Proposto / Winter / Decomposição;	Indústria Alimentícia;

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentada a contextualização teórica a respeito da logística, seu abastecimento, gestão logísticas hospitalar e previsões aplicadas na gestão de suprimentos.

4.1 A logística

O termo logística segundo Chiavenato (2009), vem do grego (logos = discurso, razão, racionalidade), e mais especificamente, da palavra grega logistiki (= contabilidade e organização financeira).

Reis (2004), explica melhor o surgimento da logista em suas palavras:

[...] a partir das relações humanas, quando no século XVII, a palavra *logistique* é derivada de uma patente do exército francês, da qual era designada a exercer atividades relativas ao deslocamento, alojamento e acampamento das tropas em operação. Em virtude dessa razão, a palavra passou a significar “a arte prática de movimentar exércitos”. A difusão da palavra logística se deu durante a Segunda Guerra Mundial, onde as ações militares demandavam uma melhor provisão e administração dos materiais bélicos, dos suprimentos pessoais, das instalações temporárias, inclusive para a garantia da obtenção de prestação de serviços de apoio. Dessa forma, os exércitos que administravam sistematicamente estas ações, garantiam vantagem competitiva em relação aos seus oponentes, e como consequência, conquistavam novos territórios.

Moura (2006) ressalta que a evolução desta área administrativa se deu a partir de 1901, quando um homem chamado John Crowell escreveu o artigo acadêmico chamado *Report of the Industrial Commission on the Distribution of Farm Products* (Relatório da Comissão Industrial para Distribuição de Produtos Agrícolas) que tratava dos problemas de custo da

distribuição dos produtos primários nos Estados Unidos da América, devido à distância das áreas de cultivo em relação aos centros consumidores. Entre as décadas de 50 e 60, muitas empresas passaram a dar maior importância à satisfação dos consumidores que estavam se tornando mais conscientes sobre o que era o mercado, buscando assim entregar seus produtos com a qualidade exigida, com preço competitivo e em um tempo ágil.

Nesta mesma época, passaram a ser estudados as análises de custo total dos processos logísticos, dando margem à diversificação dos canais de distribuição. Seguindo, nos anos 1980, o mundo estava se abrindo para o mercado internacional e a competitividade entre as empresas, que começam a diferenciar uma empresa da outra na sua logística. Pensando nisso, Costa (2010), fala que a logística empresarial se fragmentou em três grandes áreas: administração de materiais, movimentação de materiais e distribuição física.

A administração de materiais abrange todo o processo e sequência de operações da cadeia de suprimento, desde a seleção e contratação do fornecedor até a sua armazenagem e distribuição. Ballou (1993, p. 225), afirma que:

Deve-se disponibilizar os materiais, no lugar certo, no tempo certo e nas condições e quantidades desejadas pelo cliente, podendo agregar assim facilidades para os setores que estão interligados, e garantir a disponibilidade do produto.

A distribuição física é a área da logística empresarial que “trata da movimentação, estocagem e processamento de pedidos. É considerada a área mais importante porque absorve cerca de dois terços dos custos logísticos” (BALLOU, 1993, p. 226).

Diante da necessidade de uma cadeia de suprimentos mais eficiente, foi criada o supply chain management (SCM), que segundo Chopra e Meindl (2003, p. 15):

A cadeia de suprimentos abrange todos os estágios, diretos ou indiretos, do processo para atender um cliente. A cadeia de suprimentos não se restringe apenas a fabricantes e fornecedores, mas também alcança as transportadoras, os depósitos, os varejistas e os próprios clientes.

Com a SCM, surgiram algumas tecnologias gerenciais de informações para ajudar, e a respeito dessas tecnologias usadas Bowersox (2010, p. 52), afirma:

Todo este processo de controle feito pela cadeia de abastecimento tem como facilitador, a tecnologia da informação (TI). A TI é para os executivos de logística uma ferramenta de melhoria da produtividade e da competitividade, pois historicamente a comunicação era a parte falha dessa área empresarial. Ainda segundo o autor (2010), a logística integrada e o Supply Chain se beneficiam de cinco tecnologias específicas, a saber: o intercâmbio eletrônico de dados (EDI), computadores pessoais, inteligência artificial e sistemas especialistas, comunicações e código de barras e leitura óptica.

Portanto, o processo de gerenciamento e controle logístico obteve ao longo dos anos o seu crescimento, seja conceitual ou tecnológico, para o melhoramento e gerenciamento do seu desempenho dentro das organizações e de sua cadeia de suprimentos.

4.2 A logística de abastecimento

Segundo Bertaglia (2009), a logística se divide em três áreas que se subdividem em diversas entre si, essas áreas são:

1. Suprimentos: (Abastecimento, Gestão de estoques, Compras, Armazenamento);
2. Produção: (PCP);
3. Distribuição: (Transporte);

Neste caso iremos observar com mais ênfase a logística de suprimentos, e respectivamente as suas subdivisões.

A Logística de abastecimento de materiais tem por objetivo a entrega do material certo, no momento certo, na quantidade e com a qualidades especificadas, evitando, dessa forma, interrupções no processo produtivo. (CHIAVENATO, 2009)

De acordo com Dias (2010), o processo da logística de abastecimento é responsável pela compra de materiais necessários para a produção, manutenção ou à prestação de serviços. Esse abastecimento e reposição tem ligação direta com o setor de compras, que em seu processo considera aspectos diversos como maior relacionamento com fornecedores, negociação de preços e prazos de entregas, e planejamento de compras programadas visando à redução de custos.

Segundo Ballou (1993), a eficiência financeira do processo de compras depende diretamente das atividades de estoque, pois as compras programadas e a determinação de lotes são influenciadas pelas informações de demanda e estoques de segurança, originados no setor de estoques.

Monteiro (2003), explica que é necessário para as organizações de saúde ter em seus estoques os medicamentos/materiais sempre que possível, para que seu fluxo não seja interrompido, o que pode trazer perdas tanto econômicas como até de vidas, podendo causar impactos negativos sobre a organização de saúde.

Essas organizações precisam ter uma estrutura ampla e bem organizada, desde de seu espaço físico até suas tecnologias utilizadas. A administração de materiais hospitalares compreende a totalidade desses fluxos de materiais, estando as atividades de programação, compras, recepção, armazenamento no almoxarifado, movimentação e transporte interno.

Dessa forma, a administração de materiais hospitalares consiste em ter os materiais necessários, na quantidade certa, no local certo e no tempo certo à disposição dos órgãos que compõem o processo produtivo da empresa, fatores que devem ser observados de forma que a organização não tenha sua eficiência operacional prejudicada.

4.3 Gestão logística em hospitais

A gestão logística dentro das organizações para Chiavenato (2009) é caracterizada por prover os recursos, equipamentos e informações necessárias para a execução de todas as atividades ligadas dentro da organização, o que em muitas vezes acabam se tornando complexas. Essa complexidade é maior ainda, dentro das organizações que atuam no setor da saúde.

Observando isto, a logística atua em parceria com o setor de recursos humanos e administração financeira, sempre observando os fatores críticos para o desenvolvimento de atividades de atenção à saúde e para a excelência operacional da organização hospitalar. Entretanto, falta uma discussão mais abrangente sobre processo logístico, abastecimento e cadeia de suprimentos que está notadamente ausente da literatura nacional. (INFANTE & SANTOS,2007).

Na logística hospitalar uma das etapas de maior importância é o ciclo de compras. Diante disso é preciso considerar que:

O planejamento, a execução, o monitoramento e as ações corretivas passam a ter atenção especial quando se discute a elaboração de estratégias de compras, especialmente no que tange os medicamentos (FREITAS; MEDEIROS; MELO,2008).

Para Neto & Filho (1998), pode-se observar que os medicamentos possuem um grande impacto na gestão logística, pois são materiais de alta importância para o processo de atenção e cuidados básicos ao paciente, além de serem determinantes para os gastos de uma unidade de saúde. Essa tarefa, necessita de um grande esforço dos seus gestores, pois do gerenciamento de medicamentos nasce a necessidade de conciliar diversos interesses, dentre eles o do usuário, que deseja o produto correto no tempo adequado, da área econômico-financeira da organização, que deseja o produto ao menor custo possível e maiores prazos para pagamento, e dos fornecedores, que desejam vender a maior quantidade de material possível ao maior preço.

Com o crescimento do número de produtos e com diferentes padrões de demanda e características específicas para os medicamentos, a complexidade na administração destes aumenta devido à necessidade de um controle diferenciado (SANTOS & RODRIGUES, 2006).

