

Aplicação do Modelo Holt -Winters para a Previsão de Demanda de Soro em um Hospital Situado na Região Oeste do Paraná

Julia Augusta Kaefer Seyboth (UTFPR-MD): juliaseyboth@hotmail.com

Anyelly Cristina Cruz (UTFPR-MD): anyelly.c93@hotmail.com

Renan Cintra de Souza (UTFPR-MD): renancintra91@hotmail.com

Caroline Marqueti Sathler (UTFPR-MD): caroline-sathler@hotmail.com

Silvana Ligia Vincenzi (UTFPR-MD): sligie@globo.com

Resumo:

Este artigo objetiva aplicar o modelo de alisamento exponencial de Holt-Winters para prever a demanda de três tipos de soros utilizados em um hospital clínico situado na região oeste do estado do Paraná. Utilizou-se o software Excel do pacote Microsoft Office bem como o seu aplicativo “Solver” para a obtenção dos parâmetros do modelo. Foi possível elaborar dois modelos de previsão de demanda para cada tipo de soro e por meio da análise do erro médio percentual absoluto de cada um destes, realizou-se a identificação dos modelos de previsão de demanda que mais se adequavam a cada tipo de soro. Os resultados apontaram um erro médio entre 0,95 e 3,62%, mostrando assim que os métodos aqui empregados se ajustaram muito bem aos dados e podem ser utilizados pela organização contanto que esta esteja atenta a variações de necessidades destes itens ao longo de cada período/mês.

Palavras-chave: Previsão de demanda, Holt-Winters, Hospital, Estoque.

Application of Holt- Winters Model for Demand Forecasting of Saline Solutions in a Hospital Located in western Parana State

Abstract:

This article aims to apply the exponential smoothing Holt-Winters model to forecast demand for three types of saline solution used in a clinical hospital located in western Parana State. It was used the Excel software Microsoft Office package and its "Solver" application to obtain the parameters of the model. It was possible to prepare two demand forecasting models for each type of saline solution and by the average error analysis absolute percentage of each of these, there was identification of demand forecasting models that best suited to each type of saline solution. The results showed a mean error between 0.95 and 3.62%, thus showing that the methods used here were set very well to the data, and the organization may use them as long as it is attentive to the needs of variations of these items throughout each period / month.

Keywords: Demand Forecasting, Holt-Winters Hospital, Stock.

1. Introdução

O setor médico-hospitalar é um segmento que exige qualidade em todos os pontos, desde a prestação do serviço médico e até a fabricação de equipamentos e medicamentos. Por ser um setor muito cobrado pelo mercado e pelo governo, há uma necessidade constante de buscar formas de manter um nível alto de competitividade. Desse modo, as condições de estocagem exercem papel fundamental para a conservação dos padrões de qualidade dos medicamentos.

A administração de estoques e outros conceitos clássicos da Engenharia de Produção, usados na indústria em geral, podem então ser transpostos à gestão de serviços na área da saúde.

Neste contexto, a logística de medicamentos é essencial para a aquisição, programação, armazenamento e distribuição dos medicamentos, disponibilizando assim medicamentos seguros, eficazes, com a qualidade necessária, no momento certo e nas quantidades adequadas.

O presente artigo se refere a um estudo de caso, que tem como objetivo aplicar o modelo de alisamento exponencial de Holt-Winters para prever com o menor erro possível a demanda de soros utilizados pelo Hospital Marechal Cândido Rondon, localizado na cidade de Marechal Cândido Rondon, considerado um dos melhores hospitais do Oeste do Paraná. O hospital foi construído em 1960 e nos dias de hoje possui 80 leitos, 50 médicos e diversas clínicas e outros hospitais credenciados.

Foram utilizados os modelos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo neste estudo, estes são ferramentas de análise estatística para auxiliar a gestão de estoque. Podendo assistir assim no dimensionamento, controle e redução dos estoques de soros, para os próximos anos em relação aos dados coletados. Trazendo alternativas para manter produtos com qualidade, que possuem alta rotatividade nos estoques e controlar o suprimento desses medicamentos.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Gestão de estoques

A medicina tem apresentado uma evolução acelerada nos últimos tempos, o que imprime aos hospitais a necessidade de melhorar as suas atividades relacionadas a administração, para que o seu processo de atendimento seja facilitado e possua uma melhor qualidade.

Segundo Gonçalves e Lopes (2011), a administração hospitalar é um dos tipos mais complexos de operar neste ramo. Isso se deve ao fato de que essa atividade controla uma grande quantidade de recursos humanos, além de possuir tecnologia avançada para proporcionar um atendimento de qualidade para os seus clientes. Outro aspecto que corrobora para a necessidade de melhorias na gestão hospitalar é a grande diversidade nos seus processos. Para possuir uma administração mais eficiente, os hospitais precisam, além de outras ações, melhorar a gestão dos seus estoques.

