

# **Análise comparativa de métodos de previsão de demanda utilizados em uma distribuidora de medicamentos**

(Artigo a ser submetido à Revista Produção)

**Alice Senna Pereira dos Santos (UFRGS)**

alice.senna@ufrgs.br

**Flávio S. Fogliatto (UFRGS)**

ffogliatto@producao.ufrgs.br

## **Resumo**

O planejamento e o controle dos estoques têm sido um diferencial competitivo entre as organizações e por isso ferramentas e *softwares* que auxiliem no processo gerencial para tomada de decisões vêm sendo frequentemente utilizados pelas empresas. O presente artigo destaca a importância da previsão de demanda para o dimensionamento dos estoques e reposição de produtos em uma distribuidora de medicamentos, bem como o impacto de previsões equivocadas em produtos com *outliers* em suas séries de dados devido a longos períodos de escassez. A metodologia proposta aborda o tratamento da séries de dados históricos para a obtenção de previsões mais acuradas e o dimensionamento ideal do estoque de segurança dos produtos analisados. Após o tratamento dos dados, realizou-se a comparação entre os modelos de previsão de demanda sugeridos pelo *software* da empresa e o *software* NCSS. O resultado obtido foi uma melhora nas previsões de demanda futuras, medidas através de um indicador desenvolvido neste estudo, e um aumento no estoque de segurança da empresa, melhorando a reposição dos produtos em análise.

**Palavras-chave:** Modelos de previsão de demanda, estoque de segurança e tratamento de outliers.

## ***Abstract***

*The planning and inventory control have been a competitive differentiator between organizations and, therefore, tools and software to assist in the managerial decision-making have often been used by companies. This article highlights the importance of the demand forecasting for the sizing of stocks and products replenishment, as well as the impact of erroneous forecasts on products with outliers in their historical data due to long periods of scarcity. The proposed methodology covers the treatment of historical data series in order to obtain better predictions and optimal sizing of the safety stock for the analyzed products. After data treatment, comparisons between the models of demand forecasting suggested by a company's software and the software NCSS were performed. As a result, it was obtained an improvement of forecasting for future demands, measured by an indicator developed in this study, and an increase in safety stock of the company, improving the replenishment of products being considered.*

***Key-words:*** Demand forecasting models, safety stock and treatment of outliers.

## **1. Introdução**

A indústria farmacêutica cresce de forma consistente no Brasil nos últimos anos. Em 2011, esse mercado cresceu 19% e atingiu 38 bilhões de reais em vendas. Com as crescentes políticas sociais, o aumento da distribuição de renda no país e a ampliação do acesso à saúde, a consultoria Intercontinental Medical Statistics (IMS) Health (IMS, 2013) estima que até 2017 o mercado farmacêutico Brasileiro atinja 87 bilhões de reais em vendas. Outro fator importante, que poderá impulsionar o aumento nas vendas no Brasil, é a perda de patentes de aproximadamente 1 bilhão em volume de vendas de produtos nos próximos quatro anos (IMS, 2013).

Com essa projeção de crescimento do mercado farmacêutico, a análise e a previsão de demanda têm ocupado destacado papel nas organizações deste setor, já que a manutenção e dimensionamento ideal do estoque pode representar um diferencial competitivo para a empresa (MANCUZO, 2003). A previsão de demanda pode revelar, ainda, tendências de mercado e auxiliar em tomadas de decisões mais complexas e precisas (RIBEIRO e WERNER, 2003).

Visando a qualidade, a produtividade e o atendimento ao cliente, os métodos de previsão de demanda tornam-se ferramentas importantes para auxiliar no planejamento e alocação dos recursos necessários à empresa. Atualmente, a utilização de *softwares* para melhor gerenciar a cadeia de suprimentos tem sido cada vez mais comum. Entretanto, a maioria dos métodos de previsão de demanda analisa as informações utilizando uma única técnica de previsão, o que pode não ser suficiente para uma análise completa do mercado, pois na sua atual circunstância, é necessário utilizar quaisquer informações que se encontrem disponíveis (RIBEIRO e WERNER, 2006).

Desta forma, a fim de obter o melhor modelo estatístico que proporcione o menor erro possível, a previsão de demanda pode ser realizada de forma quantitativa, qualitativa ou por combinação de ambos (PELLEGRINI e FOGLIATTO, 2001). Segundo Werner (2004), a combinação de previsões utilizada com o ajuste baseado na opinião é mais flexível, e assim mais adequada, quando as condições de previsão mudam e não podem ser explicadas por uma série de dados históricos.

Contudo, é possível perceber o pouco conhecimento das empresas no que se refere às técnicas de previsão de demanda. Portanto, é fundamental o maior aprofundamento na discussão dessas técnicas, a fim de otimizar os ajustes realizados por intervenção humana.