Por isso, é necessário utilizar métodos e técnicas que possibilitem o gerenciamento de materiais, como o que, quanto e quando se deve comprar, a aquisição e a alienação, bem como os responsáveis pelo recebimento de materiais, seu armazenamento e distribuição (NETO & FILHO, 1998).

Segundo Ballou (1993), os objetivos de uma unidade hospitalar sobre o seu controle logístico deve visar:

[...] a) a continuidade da oferta dos serviços de saúde; b) baixos custos de aquisição, de realização do pedido e de manutenção dos estoques; c) alta rotatividade dos estoques; d) qualidade no atendimento; e) qualidade dos materiais; f) bom relacionamento com os fornecedores; g) controles cadastrais e conhecimento do mercado e dos fornecedores; h) obter o máximo retorno; i) centralizar controles mesmo com descentralização de atividades; j) padronizar o uso de materiais.

Assim, nota-se a necessidade de se buscar um sistema com o qual se possa adquirir maiores conhecimentos sobre o comportamento dinâmico dos processos de gerenciamento e abastecimento de estoque e da sua interação com as tecnologias da informação e comunicação aplicadas diariamente na organização hospitalar.

4.4 Previsão de demanda

Segundo Ballou (1993), a previsão dos níveis de demanda é de suma importância para toda a empresa, à medida que proporciona a entrada básica 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.

4.4.1 Planejamento da previsão

Os métodos de planejamento de previsão podem ser divididos em qualitativos e quantitativos, além de uma combinação de ambos. Para o método qualitativo são usadas análise de cenários, opiniões, julgamentos pessoais, composição de forças de vendas e pesquisas de mercado e etc. De acordo com Kotler (2009), os modelos qualitativos geralmente

são indicados para situações nas quais não existem dados históricos como base para as previsões.

A utilização de uma análise subjetiva para a realização de previsões é um dos métodos mais utilizados nos dias de hoje. Para Kotler (2009), esses modelos são baseados nos resultados de entrevistas realizadas com especialistas ou com pessoas que, de certa forma, são importantes dentro do processo (clientes, fornecedores, etc.) e tem uma utilização maior em previsões de médio e longo prazo, ou em ocasiões que não se tem uma série histórica apurada o suficiente para a aplicação dos métodos quantitativos.

Assim, por ter um caráter subjetivo, os métodos qualitativos, quando aplicados de maneira equivocada, acabam gerando tendências que podem influenciar os resultados erroneamente, comprometendo assim eficácia de sua previsão.

É possível observar alguns métodos qualitativos que se destacam, como Delphi, o Role Playing e a Pesquisa de Intenção. Estes métodos não serão objetos para estudo deste trabalho, visto que o foco da pesquisa tem relação com a seleção de um modelo quantitativo, onde será possível processar os dados históricos da empresa com o intuito de se chegar à informação de um método ótimo.

Existem diversos modelos que se pode utilizar para realizar a previsão de demanda pelos métodos quantitativos. A opção de um determinado modelo se dá em função do comportamento da série temporal estudada. Segundo Corrar et al (2013), uma série temporal pode possuir até quatro características conhecidas: irregulares, tendência, sazonalidade e ciclo. Quaisquer variações não explicadas por essas características devem ser consideradas aleatórias e, geralmente, originam-se do ambiente externo (economia, promoções, política, etc.). Portanto, e nessa hora que o uso de métodos qualitativos é aplicado em conjunto com os métodos objetivos. Assim, consegue-se retirar da série temporal em análise os fatores aleatórios de origem conhecida. Explicando cada característica, tem-se:

- *Irregulares*: referem-se aos deslocamentos esporádicos das series temporais. Decorrem, normalmente, de causas naturais ou sociais provocadas por eventos imprevisíveis.
- *Sazonalidade*: ocorre quando existem padrões cíclicos de variação que se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo.

- *Ciclo*: ocorre quando a série apresenta variações ascendentes e descendentes não regulares no tempo.
- *Tendência*: Existe quando a série, de uma maneira geral, apresenta uma tendência ascendente ou descendente quando analisado um longo período de tempo.

4.4.2 Modelos de previsão

Nesta seção serão apresentados os modelos de previsão de demanda que serão utilizados.

4.4.2.1 Média Móvel

O modelo da Média Móvel é um modelo muito utilizado nas organizações em geral, por ser extremamente simples e necessitar de poucos dados históricos. Ele é mais indicado para previsões de curto prazo onde os componentes da tendência e sazonalidade são inexistentes ou possam ser desprezadas (CORRAR et al, 2013).

A sua formula matemática, serve para estimar o valor predito para o período $t + 1$ (\hat{Y}_{t+1}), onde, é a média de k observada em valores anteriores para o cálculo da nova média móvel:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t+1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (1)$$

O número de observações em cada cálculo da média permanece constante e é estipulado de maneira a tentar eliminar de melhor forma possível os componentes de tendência e sazonalidade da série estudada.

Uma das desvantagens desse modelo está relacionada à falta de acurácia ao lidar com séries históricas que apresentam tendência ou sazonalidade já que, nesse método, a previsão

para o próximo período envolve sempre a inclusão de novos dados e a desconsideração dos anteriores.

4.4.2.2 Média Móvel Ponderada

Uma alternativa para amenizar o erro da média móvel, é a utilização da média ponderada. Pois ela tenta construir um padrão mais próximo à realidade. É uma simples variação do método de médias móveis que permite atribuir pesos (W_1) diferentes aos diversos dados originários da série.

A formulação da média móvel ponderada é dada pela seguinte função:

$$\hat{Y}_{t+1} = W_1 Y_t + W_2 \cdot Y_{t-1} + W_k \cdot Y_{t-k+1} \quad (2)$$

onde: $0 \leq W_i \leq 1$; e

$$\sum_{i=1}^k W_i = 1 \quad (3)$$

Para Corrar et al (2013), por oferecer maior flexibilidade do que a média móvel simples, a média móvel ponderada exige adicionalmente, para seu cálculo, a determinação dos valores para os pesos W_i .

A princípio, pode-se determinar aleatoriamente pesos (W_1, W_2, W_3), encontrando um MSE específico. Contudo, para uma solução que objetive a determinação dos valores de W_1 que minimize o MSE a partir de um valor k , deve-se usar a ferramenta Solver do Excel.

A desvantagem na utilização da média móvel ponderada é a necessidade de conhecimento para determinar os pesos a serem utilizados.

4.4.2.3 Alisamento exponencial

Consiste em uma atribuição de um peso para cada valor da série temporal, de forma que os valores mais recentes recebem ponderações maiores e os pesos decaem exponencialmente em direção ao passado. O alisamento exponencial permite, também, obter previsões de um período à frente, desde que o efeito da tendência seja leve ou inexistente.

A formula de regularização é demonstrada pela função:

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t) \quad (4)$$

onde: \hat{Y}_{t+1} = o novo valor regularizado

\hat{Y}_t = valor regularizado anterior

Y_t = novo ponto dado

α = fator de regularização ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Como observamos, o valor regularizado (\hat{Y}_{t+1}) é igual ao valor anterior mais uma porcentagem alfa (α) da diferença entre o valor anterior e o seguinte. Em outras palavras, o efeito do fator de regularização é somar à (ou subtrair da) última média uma porcentagem da diferença entre esta e o próximo dado individual, para obter nova média.

A constante de regularização α definira o grau ou tamanho da regularização. Para valores pequenos de α , obtemos previsões que não reagem rapidamente, em face de uma mudança nos dados. Isto é, as previsões são “indolentes”, pouco reativas. Para valores de α mais próximos de 1, as previsões reagem mais rapidamente a mudanças de dados, de forma que a curva dos dados previstos aproxima-se mais daquela dos dados reais.

A desvantagem na utilização do alisamento exponencial e a não observação de tendência linear e influência sazonal.

4.4.2.4 Modelo de Holt

Esse método também pode ser utilizado para analisar uma determinada série que apresenta uma tendência linear de crescimento ou decrescimento. O modelo de Holt pode ser usado de maneira satisfatória oferecendo refinamentos adicionais a modelagem, à medida que introduz uma constante de alisamento que afeta a tendência da série.

As funções para a previsão, através do método de Holt, são dadas pelas equações a seguir:

$$Y_{t+k} = E_t + kT_t \quad (5)$$

$$E_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

$$T_t = \beta(E_t + E_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (7)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$$

onde: Y_t = valor observado em uma série temporal;

Y_{t+k} = valor estimado para o período k, a partir de um valor observado Y_t ;

E_t = valor do nível observado excluído da tendência;

T_t = valor da tendência no nível observado;

α e β = parâmetros de suavização.