Corrêa, Giansesi e Caon (2010) se referem aos estoques como sendo um elemento administrativo que é, e continuará sendo, essencial na gerência de qualquer empresa. Segundo os autores, o erro que muitas organizações cometiam no passado, em relação aos estoques, era pensar que estes deveriam ser extinguidos, baseados em um entendimento equivocado de teorias sobre produção que surgiram na época, como o *just in time*. Na realidade, a ideia que estas teorias tentavam transmitir era de que os estoques de uma corporação não devem exceder em nenhuma unidade sequer ao que é estritamente necessário para manter a quantidade e o ritmo de produção.

Os estoques podem ser apresentados como sendo acúmulos de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo ou produtos acabados que aparecem em diversos pontos do canal de distribuição e de logística das empresas (BALLOU, 2006). Têm como objetivo possibilitar que haja economia em determinados pontos da produção e relacionar os seus diversos fluxos, garantindo a manutenção da eficiência produtiva (MOREIRA, 2011).

Os estoques influenciam em diversos setores de uma empresa. Segundo Neumann (2013) eles estão relacionados com todas as categorias de desperdício existentes – excesso de produção, tempo de espera, transporte de material, tempo de processamento, excesso de estoque, movimentos desnecessários e defeitos em produtos. Possui como vantagem a possibilidade de proporcionar uma maior segurança para a empresa e o seu processo produtivo, tendo em vista que fazem o balanço da desarmonia entre a demanda e o fornecimento. Por outro lado,

também possui desvantagens como o elevado custo para se manter um estoque, ou o risco de o material armazenado se deteriorar ou perder o seu valor.

Em relação aos estoques em hospitais, Gonçalves e Lopes (2011) afirmam que sua administração é mais complicada do que em outros segmentos, devido aos cuidados especiais necessários com esse tipo de material. Além disso, a melhoria na gestão dessa área tem se tornado uma boa vantagem competitiva para as organizações do ramo hospitalar, tendo em vista que estas podem proporcionar um melhor atendimento ao cliente forem mais bem geridas. Para isso, as empresas têm buscado melhorar suas estratégias administrativas pensando além das fronteiras da própria organização.

Ainda segundo Gonçalves e Lopes (2011), o estoque de soro é extremamente importante para um hospital, pois é responsável pela reposição de líquidos no organismo e pela diluição de drogas intravenosas, possuindo uma grande demanda. A administração do estoque desse produto torna-se mais difícil devido ao fato de este ser considerado um bem não durável, pois possui um prazo de validade, impossibilitando o seu uso após o vencimento. De acordo com Ballou (2006), os estoques de bens não duráveis apresentam oscilações menores do que os estoques de bens duráveis, pois a data de sua compra não pode ser modificada facilmente.

2.2 Demanda

É fácil perceber que a demanda é um aspecto fundamental para a determinação do volume dos estoques de uma organização. Segundo Lustosa et al. (2008) a demanda pode ser definida como sendo a disposição dos consumidores ao consumo e ao usufruto dos bens e serviços ofertados por uma organização.

Moreira (2011) diz que existem dois tipos básicos de demanda ao longo de um período. São eles a demanda dependente – que se refere a itens que são usados dentro da própria empresa para a produção de outros e cujo consumo pode ser programado – e a demanda independente – que diz respeito aos produtos cuja procura depende das condições de mercado e não pode ser controlada pela organização.

Tendo em vista a importância da demanda para a definição da quantidade de material a ser estocado, pode-se perceber a importância de analisar demandas passadas e de buscar prever as demandas futuras. Assim, a empresa poderá dimensionar melhor seus estoques para as necessidades do mercado. Essa previsão pode ser feita com o auxílio dos métodos Holt-Winters aditivo e multiplicativo.

2.3 Modelos de holt-winters

Os modelos de Holt-Winters descrevem melhor aqueles dados em que se pode notar a existência de uma tendência linear, além de componente de sazonalidade (PELEGRI; FLOGIATTO, 2000). A aplicação desses modelos é válida pra séries não estacionárias.

Moretin e Toloi (2004) afirmam que as principais vantagens do modelo de Holt-Winters são o fácil entendimento, a aplicação não dispendiosa, adequada para série com padrão de comportamento mais geral. Os autores também afirmam que as desvantagens são as dificuldades de determinar os valores mais adequados das constantes de suavização e/ou a impossibilidade de estudar as propriedades estatísticas, como por exemplo, a média e variância da previsão e, conseqüentemente, a construção de um intervalo de confiança. Segundo Samohyl et. al. (2001), a sazonalidade pode possuir efeito multiplicativo ou aditivo, sendo que esses dois efeitos são diferenciados da seguinte maneira:

- Holt-Winters Aditivo: é indicado para situações nas quais a amplitude da variação sazonal mantém-se constante, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos permanece constante com o passar do tempo;

- Holt-Winters Multiplicativo: é indicado para situações em que a amplitude da variação sazonal é crescente com o tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos aumenta com o passar do tempo.

A Tabela 1 apresenta as equações dos dois modelos do método de Holt-Winters, o aditivo e o multiplicativo.