O objetivo deste trabalho é comparar os métodos de previsão de demanda utilizados pelo *software* de uma distribuidora de medicamentos em produtos que com séries históricas prejudicadas, devido a frequentes períodos de escassez. O resultado esperado para o trabalho é uma lista de deficiências identificadas no *software* de gestão de estoques utilizado pela empresa, acompanhada de proposição de melhorias.

O artigo está dividido em 4 seções, além desta introdução. Na seção 2 é realizada a revisão bibliográfica que apresenta conceitos sobre modelos de gestão de estoques por reposição periódica, previsão de demanda e tratamento de dados espúrios. Na seção 3 apresenta-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo, enquanto que a seção 4 apresenta a discussão e os resultados obtidos. As conclusões do trabalho são descritas na seção 5.

## **2. Referencial Teórico**

O gerenciamento eficaz dos estoques é fundamental para que a empresa atinja seu pleno potencial em qualquer cadeia de valor. Esse gerenciamento requer informações sobre as

demandas esperadas, os volumes de estoque disponíveis, e o volume e momento de realizar novos pedidos (KRAJEWSKI *et al.*, 2008).

Desta forma, esse referencial teórico limita-se ao modelo de gestão de estoques por reposição periódica e modelos tradicionais de previsão de demanda, já que são os modelos utilizados pela empresa analisada, para posteriormente sugerir melhorias na utilização destas informações.

## **2.1. Modelo de Gestão de Estoques por Reposição Periódica**

Existem dois modelos bastante difundidos de gestão de estoques: o de reposição por revisão contínua (RC) e por revisão periódica (RP). Cada modelo possui vantagens e desvantagens em relação ao outro, e sua escolha depende das características dos itens em estoque e do contexto em que estão inseridos (SILVA *et al.*, 2011). A diferença entre esses modelos está centrada no período de revisão e nas quantidades de reposição (ELSAYED & BOUCHER, 1994).

Na gestão dos estoques, os níveis de estoque devem ser revistos para evitar a escassez do produto, provocada em razão de maior demanda, ou excessos, decorrentes de sua redução. Além disso, oscilações nos tempos de reposição também provocam fortes impactos nos níveis de estoque (GARCIA *et al.*, 2009).

Mesquita e Sandrini (2008) verificaram, através de estudos experimentais, que o aumento da variação na demanda ocasiona em um maior estoque de segurança para acomodar as incertezas dele decorrentes. Segundo Krajewski *et al.* (2008), no momento em que se dará a recomendação de compra, o sistema determina a reposição do estoque considerando o intervalo de reposição, o *lead time*, o estoque atual, o estoque de segurança e o estoque em trânsito (isto é, a pendência de compra que ainda será entregue).

No modelo em que o monitoramento do estoque é realizado periodicamente, em intervalos fixos de tempo, o estoque médio tende a ser mais elevado, pois deve atender as flutuações de demanda ocorridas entre a colocação dos pedidos, além de oscilações no *lead time* de entrega do produto (SILVA *et al.*, 2011).

A reposição periódica estabelece uma rotina de análise e, por isso, esse sistema pode ser encontrado com frequência em empresas que comercializam um grande número de itens. O sistema de RP estabelece que um novo pedido deva ser colocado ao final de cada revisão,

após um intervalo de tempo determinado pelo nível de estoque definido como meta pela empresa (KRAJEWSKI *et al.*, 2008).

Em um sistema de RP, o tamanho do lote pode variar entre os pedidos; porém, o intervalo de tempo entre eles são fixos. A colocação do pedido após o intervalo é realizada a fim de aumentar o nível de estoque, de acordo com a quantidade definida como meta e essa deve ser suficiente para atender a demanda até a chegada do novo pedido (KRAJEWSKI *et al.*, 2008).

Além da determinação do lote de compra, outra variável importante em um sistema de RP é a quantidade do estoque de segurança, que considera a soma das variabilidades no *lead time* e na demanda no intervalo entre a colocação dos pedidos (KRAJEWSKI *et al.*, 2008). A Tabela 1 apresenta as equações para o cálculo do lote econômico e do estoque de segurança em um sistema de RP (KRAJEWSKI *et al.*, 2008).

**Tabela 1 – Fórmulas para cálculos**

Tamanho do lote do Ciclo $i$	$Q_i = T - NE_i$
Estoque de Segurança	$ES = z\sigma_{P+L}$

**Fonte:** Adaptado de Krajewski *et al.* (2008).

Na Tabela 1,  $Q_i$  é o tamanho do lote no ciclo  $i$ ,  $T$  designa o estoque alvo,  $NE_i$  é o nível de estoque no ciclo  $i$ ,  $\sigma_{P+L}$  é o desvio padrão da demanda durante o intervalo de proteção, sendo este intervalo referente ao tempo de lead time e o tempo de colocação entre cada pedido e,  $z$  é número de desvios-padrões acima da demanda média para o qual se deseja oferecer proteção ao sistema durante o intervalo de proteção.