A equação (5) fornece o valor da estimativa no momento t+k; a equação (6) serve para efetuar o alisamento; a equação (7) permite captar a tendência.

A constante de regularização α definirá o grau ou tamanho da regularização, está estabelecida pelo alisamento exponencial. Para valor da tendência temos o beta β , que acompanha com propriedade a linha traçada pelos dados originais, porque considera o efeito de tendência da série analisada. Será utilizada um valor aleatório para definir beta, e utilizar o solver para conseguir o melhor valor para essa serie.

4.4.2.5 Modelo de Winters

O modelo de Winter é muito utilizado em uma série temporal que apresenta, além da tendência, um componente de sazonalidade. Uma série com esse componente é caracterizada pela ocorrência de padrões cíclicos de variação, que se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo.

As equações de alisamento para o modelo são demonstradas a seguir:

$$Y_{t+k} = (E_t + kT_t)S_{t+k-p} \quad (8)$$

$$E_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-p}} + (1 - \alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (9)$$

$$T_t = \beta(E_t + E_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (10)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{E_t} + (1 - \gamma)S_{t-p} \quad (11)$$

onde: P = número de estações (dados trimestrais $p = 3$); dados mensais $p = 12$);

Y_{t+k} = projeção para o período k ;

$E_t + kT_t$ = nível da base esperado no período $t+k$;

$S_t + k - p$ = estimativa mais recente da sazonalidade associada a este período de tempo;

α e β e γ = parâmetros de suavização sendo $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \gamma \leq 1$.

A equação (8) representa a função de previsão. Para seu cálculo, são necessárias as variáveis presentes nas outras equações.

A equação (9) representa o valor esperado do período t , ponderado pela constante de suavização (alfa), mais o valor de tendência (T) do período anterior, de dois valores: $E_t - 1 + T_t - 1$ (que representa o nível de base esperado da série temporal no período t , antes de considerar o valor real do período t); e $Y_t/S_t - p$, que representa a estimativa dessazonalizada do nível base da série temporal no período t , depois de considerar o valor real no período t .

A equação (11) representa a estimativa da tendência (T), no período t ;

A equação (12) propicia o cálculo de índice sazonal S , para cada período (t), informando a sazonalidade observada.

4.4.3 Erros de previsão

Erro de previsão é a relação entre o valor da previsão e o nível real da demanda estimada. Sobre isso, Ballou (1993) fala “na medida em que o futuro não é espelhado perfeitamente pelo passado, a previsão da demanda futura conterà erros em algum nível”. Como esses erros podem retornar valores positivos ou negativos, existe a possibilidade deles se anularem, zerando o somatório. Assim, com o intuito de evitar esse problema, diferentes maneiras de se calcular o somatório dos erros foram desenvolvidas e podem ser utilizadas para a comparação do desempenho de modelos distintos. Os critérios mais utilizados são:

- . Erro médio quadrado (Mean Square Error – MSE)
- . Desvio padrão absoluto médio (Mean Absolute Deviation – MAD)
- . Erro absoluto médio percentual (Mean Absolute Percentual Error – MAPE)

. Erro médio quadrado (MSE):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (12)$$

. Desvio padrão absoluto médio (MAD):

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (13)$$

. Erro absoluto médio percentual (Mean Absolute Percentual Error – MAPE):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{z_t} \times 100 \right| \quad (14)$$

Assim, usando um dos critérios de cálculo, o modelo adequado será aquele que tiver o menor erro associado a sua previsão.

4.5 Classificação ABC

Para Chiavenato (2009), a classificação ABC ou curva de Pareto é um modelo utilizado no controle dos materiais. Parte do princípio de que a maior parte do investimento em materiais está concentrada em um pequeno número de itens. Em outras palavras, uma pequena porcentagem dos produtos representa a maior parte dos investimentos. Essa classificação divide os estoques em três classes, de acordo com a sua quantidade ou seu valor monetário:

Classe A: envolve poucos itens (de 15% a 20% do total), mas que são responsáveis pela maior parte (80%) do valor do estoque. São os itens menos numerosos, mas mais importantes e que merecem atenção individual pelo seu enorme valor monetário.

Classe B: envolve grande quantidade dos itens (35 a 40% do total), mas que representam aproximadamente 15% do valor dos estoques. São os itens intermediários e que tem relativa importância no valor global dos estoques.

Classe C: envolve enorme quantidade de itens (40 a 50% do total), mas que representam um valor irrisório (5 a 10%) do valor dos estoques. São os itens mais numerosos, mas menos importantes, pois respondem com pouca importância do valor global dos estoques.

Com a classificação ABC, torna-se óbvio que a atenção maior da empresa deve se concentrar nos itens de classe A, cujo valor monetário é enorme chegando a aproximadamente 80% do valor total, merecendo um tratamento especial. Os itens B costumam ser tratados por procedimento semiautomático, enquanto os itens C podem ser tratados por procedimento automático que não exija muito tempo de decisão, pois o seu valor monetário é relativamente pequeno

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesta seção serão abordados os procedimentos metodológicos utilizados para construção e realização da pesquisa.

5.1 Tipos de pesquisa

O tipo de pesquisa será classificado a seguir quanto à abordagem do problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos deste trabalho.

5.1.1 Quanto à abordagem do problema

O estudo tem natureza quantitativa uma vez que pretende medir as variáveis dos modelos teóricos de series temporais, através de um instrumento que possibilita a análise dos dados por procedimentos estatísticos (DIAS, 2015). Tal pesquisa representa em linhas gerais, uma forma de garantir a precisão dos resultados analisados. (CASTILHO; BORGES; PEREIRA, 2014). A utilização da abordagem quantitativa para a análise dos dados tem o intuito de explicitar e comparar os métodos de previsão de demanda, e também medindo sua acurácia.

5.1.2 Quanto aos objetivos

O objetivo da pesquisa será exploratório, uma vez que permite investigar relações e estruturas comportamentais do conjunto de observações coletadas, ou seja, das duas categorias de produtos em análise, possibilitando a pesquisa e aplicação de um modelo de

series temporais que projete possíveis valores futuros, previsões, com determinado nível de confiança.

5.1.3 Quanto aos procedimentos

Referente aos procedimentos da pesquisa ela será feita por coleta de dados secundários. A coletada será feita através do sistema de informações da empresa e, então, a análise dessa massa de dados para a posterior criação da série histórica na qual os modelos irão se basear.

Com a série histórica definida, será feita a aplicação da mesma em relação ao tempo com a finalidade de se coletar indícios que possam nos fornecer pistas a respeito de qual seria o melhor modelo quantitativo a ser utilizado. Logo, serão aplicados os modelos que forem julgados importantes para a investigação e, então, será feita uma análise comparativa entre eles através de seus parâmetros, erros e resultados com a finalidade de se definir o que possui maior capacidade de previsão e explicação da demanda.

A utilização da abordagem quantitativa para a análise dos dados tem o intuito de explicitar os métodos de series temporais e compará-los acerca da sua aplicação na previsão de demanda, medindo sua acurácia.

6 ANALISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão abordados os objetivos específicos do trabalho: a explicitação dos modelos de previsão de demanda, a comparação dos modelos, os seus resultados obtidos por meio do *Excel* no *Solver*, e, por fim, a análise para apoiar a decisão de escolha do melhor método para prever a demanda.

6.1 Análise descritiva dos dados

Os recursos de tecnologia da informação disponibilizados pela instituição estudada facilitaram a obtenção dos dados secundários relacionados às séries históricas de demandas dos Mat/Med (Tabela 6.1) selecionados. Esta ocorrência é pouco frequente na área da saúde, onde o conhecimento insuficiente da administração dos produtos abrigados nos estoques se traduz em discrepâncias expressivas no gerenciamento dos aspectos quantitativos dos mesmos, o que cria vieses significativos ao utilizar-se somente o conhecimento tácito (NOVAES E ET AL, 2008).

Através da coletada de dados feita através do sistema de informações (MV) da empresa, obteve-se o relatório mensal de consumo por produto, fazendo assim, a análise dessa massa de dados para a posterior criação da série histórica na qual os modelos foram baseados. Foram utilizados os registros de saída de quatro produtos diferentes, escolhidos após uma análise na curva ABC, onde, faziam parte de itens mais consumidos e importantes para a organização. O produto **A** (Água Destilada - 1000ml) e **B** (Dipirona 500mg/ml – 2ml), fazem parte da classe de medicamentos. Já os produtos **C** (Cateter Intravenoso 20G) e **D** (Avental Manga Curta – Pacote c/ 25 unidades), fazem parte da classe de materiais hospitalares. Os registros adquiridos são mensais e referentes aos anos de 2016/2018, sendo utilizados como série histórica, dois anos de dados.