	Holt-Winters Multiplicativo	Holt-Winters Aditivo
Nível	$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$	$L = \alpha (Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$
Tendência	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$
Sazonalidade	$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1-\gamma)S_{t-s}$	$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s}$
Previsão	$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m}$	$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$

Fonte: SAMOBYL et. al, 2001.

Tabela 1- Equações dos modelos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo

Onde S é o comprimento da sazonalidade, L_t é o nível da série, B_t é a tendência, S_t é a componente sazonal, F_{t+m} é a previsão para o período m, Y_t é o valor observado, e α , β e γ são os parâmetros exponenciais alisadores do nível, tendência e sazonalidade, respectivamente.

2.4 Erro percentual absoluto médio

O erro percentual absoluto médio (MAPE) é a média de todos os erros absolutos percentuais, fornecendo uma indicação do tamanho médio do erro, expresso como uma porcentagem do valor observado, independentemente do erro ser positivo ou negativo (LOPES, 2002).

É por meio deste erro que se pode avaliar os modelos de previsão de demanda e analisar a sua relevância na estimativa da necessidade futura de estoque. Deste modo, o modelo que apresenta menor erro percentual absoluto médio é o que melhor se adapta as condições reais dos dados e é calculado através da seguinte fórmula:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{|E_i|}{X_i} * 100}{N}$$

Onde:

N é o número de medidas;

E é a diferença entre a previsão de demanda e o valor real de cada período; e

X é a demanda real do período.

3. Metodologia

O artigo pode ser definido como um estudo de caso, segundo Gil (2010), consiste em um exaustivo e profundo estudo sobre um ou alguns poucos objetos, visando permitir um conhecimento amplo e detalhado destes.

Em relação à pesquisa bibliográfica, Gil (2010) diz que esta é baseada em material publicado anteriormente. Dessa forma foram consultados outros artigos e estudos sobre o mesmo assunto. Realizando análise de documentos internos do hospital, concentrando dados e procedimentos dos processos e com coleta de dados in loco.

Então a técnica utilizada para a coleta de dados foi a análise documental, onde o hospital forneceu as informações necessárias dos históricos de uso dos soros. Richardson (2008, p. 228), ressalta que a análise documental “pode ser definida como a observação que tem como objeto não os fenômenos sociais, quando e como se produzem, mas as manifestações que registram estes fenômenos e as ideias elaboradas a partir deles”.

Dessa forma a pesquisa delimitou-se aos históricos dos três soros mais utilizados pelo hospital, aplicando o modelo Holt-Winters aditivo e multiplicativo para prever a demanda a partir dos dados coletados.

4. Análise e Discussões

Efetuiu-se o estudo por meio da utilização do histórico das quantidades dos soros fisiológico 9% de 100 e 1000 ml, e soro glicosado 5% 500 ml, consumidos pelo hospital em questão, desde janeiro de 2010 até abril de 2015. Por meio eletrônico, recebeu-se o documento contendo os dados coletados e posteriormente dispuseram-se esses dados em planilhas no Microsoft Excel para uma análise inicial.

A análise preliminar foi o ponto de partida para se avaliar o comportamento da demanda de clientes ao longo do tempo. Com os dados reais postos na planilha Excel, construiu-se o gráfico da demanda em função dos meses (Figura 1), a fim de obter uma inspeção visual, permitindo identificar a presença ou não de tendência, ciclo e sazonalidade.