Tabela 6.1: Histórico de demanda por categoria

	Medicamentos		Materiais	
	A	B	C	D
Período	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda

nov/16	496	3120	1800	70
dez/16	650	3420	1600	90
jan/17	820	2580	1600	30
fev/17	774	3000	1800	110
mar/17	506	6100	2600	80
abr/17	790	4320	2200	40
mai/17	680	5880	2200	60
jun/17	660	4440	2000	50
jul/17	1400	4404	2600	60
ago/17	560	3851	1800	30
set/17	620	4440	2000	40
out/17	450	5520	2300	60
nov/17	640	3996	2400	60
dez/17	720	5880	1954	60
jan/18	390	3120	2400	45
fev/18	450	4061	1800	40
mar/18	530	4320	2000	60
abr/18	640	5760	3000	50
mai/18	360	5040	2400	75
jun/18	505	3600	2200	50
jul/18	541	4920	2400	70
ago/18	364	4840	1800	45
set/18	260	4080	2000	40
out/18	420	4920	2200	68

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Para mensurar a relação entre o valor da previsão e o nível real da demanda estimada, foi visto através da literatura maneiras de se calcular o somatório dos erros que podem ser utilizadas para a comparação do desempenho de modelos distintos. Nesse estudo, foram utilizados o MSE, MAD e MAPE.

6.1.1 Média Móvel

Para o cálculo aplicado da previsão de demanda a partir da média móvel, ficou definido três períodos de tempo (t), de modo a obter o menor erro possível, conforme tabela 2.

Tabela 6.2: Valores previstos - Média Móvel

Período	Medicamentos				Materiais			
	A		B		C		D	
	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão
nov/16	496		3120		1800		70	
dez/16	650		3420		1600		90	
jan/17	820		2580		1600		30	
fev/17	774	655,33	3000	3040	1800	1666,67	110	63,33
mar/17	506	748	6100	3000	2600	1666,67	80	76,67
abr/17	790	700	4320	3893,33	2200	2000	40	73,33
mai/17	680	690	5880	4473,33	2200	2200	60	76,67
jun/17	660	658,67	4440	5433,33	2000	2333,33	50	60
jul/17	1400	710	4404	4880	2600	2133,33	60	50
ago/17	560	913,33	3851	4908	1800	2266,67	30	56,67
set/17	620	873,33	4440	4231,67	2000	2133,33	40	46,67
out/17	450	860	5520	4231,67	2300	2133,33	60	43,33
nov/17	640	543,33	3996	4603,67	2400	2033,33	60	43,33
dez/17	720	570	5880	4652	1954	2233,33	60	53,33
jan/18	390	603,33	3120	5132	2400	2218	45	60
fev/18	450	583,33	4061	4332	1800	2251,33	40	55
mar/18	530	520	4320	4353,67	2000	2051,33	60	48,33
abr/18	640	456,67	5760	3833,67	3000	2066,67	50	48,33
mai/18	360	540	5040	4713,67	2400	2266,67	75	50
jun/18	505	510	3600	5040	2200	2466,67	50	61,67
jul/18	541	501,67	4920	4800	2400	2533,33	70	58,33
ago/18	364	468,67	4840	4520	1800	2333,33	45	65
set/18	260	470	4080	4453,33	2000	2133,33	40	55
out/18	420	388,33	4920	4613,33	2200	2066,67	68	51,67
nov/18		348		4613,33		2000		51

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

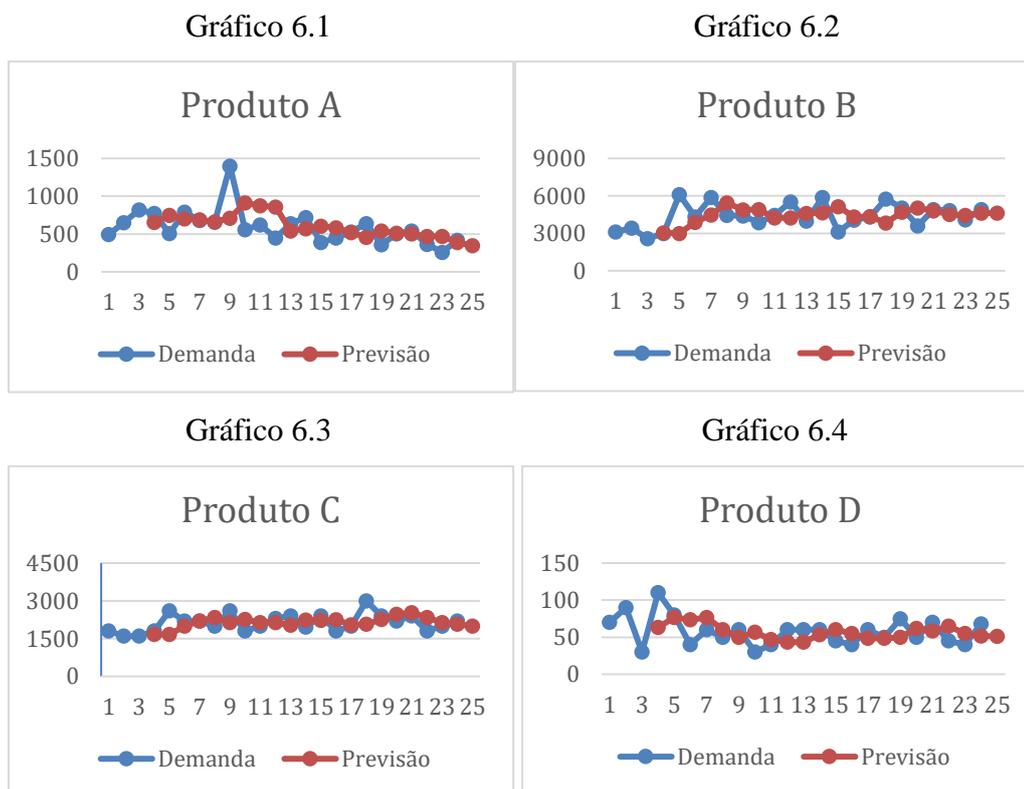
Após análise dos resultados, obteve-se os erros de previsão para esse modelo, conforme a tabela 3 abaixo:

Tabela 6.3: Erros Média Móvel

	MSE	MAD	MAPE
A	53949,72	167,9	30,8
B	1335577,82	855,3	18,43
C	155753,4	306,22	13,73
D	357,68	16,02	30,45

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Observando os gráficos (demanda x previsão) dos produtos é possível notar uma melhoria e uma realidade diferente dos resultados obtidos:



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

6.1.2 Média Móvel Ponderada

Para este cálculo, que é uma simples variação do método de médias móveis, foi atribuído aleatoriamente pesos (W_t) diferentes aos diversos dados originários da série. Contudo, para uma solução que objetive a determinação dos valores de (W_t) que minimizem os erros, foi utilizado o *Solver*, do *Excel*. Na tabela 4 estão as demandas previstas:

Tabela 6.4: Valores previstos - Média Móvel Ponderada

	Medicamentos				Materiais			
	A		B		C		Demanda	
Período	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão
1	500	600	500	600	3000	3000	1500	1500
2	700	650	500	600	4000	4000	1500	1500
3	800	700	500	600	5000	5000	1500	1500
4	600	750	500	600	3000	3000	1500	1500
5	800	800	500	600	4000	4000	1500	1500
6	700	850	500	600	5000	5000	1500	1500
7	800	900	500	600	4000	4000	1500	1500
8	600	950	500	600	3000	3000	1500	1500
9	1400	1000	500	600	4000	4000	1500	1500
10	500	1050	500	600	5000	5000	1500	1500
11	600	1100	500	600	4000	4000	1500	1500
12	700	1150	500	600	5000	5000	1500	1500
13	500	1200	500	600	4000	4000	1500	1500
14	600	1250	500	600	5000	5000	1500	1500
15	700	1300	500	600	4000	4000	1500	1500
16	500	1350	500	600	5000	5000	1500	1500
17	600	1400	500	600	4000	4000	1500	1500
18	700	1450	500	600	5000	5000	1500	1500
19	500	1500	500	600	4000	4000	1500	1500
20	600	1550	500	600	5000	5000	1500	1500
21	700	1600	500	600	4000	4000	1500	1500
22	500	1650	500	600	5000	5000	1500	1500
23	600	1700	500	600	4000	4000	1500	1500
24	700	1750	500	600	5000	5000	1500	1500
25	500	1800	500	600	4000	4000	1500	1500