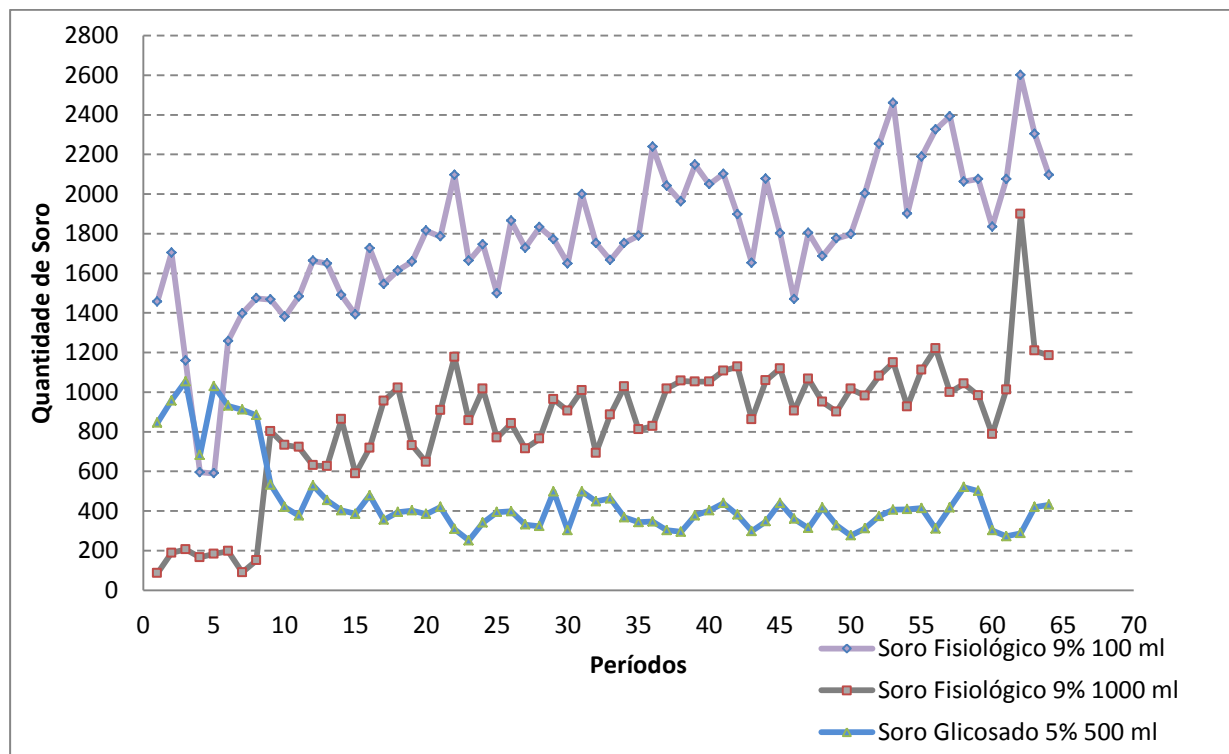


Figura 1 – Evolução do Consumo de soros Fisiológicos (9% 100 ml e 1000 ml; 5% 500 ml) utilizados no Hospital

Identificaram-se nos três tipos de soro apresentados na Figura 1, as componentes de tendência e de sazonalidade. Ou seja, os soros fisiológicos 9% de 100 ml e 1000 ml apresentaram uma tendência crescente, revelando que tem aumentado ao longo dos anos o consumo destes soros. Já não ocorreu o mesmo crescimento para o soro fisiológico de 5% 500 ml. Neste tipo de soro observou-se uma leve tendência decrescente. Visualiza-se ainda, períodos de sazonalidades nos três tipos de soros. Neste caso, o modelo Holt-Winters é um modelo adequado para fornecer a previsão.

Deste modo, os modelos foram implementados no Microsoft Excel (Holt-Winters multiplicativo e Holt-Winters aditivo).

Os valores de α , β e γ para o Modelo Aditivo e para o Modelo Multiplicativo foram identificados por meio da ferramenta Solver do Excel. Este comando procura encontrar os valores ótimos para α , β e γ que minimizam os valores do MAPE. As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores obtidos para estes parâmetros.

Tipos se soro	α	β	γ
Soro Fisiológico 09% 100 ml	0.94514	0.155191	1
Soro Fisiológico 09% 1000 ml	1	0	1
Soro Glicosado 5% 500 ml	0.951006	0.107055	1

Tabela 2 - Valores de α , β e γ para o Modelo Holt-Winters aditivo

Tipos se soro	α	β	γ
Soro Fisiológico 09% 100 ml	0.941814	0.152463	1
Soro Fisiológico 09% 1000 ml	1	0	1
Soro Glicosado 5% 500 ml	0.956316	0.10153	1

Tabela 3 - Valores de α , β e γ para o Modelo Holt-Winters multiplicativo

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos do MAPE (Erro Absoluto Médio Percentual).

Tipos de Soro	Mape Aditivo (%)	Mape Multiplicativo (%)
Soro Fisiológico 09% 100 ml	1.357493	1.392166
Soro Fisiológico 09% 1000 ml	1.005753	0.951269
Soro Glicosado 5% 500 ml	3.618994	3.564677

Tabela 4 – Valores obtidos do MAPE para os três tipos de soros

Nota-se na Tabela 4, que o Modelo Multiplicativo apresenta um valor do MAPE menor nos soros fisiológicos 9% e 1000 ml e 5% 500 ml, enquanto que o Modelo Aditivo tem uma porcentagem de erro menor para soro glicosado 9% 100 ml.

As Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 apresentam os gráficos dos dados reais e os dados obtidos por meio dos modelos utilizados para previsão nos três tipos soro.