nov/16	496		3120		1800		70	
dez/16	650		3420		1600		90	
jan/17	820		2580		1600		30	
fev/17	774	652,98	3000	3100,12	1800	1657,53	110	67,56
mar/17	506	758,31	6100	2938,42	2600	1655,62	80	69,51
abr/17	790	712,71	4320	3741,23	2200	1964,93	40	78,65
mai/17	680	662,06	5880	4713,30	2200	2258,65	60	77,51
jun/17	660	677,72	4440	5265,82	2000	2315,06	50	57,07
jul/17	1400	706,08	4404	5030,83	2600	2144,38	60	51,47
ago/17	560	871,53	3851	4844,21	1800	2224,38	30	55,66
set/17	620	953,55	4440	4260,58	2000	2204,95	40	48,78
out/17	450	818,31	5520	4173,86	2300	2085,74	60	41,41
nov/17	640	555,47	3996	4570,90	2400	2025,89	60	42,69
dez/17	720	551,74	5880	4785,55	1954	2241,51	60	54,25
jan/18	390	607,59	3120	4958,28	2400	2247,21	45	60,00
fev/18	450	605,22	4061	4570,57	1800	2206,31	40	55,83
mar/18	530	501,61	4320	4175,59	2000	2104,86	60	47,92
abr/18	640	454,99	5760	3862,34	3000	2028,21	50	47,00
mai/18	360	537,58	5040	4645,93	2400	2220,55	75	51,47
jun/18	505	530,50	3600	5145,57	2200	2545,50	50	59,83
jul/18	541	480,86	4920	4846,68	2400	2516,97	70	60,86
ago/18	364	473,30	4840	4381,28	1800	2313,15	45	62,75
set/18	260	481,42	4080	4518,06	2000	2175,62	40	57,30
out/18	420	385,99	4920	4651,67	2200	2028,21	68	50,80
nov/18		334,41		4532,20		1998,09		49,22

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Como resultado também obteve-se os erros de previsão para esse modelo, conforme demonstrado abaixo:

Tabela 6.5: Erros Média
Móvel Ponderada

	MSE	MAD	MAPE
A	54774,77	174,31	31,97
B	1305733,3	867,42	18,77
C	161956,25	323,56	14,48
D	358,2	16,26	31,14

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Do mesmo modo, ao observar os gráficos (demanda x previsão) dos produtos é possível notar uma melhoria em uma realidade mais ajustada dos resultados obtidos em relação à média móvel.

fev/17	774	774	3000	3000	1800	1800	110	110
mar/17	506	774	6100	3000	2600	1800	80	110
abr/17	790	759,35	4320	3169,49	2200	1843,74	40	108,36
mai/17	680	761,02	5880	3232,40	2200	1863,22	60	104,62
jun/17	660	756,59	4440	3377,15	2000	1881,63	50	102,18
jul/17	1400	751,31	4404	3435,26	2600	1888,10	60	99,33
ago/17	560	786,78	3851	3488,23	1800	1927,03	30	97,18
set/17	620	774,38	4440	3508,06	2000	1920,08	40	93,51
out/17	450	765,94	5520	3559,02	2300	1924,45	60	90,58
nov/17	640	748,67	3996	3666,23	2400	1944,98	60	88,91
dez/17	720	742,72	5880	3684,26	1954	1969,86	60	87,33
jan/18	390	741,48	3120	3804,31	2400	1968,99	45	85,83
fev/18	450	722,26	4061	3766,90	1800	1992,56	40	83,60
mar/18	530	707,38	4320	3782,98	2000	1982,03	60	81,22
abr/18	640	697,68	5760	3812,34	3000	1983,01	50	80,06
mai/18	360	694,53	5040	3918,83	2400	2038,62	75	78,41
jun/18	505	676,24	3600	3980,13	2200	2058,38	50	78,23
jul/18	541	666,87	4920	3959,34	2400	2066,12	70	76,68
ago/18	364	659,99	4840	4011,87	1800	2084,37	45	76,32
set/18	260	643,81	4080	4057,15	2000	2068,83	40	74,61
out/18	420	622,82	4920	4058,39	2200	2065,06	68	72,71
nov/18		611,73		4105,50		2072,44		72,46

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Como resultado também obteve-se os erros de previsão para esse modelo, conforme a tabela 7 abaixo:

Tabela 6.7: Erros Alisamento Exponencial

	MSE	MAD	MAPE
A	64878,51	206,02	43,14
B	1817942,42	1064,22	21,09
C	161684,67	302,87	12,71
D	1414,46	32,7	70,66

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Observando os gráficos (demanda x previsão) dos produtos pela utilização do alisamento exponencial, é possível notar uma tendência em relação ao resuprimento da demanda, conforme os resultados obtidos:

Gráfico 6.9

Gráfico 6.10

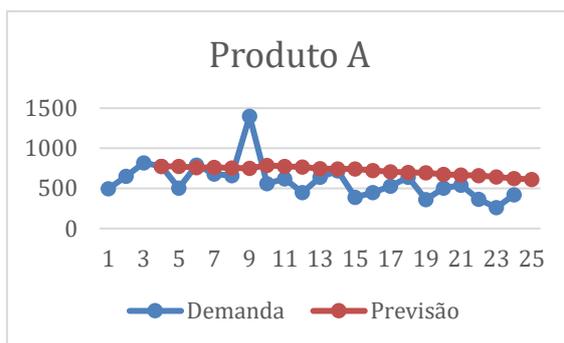


Gráfico 6.11

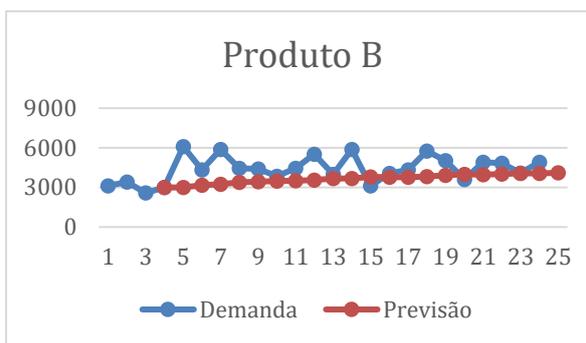
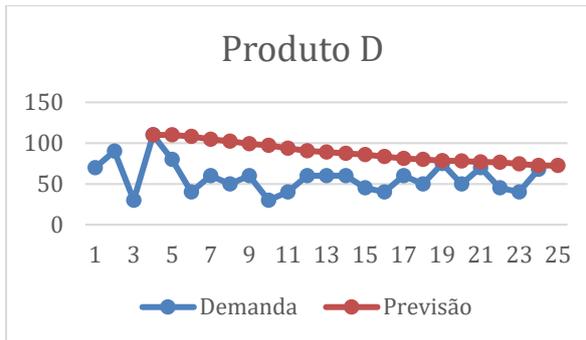
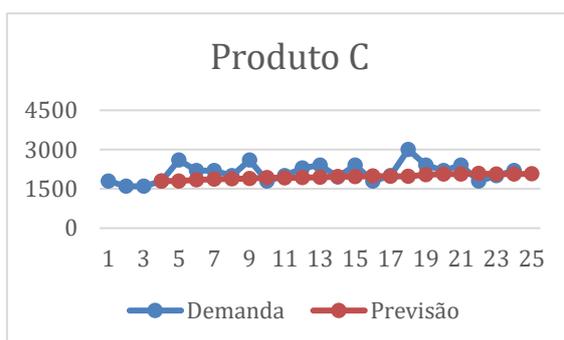


Gráfico 6.12



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

6.1.4 Método de Holt

Para o cálculo da previsão de demanda a partir do método de Holt, foi considerado o mesmo valor utilizado no alisamento exponencial como um processo constante para α . Para a determinação do valor de β , foi utilizado o *Solver* do *Excel*, de modo a minimizar o erro. Assim sendo, o melhor valor encontrado para β foi de 0,01.