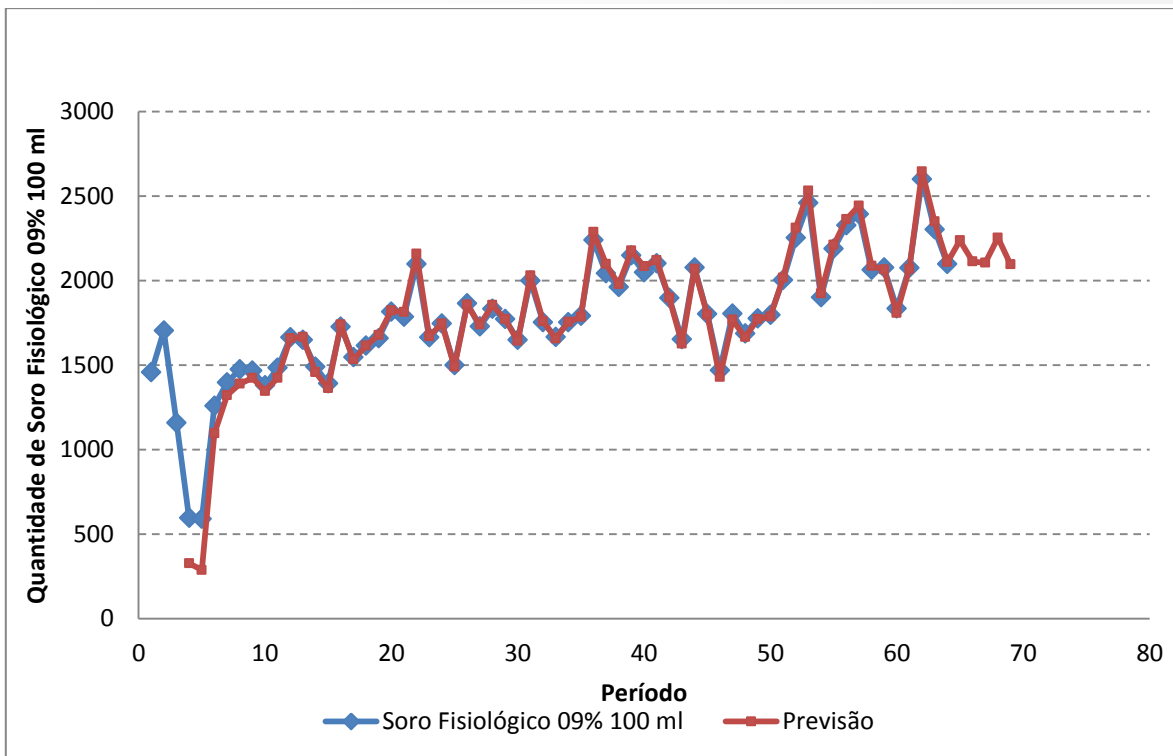


Figura 2 - Soro fisiológico 9% 100 ml – Comparação entre valores reais e previsão segundo modelo aditivo

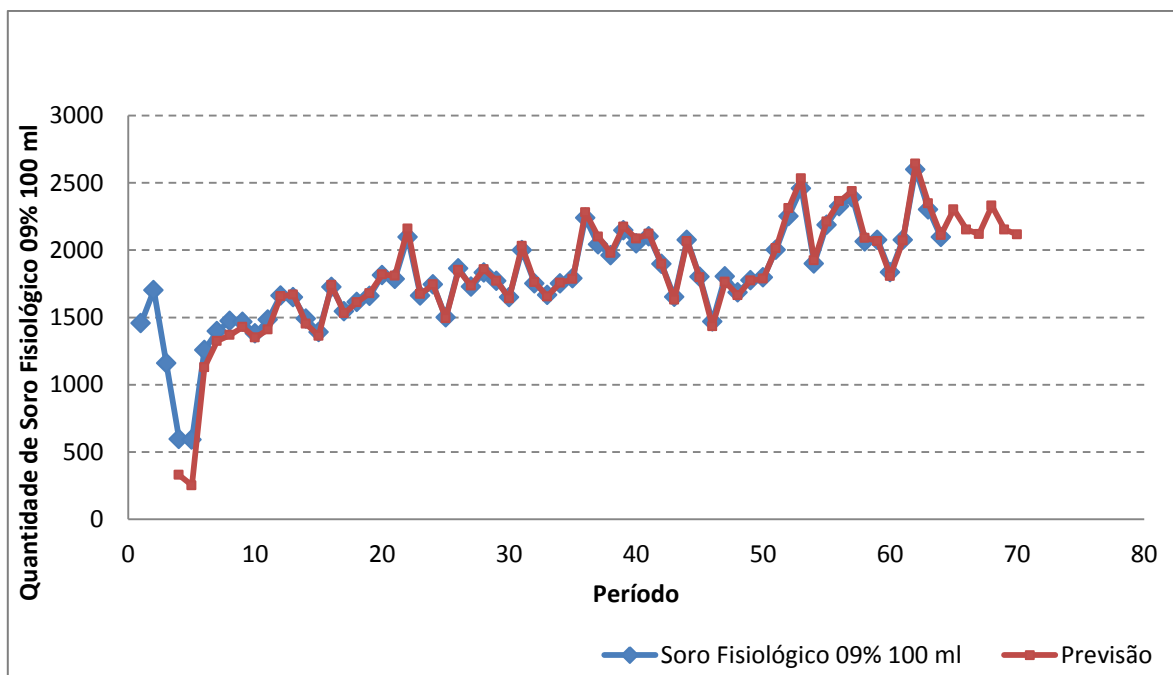


Figura 3 - Soro fisiológico 9% 100 ml – Comparação entre valores reais e previsão segundo modelo multiplicativo

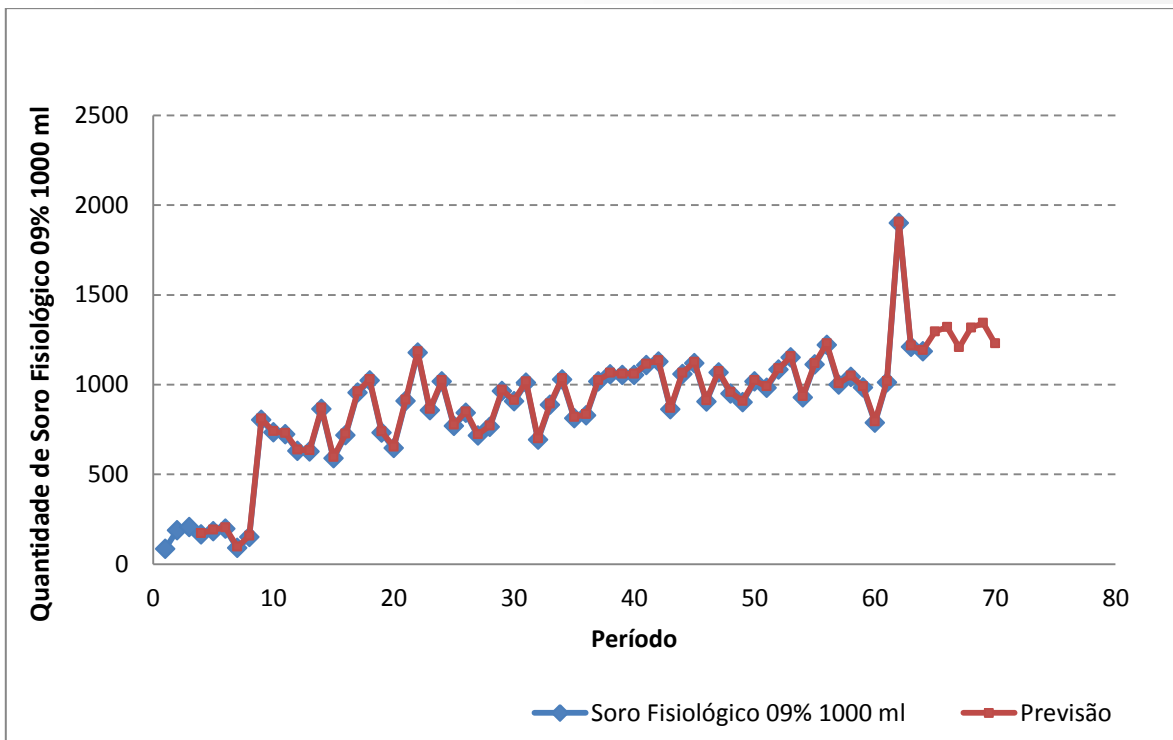


Figura 4 - Soro fisiológico 9% 1000 ml – Comparação entre valores reais e previsão segundo modelo aditivo