Tabela 6.8: Valores previstos - Holt

Período	Medicamentos				Materiais			
	A		B		C		D	
	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão
nov/16	496		3120		1800		70	
dez/16	650		3420		1600		90	
jan/17	820		2580		1600		30	
fev/17	774	774	3000	3000	1800	1800	110	110
mar/17	506	582,38	6100	7030	2600	2840	80	71
abr/17	790	686,61	4320	4437	2200	2248	40	21,7
mai/17	680	671,92	5880	6429,9	2200	2233,6	60	53,2
jun/17	660	652,34	4440	4392,93	2000	1963,52	50	42,2
jul/17	1400	1173,90	4404	4360,25	2600	2754,46	60	57,6

ago/17	560	845,30	3851	3654,48	1800	1668,12	30	19,3
set/17	620	693,26	4440	4479,13	2000	1967,69	40	35,5
out/17	450	491,20	5520	5871,39	2300	2367,38	60	62,9
nov/17	640	529,33	3996	3784,78	2400	2477,17	60	62,0
dez/17	720	621,95	5880	6297,34	1954	1874,22	60	61,4
jan/18	390	443,85	3120	2584,14	2400	2477,95	45	41,5
fev/18	450	397,73	4061	3968,20	1800	1674,57	40	36,0
mar/18	530	442,79	4320	4332,74	2000	1972,20	60	63,2
abr/18	640	556,11	5760	6200,92	3000	3280,54	50	49,3
mai/18	360	420,75	5040	5132,64	2400	2416,38	75	82,0
jun/18	505	453,49	3600	3232,85	2200	2151,46	50	47,4
jul/18	541	502,46	4920	5058,99	2400	2426,02	70	74,2
ago/18	364	404,30	4840	4913,30	1800	1638,22	45	40,4
set/18	260	279,12	4080	3903,31	2000	1946,75	40	35,3
out/18	420	334,03	4920	5048,32	2200	2222,73	68	73,1

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O cálculo foi feito com base na série histórica coletada, utilizando-se da fórmula do método de Holt, suavizando os dados mais antigos e considerando a tendência existente. Como resultado também obteve-se os erros de previsão para esse modelo, conforme a tabela 9 abaixo:

Tabela 6.9: Erros Holt

	MSE	MAD	MAPE
A	10265,71	76,36	13,22
B	108267,48	236,32	4,99
C	12172,84	82,93	3,69
D	40,89	5,02	10,47

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Observando os gráficos, é possível notar a desigualdade entre os valores previstos e observados no período. O cálculo da previsão pelo método de Holt considera a tendência, deixando de lado apenas a sazonalidade e, portanto, se aproximou mais da realidade do que os resultados obtidos pelo método de suavização exponencial como um processo constante. Ainda, percebe-se que a discrepância observada no modelo de Holt foi a menor obtida, entre os modelos apresentados.

Assim sendo o método onde a previsão mais se aproximou da realidade em comparação aos outros modelos.

Gráfico 6.13

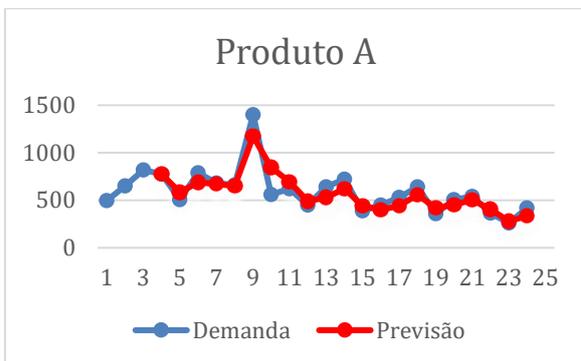


Gráfico 6.14

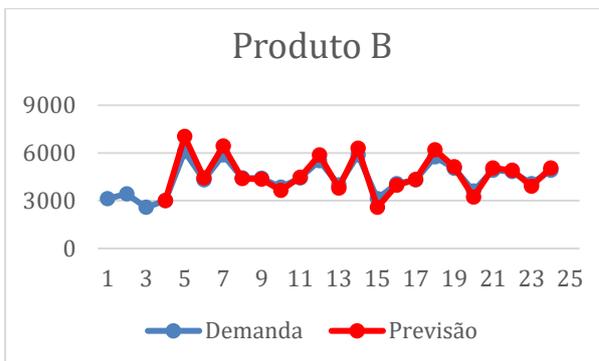


Gráfico 6.15

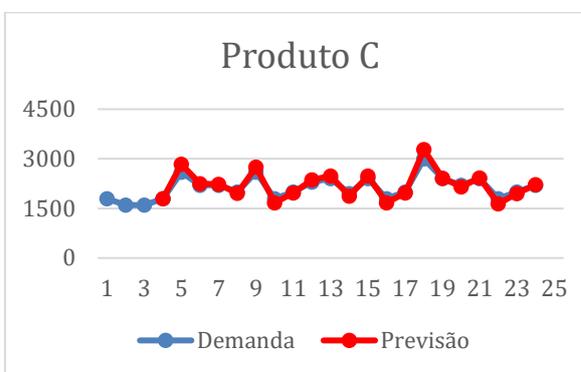
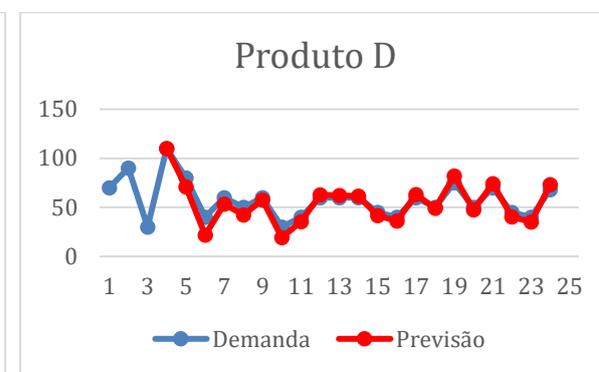


Gráfico 6.16



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

6.1.5 Método Winter

No cálculo da previsão de demanda a partir do método de Winters, foi considerado o mesmo valor utilizado no alisamento exponencial como um processo constante para α e o mesmo valor utilizado no método de Holt para β .

Para a previsão da demanda pelo método sazonal aditivo multiplicativo é necessário determinar um valor entre 0 e 1 para γ . Para tanto, foi utilizado o *Solver* do *Excel*, de modo a minimizar o erro. Assim, sendo o melhor valor encontrado para γ de 0,57. Na tabela a seguir estão os valores previstos.

Tabela 6.10: Valores previstos - Winter

	Medicamentos				Materiais			
	A		B		C		D	
Período	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão	Demanda	Previsão
nov/16	496		3120		1800		70	

dez/16	650		3420		1600		90	
jan/17	820		2580		1600		30	
fev/17	774	650	3000	3420	1600	5760	110	90
mar/17	506	837,67	6100	5044,23	2311,11	7432,94	80	34,29
abr/17	790	952,08	4320	3789,47	2475	8042,22	40	48,89
mai/17	680	458,54	5880	7402,12	2357,79	6434,30	60	157,05
jun/17	660	608,58	4440	4531,72	1777,78	4505,17	50	29,28
jul/17	1400	2077,57	4404	3741,13	2555,26	8566,54	60	48,98
ago/17	560	514,74	3851	3905,93	1984,12	7090,32	30	44,97
set/17	620	475,20	4440	5099,19	1976,98	5280,20	40	45,25
out/17	450	477,04	5520	5212,86	2133,94	5661,89	60	39,94
nov/17	640	761,71	3996	3665,75	2476,11	6672,85	60	64,49
dez/17	720	626,27	5880	6280,27	2056,26	6371,90	60	80,57
jan/18	390	331,73	3120	3293,22	2308,67	6247,26	45	39,84
fev/18	450	497,37	4061	3787,76	1747,17	7607,52	40	32,49
mar/18	530	542,90	4320	4228,25	2080,82	6740,46	60	70,88
abr/18	640	564,80	5760	6121,44	3038,16	6899,48	50	56,30
mai/18	360	339,04	5040	5044,63	2317,58	6213,76	75	63,92
jun/18	505	546,09	3600	3427,59	2199,32	6860,61	50	47,48
jul/18	541	519,70	4920	4986,71	2468,48	6255,29	70	81,03
ago/18	364	321,82	4840	5014,14	1786,19	5002,86	45	44,96
set/18	260	246,26	4080	3997,23	1960,06	4528,44	40	35,72
out/18	420	426,97	4920	4810,84	2226,07	4434,77	68	70,16

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

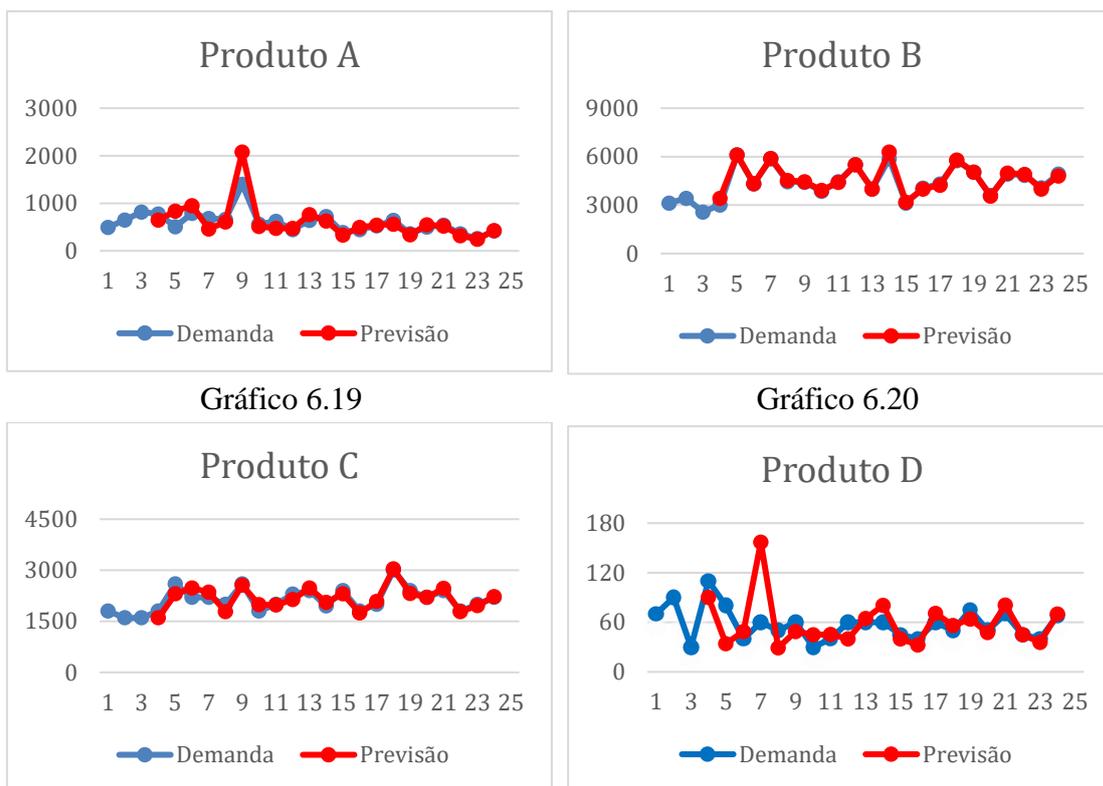
Como resultado também obteve-se os erros de previsão para esse modelo, conforme a tabela abaixo:

Tabela 6.11: Erros Winter

	MSE	MAD	MAPE
A	34563,84	111,462	16,01
B	19021,49	82,09	1,99
C	18413,88	106,42	4,95
D	673,824	15,7	27,04

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Observando os gráficos, é possível notar a discrepância entre os valores previstos e observados no período. Ainda, percebe-se que a discrepância observada no modelo sazonal multiplicativo foi a segunda menor obtida, entre os modelos. O cálculo da previsão pelo método sazonal multiplicativo de Winters considera a tendência e a sazonalidade, variando a sua amplitude em função do tempo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

6.2 Comparação dos modelos de series temporais

Conforme explicitado no tópico 6.1.4 deste trabalho, o modelo em que a previsão mais se aproximou da realidade foi o modelo de Holt. Isto ocorreu, pois, a série conta com uma leve tendência. A tendência presente na série tem sua amplitude variando em função do tempo. Nela, o erro absoluto médio percentual (MAPE) foi o menor, se comparado aos outros, como pode-se notar na tabela a seguir:

Tabela 6.12: Erros de previsão geral
MSE

	A	B	C	D
MM	53949,72	1335577,82	155753,4	357,68
MMP	54774,77	1305733,27	161956,25	358,2
AE	64878,51	1817942,42	161684,67	1414,46
HO	10265,71	108267,48	12172,84	40,89
WI	34563,84	19021,5	18413,9	673,824

MAD

	A	B	C	D
MM	167,9	855,3	306,22	16,02
MMP	174,31	867,42	323,56	16,26
AE	206,02	1064,22	302,87	32,7
HO	76,36	236,32	82,93	5,02
WI	111,462	82,09	106,42	15,7

MAPE

	A	B	C	D
MM	30,8	18,43	13,73	30,45
MMP	31,97	18,77	14,48	31,14
AE	43,14	21,09	12,71	70,66
HO	13,22	4,99	3,69	10,47
WI	16,01	1,99	4,95	27,04

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Nota-se que a previsão obtida pelo modelo de alisamento exponencial como um processo constante teve um erro absoluto médio percentual mais elevado. Isto se dá por o método não considerar a influência de tendência e sazonalidade. Assim, o método não seria o mais indicado para essa base de dados.

Portanto, o modelo de média móvel como um processo constante é mais adequado para séries que não tem tanto a influência de sazonalidade acentuada no cálculo da previsão e pela série histórica conter a influência desses fatores. Sua vantagem é a simplicidade, e sua desvantagem é a falta de observação a esses fatores.

Analisando os resultados na utilização do método de Holt, nota-se que a previsão se teve uma aproximação mais próxima da realidade se comparado aos outros. O modelo de Holt é indicado para séries onde exista uma tendência, porém, que não tenha influência de sazonalidade. Por isso, para a base de dados aqui trabalhada, o método foi o que apresentou os melhores resultados, pois não existia uma sazonalidade existente na série. A vantagem do método de Holt é a simplicidade e a observação da tendência, já sua desvantagem é a não consideração da sazonalidade. Desta forma, o erro absoluto médio percentual do modelo de Holt ficou mais próximo de 1

O modelo de Winters teve a segunda maior aproximação da realidade na previsão da demanda. Isto se dá por considerar a tendência e a sazonalidade presentes numa série histórica. A vantagem desse método é que eles consideram a tendência e a sazonalidade

presentes na série de dados, e a sua desvantagem é que o cálculo é muito mais extenso. O método de Winters é indicado para séries que tem tendência e sazonalidade, sendo o modelo sazonal multiplicativo, mais indicado para séries onde a amplitude sazonal varia em função do tempo.

6.2.1 Comparação dos modelos: visão geral

Todos os modelos de series estacionárias que são utilizados contam com o tratamento que envolvem alguma média de valores anteriores. Assim, se a serie apresentar uma tendência crescente, tais técnicas subestimam os valores reais. Por outro lado, se existe tendência decrescente nos dados ao longo do tempo, as técnicas citadas produzem previsões que superestimam o valor real da série temporal.

Já nos modelos de séries não estacionarias, contam com a constante α de suavização, atribuindo assim um peso maior para os dados mais recentes, e menor para os dados mais antigos. Além disso, todos eles podem ser calculados no *Excel*, como foram no presente estudo, sem necessitarem assim de algum *software* em específico.

Quanto as diferenças existentes entre os modelos, destaca-se: o modelo de média móvel como um processo contínuo pode ser utilizado para calcular a previsão de demanda de produtos cuja série histórica tenha uma certa tendência.

Para séries históricas de produtos que tem sazonalidade e tendência, temos o modelo de Winter como sendo o mais indicado dentre todos os modelos. Assim sendo, o modelo de Winters é indicado para séries onde a amplitude sazonal varia em função do tempo.

Para produtos que tem uma tendência em sua série histórica e não tem sazonalidade, o modelo de Holt é o mais indicado entre os modelos, sendo ele, o que melhor se adequou entre todos os testados para estes trabalhos.

Contudo, não existe um modelo que seja o melhor ou o pior, existe o melhor modelo que mais se adequa para determinada situação, considerando os dados existentes para a aplicação do modelo: se há ou não tendência e sazonalidade na série histórica. E ainda, as medidas com os erros estudados servem como auxiliares na tomada de decisão de qual modelo escolher. Portanto, analisar as características dos dados e avaliar a acuracidade dos modelos são determinantes na escolha do melhor modelo para prever a demanda.

7 CONSIDERAÇÕES

O trabalho teve como objetivo analisar os modelos de series temporais aplicados à previsão de demanda e seu potencial na gestão do hospital Unimed Caruaru. A importância para o estudo do tema é confirmada pela escassez de publicações acerca do tema “series temporais” no Brasil e, também, pela importância que o tema “previsão de demanda” tem na gestão empresarial: como ferramenta que contribui na gestão dos estoques, produção, marketing, vendas, finanças e planejamento empresarial.

Ainda focou na contribuição desses modelos na gestão do hospital, pois, estes, muitas vezes, precisam de uma previsão de demanda mais acurada. Além de demonstrar que esses modelos de series temporais são simples, de baixo custo, fácil aplicação, boa aproximação da realidade e baixo erro, não necessitando a princípio de *softwares* específicos para cálculo, podendo ser calculados em planilhas eletrônicas, por exemplo, e não necessitam de grande quantidade de dados – apenas a série histórica de vendas da própria empresa. Além disso, estes modelos podem prever valores de curto e longo prazo.