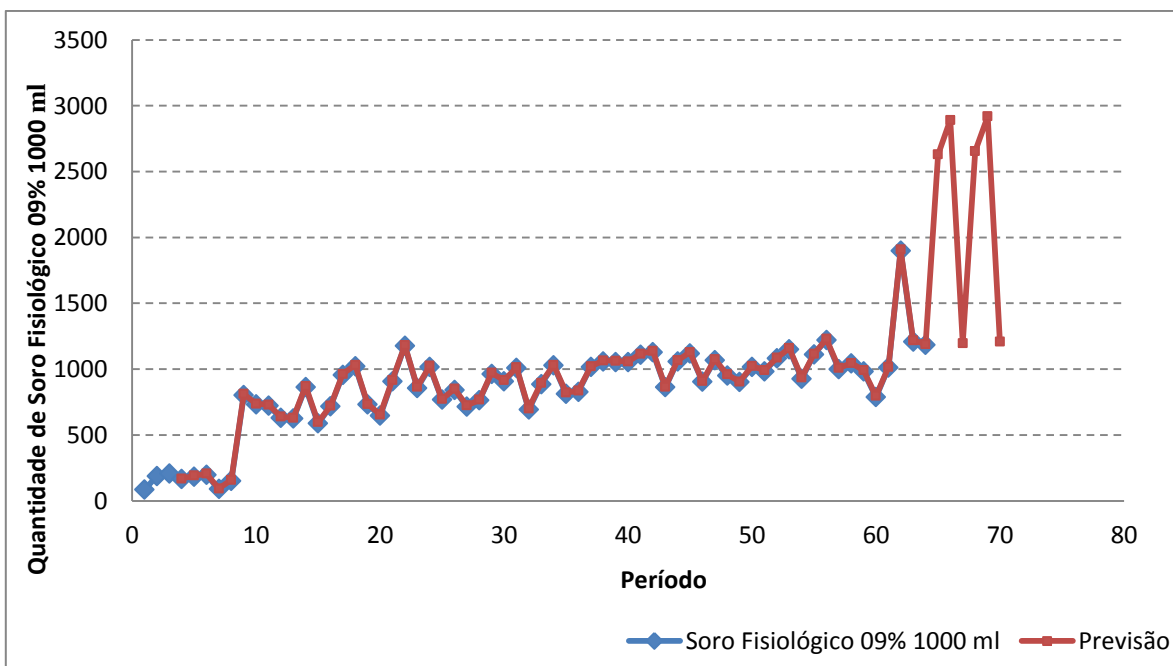
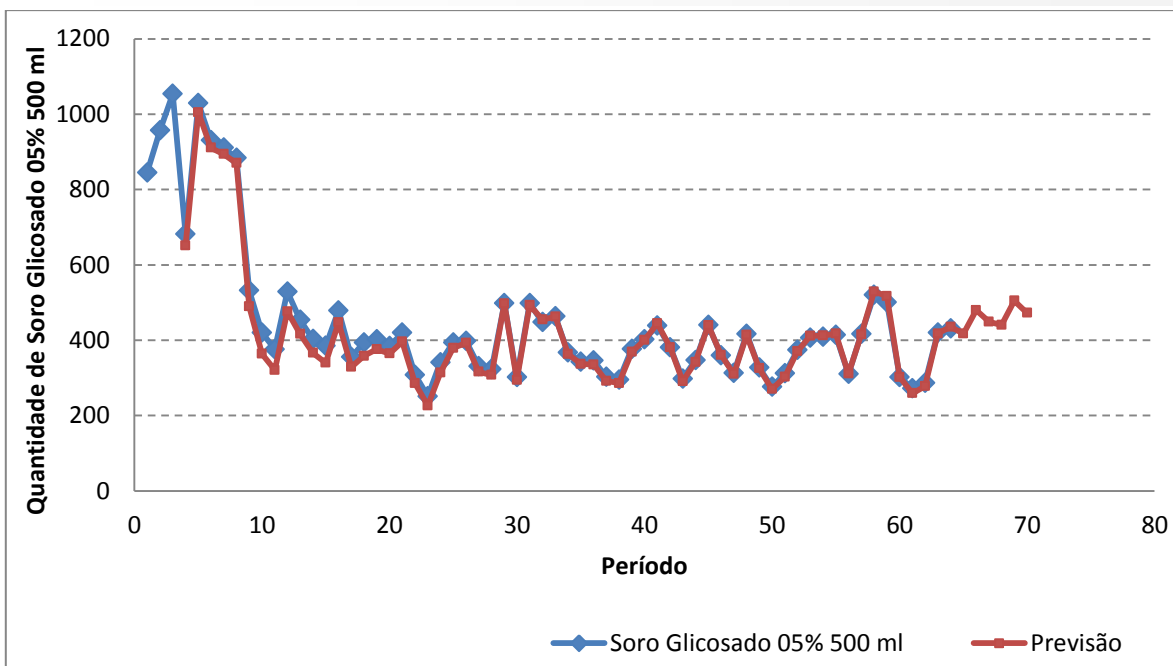


Figura 5 - Soro fisiológico 9% 1000 ml – Comparação entre valores reais e previsão segundo modelo multiplicativo



.Figura 6 - Soro glicosado 5% 500 ml – Comparação entre valores reais e previsão segundo modelo aditivo