Para explicitação da pesquisa, foi utilizada a série histórica de vendas, dos dois últimos anos, de quatro produtos, dois medicamentos e dois materiais hospitalares e comparados os valores previstos. Esta série histórica não foi objeto de estudo de caso, sendo utilizada apenas para ilustrar e auxiliar na explicitação dos modelos.

Podemos dividir a comparação dos modelos de series temporais em duas partes: a primeira destinada a comparar os resultados obtidos dos modelos na série histórica utilizada e, a segunda parte, a comparar os modelos de maneira geral, analisando as vantagens e desvantagens do uso de cada um deles.

Para comparação feita entre os modelos na série histórica utilizada, percebeu-se que o modelo de Holt foi o que teve maior aproximação da realidade. Isto se justifica, pois na série era possível perceber uma influência da tendência que variava em função do tempo.

Já na comparação feita de maneira geral, foi possível perceber que cada um dos modelos apresentados possui suas vantagens e desvantagens. Assim, a partir da revisão bibliográfica e dos resultados obtidos, recomenda-se que a empresa observe o modelo de previsão de demanda, identificando oportunidades para estudos futuros.

Desta forma, o trabalho contribuiu no estudo dos modelos de series temporais aplicados à previsão de demanda e mostrou seu potencial e aplicação na gestão hospitalar.

8 CRONOGRAMA

Atividades 2018	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Correção do Projeto de TCC pelo orientador.	X				
Nova revisão de literatura e ampliação da fundamentação teórica.	X	X			
Coleta e tratamento dos dados.			X		
Esboço da discussão e análise dos dados.			X		
Esboço da Conclusão.				X	
Formatação geral do TCC.				X	
Correção Final do TCC.					X
Formatação, impressão e entrega do TCC.					X
Defesa do TCC.					X

REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial:** transportes, administração de materiais e distribuição física. 1.ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento.** 2.ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2009.
- BONOTTO, G; FOGLIATTO, F.S. **Previsão de demanda a partir dos métodos quantitativos aplicada ao setor varejista.** Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/147496/000999425.pdf?sequence=1>>. Acesso em 28 st. 2018.
- BOWERSOX, D. J. **Logística Empresarial:** o processo de integração da cadeia de suprimentos. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/36232344/...da-cadeia-de-suprimentos/2>>. Acesso em: 21 nov. 2017.
- CAVALLINI, M. E.; BISSON, M. P. **Farmácia hospitalar:** um enfoque em sistemas de saúde. São Paulo: Manole, 2002.
- CHIAVENATO, I. **Administração de Materiais:** uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos:** estratégias, planejamento e operações. São Paulo: Atlas, 2003, p. 15.
- CORRAR, J.L; E ET AL. **Pesquisa Operacional Para Decisão em Contabilidade e Administração:** contabilometria. São Paulo: Atlas, 2013, p. 192-227.
- COSTA, A. L.; OLIVEIRA, M. B. **Sistema de informação para prescrição e distribuição de medicamentos:** o caso do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. São Paulo:
- COSTA, R. F. **Tecnologia da Informação aplicada a Logística na Estratégia Empresarial.** São Caetano do Sul, v.1, n.3, 2010. Disponível em: <<http://www.fatecsaocaetano.edu.br/fascitech/index.php/fascitech/article/view/32/31>>. Acesso em: 17 novembro. 2017.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2010, p. 42-53.

DIAS, C. R. J. B. **Liderança servidora: um estudo numa nova comunidade**. - Caruaru: O Autor, 2015

DRUCKER, P. F. **Administrando em tempos de grandes mudanças**. São Paulo: Pioneira, 1999, p. 286-306.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração de Materiais e do Patrimônio**. 1.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

FREITAS, F. F. T.; MEDEIROS, C. V. S.; MELO, A. C. S. **Aplicação de técnicas de gestão de estoques, como auxílio à tomada de decisões em compras públicas estaduais de medicamentos**. ABEPRO. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_492_12058.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2017.

FURTADO, M.R. **Aplicação de uma modelo de previsão de demanda total nos credenciados belgo pronto**. Minas Gerais, 2006. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006_3_Mauricio.pdf>. Acesso em: 14 out. 2018.

GONÇALVES, M. **Administração de matérias e recursos**. São Paulo: Atlas, 2009, p.2.

GOMES, M.E.S.; BARBOSA, E.F. **A Técnica de Grupos Focais para a obtenção de dados qualitativos**. Disponível em: <http://www.tecnologiaprojetos.com.br/banco_objetos/%7B9FEA090E-98E9-49D2-A638-D3922787D19%7D_Tecnica%20de%20Grupos%20Focais%20pdf.pdf> Acesso em: 23 nov. 2017.

INFANTE, M.; SANTOS, M. A. B. **A organização do abastecimento do hospital público a partir da cadeia produtiva: uma abordagem logística para área de saúde**. Rio de Janeiro: v.12, n. 4, jul./ago. 2007, p. 25-31.

JUNIOR, A.M. **Análise de métodos de previsão de demanda baseado em series temporais em uma empresa do setor de perfumes e cosméticos**. Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp068332.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2018.

KOTLER, P; KELLER, K. **Administração de marketing**. Perason, 14º ed, 2012.

MACHADO, A. **Modelo de previsão de demanda aplicado em uma empresa de transportes**. Paraná, 2011. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=uIReFI6gzugC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Moura+2006+John+Crowell&ots=UqyK_xPjK9&sig=sKkVK810VnDbVBAPc6zqi75aPa4#v=onepageE&q&f=fals>. Acesso em: 30 out. 2018.

Manual de metodologia científica do ILES Itumbiara/GO / Auriluce Pereira Castilho, Nara Rúbia Martins Borges e Vânia Tanús Pereira. (orgs.) – Itumbiara: ILES/ULBRA, 2014. Disponível em: <<http://www.ulbra.br/upload/57c82ea6221906e563c5cf8acba19f84.pdf>>. Acessado em: 25 nov. 2017.

MARTINS, P. G.; PAULO R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2000.

MONTEIRO, A. **O impacto do e-procurement na obtenção de insumos hospitalares: o caso de um hospital da rede particular da cidade de João Pessoa**. In: XXIII ENEGEP, Ouro Preto: out. 2003, p.21-24.

MOURA, B. **Logística: conceitos e tendências**. 1.ed. Lisboa: Inova, 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=uIReFI6gzugC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Moura+2006+John+Crowell&ots=UqyK_xPjK9&sig=sKkVK810VnDbVBAPc6zqi75aPa4#v=onepageE&q&f=false>. Acesso em: 17 nov. 2017.

NEIL, R. The ol' switcheroo - using knowledge from other industries. **Mater Manage Health Care**. v. 13, n. 5, p. 14-8, 2004.

NETO, G.V; FILHO, W.R. **Gestão de recursos materiais e de medicamentos**. Disponível em: <<http://www.saude.mt.gov.br/adminpublicacao/arquivo/Saude&CidadaniaVolume11.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

QUEIROZ, A.A; CAVALHEIRO, D. **Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para planejamento da produção de indústria de alimentos**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0101_0801.pdf>. Acesso em 17 set. 2018.

REIS, P. R. R. **Logística Empresarial como Estratégia Competitiva: caso do centro de distribuição da AMBEV.** Florianópolis: 2004. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Contabeis295557.pdf>>. Acesso em: 17 novembro. 2017.

SANTOS, A.M; RODRIGUES, I. A. **Controle de Estoque de Materiais com Diferentes Padrões de Demanda: Estudo de Caso em uma Indústria Química.** São Paulo: Gestão & Produção, v. 13, n.2, p.223-231, 2006.

s.n. **Uma alternativa para a garantia de solvência e sinistro.** s.l. 2006. Disponível em: <www.coweb.com.br/arq/arq317.ppt>. Acesso: 20 nov. 2017.

SOUZA, P. T. **Logística Interna Para Empresas Prestadoras de Serviço,** 2002. Disponível em: <<http://guialog.com.br/ARTIGO350.html>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

TAVARES, L. P. F. **Iniciativa privada e saúde.** São Paulo: v.13, n. 35, Jan. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141999000100011>. Acesso em: 20 nov. 2017.

TUCKER, A. L. The impact of operational failures on hospital nurses and their patients. **Journal of Operations Management.** v. 22, p. 151-169, 2004.

UNIMED BRASIL. **Histórico de fundação.** São Paulo: 2006. Disponível em: <<https://www.unimed.coop.br/home/sistema-unimed/a-unimed/unimed-do-brasil>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

UNIMED CARUARU. **História.** Caruaru: 2015. Disponível em: <<https://www.unimed.coop.br/home/sistema-unimed/a-unimed/unimed-do-brasil>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

VIANA, J. J. **Administração de materiais: um enfoque prático.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009, p. 22-46.