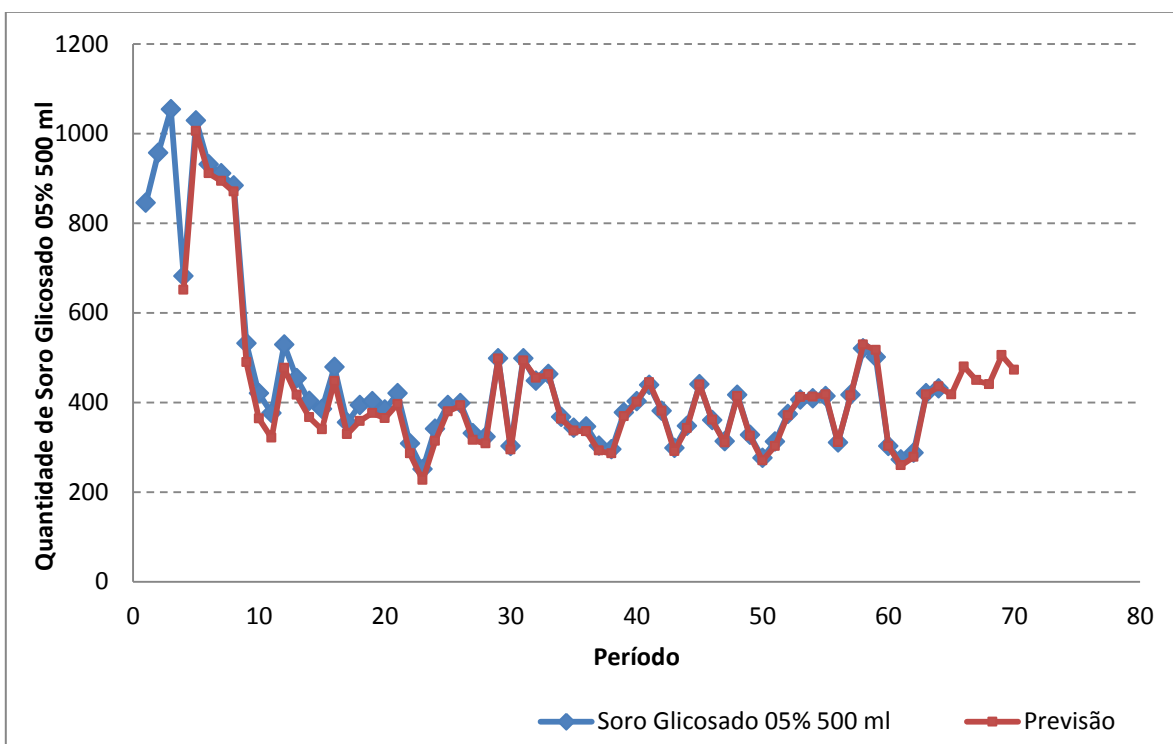


Figura 7 - Soro glicosado 5% 500 ml – Comparação entre valores reais e previsão segundo modelo multiplicativo

Observaram-se nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 que há pouca discrepância entre os dados reais e os dados obtidos para a previsão. Deste modo, os modelos utilizados, Holt Winter Aditivo e Holt-Winters Multiplicativo se ajustaram muito bem aos dados, evidências confirmadas pelos baixos valores do MAPE.

Ao analisar os resultados obtidos, pode-se verificar que o modelo Holt-winters multiplicativo de previsão de demanda é o mais adequado para a previsão das necessidades futuras do Soro Fisiológico 09% de 1000 ml e do Soro Glicosado 5% 500ml, porém o modelo Holt-winters

aditivo de previsão de demanda é o que apresenta menor erro quanto a previsão do Soro Fisiológico 09% de 100 ml, sendo assim o que melhor se adequa aos dados reais.

Por meio dos modelos escolhidos foram obtidas as previsões para os meses de Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro e Outubro de 2015 (Tabela 5).

Previsões	Soro Fisiológico 09% 100 ml	Soro Fisiológico 09% 1000 ml	Soro Glicosado 5% 500 ml
Maio – 2015	2237.814	2629.576	417.2953
Junho – 2015	2113.547	2890.805	479.8665
Julho – 2015	2104.91	1196.712	449.3252
Agosto - 2015	2253.437	2655.48	440.3117
Setembro - 2015	2095.935	2919.189	504.9337
Outubro - 2015	2085.892	1208.424	472.6455

Tabela 2 - Previsões de demanda para os três tipos de soro para alguns meses de 2015

5. Considerações Finais

Este estudo permitiu concluir, que os modelos de previsão de demanda Holt Winters (aditivo e multiplicativo) se ajustaram bem aos dados reais nos três tipos de soro analisados.

Pode-se verificar que o modelo aditivo ajustou-se melhor na previsão de demanda do soro fisiológico de 9% para embalagens de 100 ml e que o modelo multiplicativo ajustou-se melhor aos dados reais referentes a utilização do soro glicosado 5% de 500 ml e soro fisiológico de 9% 1000 ml, cujo valores do MAPE foram de 1.357%, 3.564% e 0.951% respectivamente. Sendo assim, adequados na análise e previsão de demanda dos itens estudados.

Com os métodos aplicados, o objetivo de determinar o melhor modelo de previsão de demanda para cada tipo de soro e a previsão da necessidade destes com o menor erro possível, para os próximos períodos, foi alcançado.

Portanto, conclui-se que a aplicação da ferramenta de previsão de demanda Holt-winters apresenta-se como fator determinante na análise e controle do estoque de qualquer organização.

Para a gestão de um estoque hospitalar, o emprego dos modelos de previsão é primordial, pois possibilita a programação da instituição de saúde quanto a necessidade de cada soro, prevenindo-se para períodos onde a demanda de soro é maior e preparando-se para períodos onde a utilização destes é menor, fazendo com que a mesma possa atender a demanda destes itens de forma adequada e, sem gerar custos desnecessários referentes a estocagem excessiva de materiais.

Referências

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

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. *Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, Daniele Aparecida; LOPES, Perenice Terezinha Oberger. *Análise da gestão do estoque de soro para o Hospital Marechal Cândido Rondon LTDA*. 2011. 24 f. Monografia (Especialização) - Curso de

Especialização Lato Sensu em Mba Executivo em Logística, Faculdade Sul Brasil, Marechal Cândido Rondon, 2011.

LOPES, R.D. *Previsão de Autopeças: Estudo de Caso em uma Concessionária de Veículos*. Dissertação de Mestrado. UFSC, 2002.

LUSTOSA, Leonardo Junqueira et al (Org.). *Planejamento e controle da produção*. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da produção e operações*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. *Análise de Séries Temporais*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2006.

NEUMANN, Clóvis. *Gestão de sistemas de produção e operações: Produtividade, lucratividade e competitividade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. *Metodologia para Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda – técnicas e estudo de caso*. Anais do XXI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção – CD-ROM . Salvador, 2001.

RICHARDSON, R. J. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SAMOHYL, R. W. et al. *Utilização do método de holt-winters para previsão do leite entregue às indústrias catarinenses*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis- SC. 2001