O estoque de segurança é calculado a fim de proteger o sistema de estoques contra incertezas devidas a oscilações na demanda, no *lead time* e na regularidade do fornecimento (DROHOMERETSKI *et al.*, 2009). Estoques de segurança dimensionados equivocadamente podem ocasionar desperdício de recursos e capital ou, até mesmo, queda no nível de serviço da empresa. Tradicionalmente, o estoque de segurança pode ser calculado considerando a variabilidade na demanda, no *lead time* de entrega e no erro de previsão de demanda.

## 2.2. Modelos Tradicionais de Previsão de Demanda

A previsão de demanda é uma atividade indispensável no processo de controle e planejamento de diversas áreas de gestão nas organizações e por isso vem ocupando um papel estratégico nas empresas. De acordo com Slack *et al.* (2007), a previsão pode apresentar dificuldades em ser realizada mesmo quando é possível identificar um padrão nas vendas do item sob análise, pois eventos inesperados podem alterar a demanda repentinamente.

Flutuações de demanda decorrentes de negócios e promoções, períodos de escassez e migrações de demanda entre produtos, avanços tecnológicos, mudanças climáticas e concorrência global exercem forte pressão sobre a acurácia das previsões realizadas pelas organizações. Com o objetivo de contornar essas variações, diferentes modelos de previsão de demanda foram desenvolvidos para que as empresas identifiquem qual o modelo mais viável a sua condição.

Os modelos de previsão de demanda podem ser divididos em qualitativos e quantitativos. Modelos qualitativos se baseiam na intuição e no julgamento humano e, por isso, são mais vulneráveis e sujeitos a erros, o que compromete a confiabilidade dos resultados. Modelos quantitativos baseiam-se em uma sequência de dados ordenada ao longo do tempo. Essa sequência é tratada como uma série temporal e, através desse histórico, pode ser possível determinar a tendência de comportamento da demanda que se manterá no futuro através de um modelo matemático (PELLEGRINI e FOGLIATTO, 2001).

Segundo Krajewski *et al.* (2008), na análise de série temporal as informações históricas são utilizadas para identificar padrões de demandas, a fim de replicá-las no futuro. Neste artigo, serão descritos os métodos de séries temporais adequados para a modelagem de padrões tradicionais de demanda, a saber: horizontal, tendencial e sazonal.

A demanda caracterizada por um padrão horizontal apresenta uma variação aleatória dos valores em torno de um valor de média. O padrão tendencial ocorre quando os valores históricos apresentam uma tendência de crescimento ou decréscimo no tempo. O padrão sazonal ocorre quando há periodicidade nos valores da série em intervalos fixos de tempo (KRAJEWSKI *et al.*, 2008).

A demanda caracterizada por um padrão horizontal pode ser modelada através do cálculo de médias móveis simples ou ponderadas. O modelo da média móvel simples estima apenas a

média aritmética dos valores observados em uma janela de tempo definida pelo usuário para se obter uma previsão para o próximo período. Assim que um período novo for calculado, este substituirá o período mais antigo. Apesar da simplicidade do cálculo, esse método mostra-se eficaz ao ser utilizado em séries que não apresentam tendência ou sazonalidade, ou seja, quando os valores assumidos flutuam em torno de uma média constante (KRAJEWSKI *et al.*, 2008).

O modelo de média móvel ponderada é semelhante ao anterior, entretanto cada valor de demanda histórica poderá apresentar um peso específico de importância. A vantagem desse modelo está em colocar pesos mais altos em períodos mais próximos, para identificar possíveis situações de tendência na série de dados (KRAJEWSKI *et al.*, 2008).

Uma família de modelos de previsão, denominados de suavização exponenciais, são vastamente utilizados na caracterização de séries de demanda com os três tipos de padrões mencionados anteriormente. Os modelos de suavização exponencial atribuem uma ponderação distinta para cada valor da série temporal de demanda, de forma que pesos mais altos costumam ser alocados a períodos mais recentes da série (PELLEGRINI & FOGLIATTO, 2001). A família de modelos de suavização exponencial divide-se em três modelos: suavização exponencial simples, suavização exponencial dupla (ou modelo de Holt) e suavização exponencial tripla (ou modelo de Holt-Winters). Esses modelos são brevemente apresentados na sequência.

A suavização exponencial simples faz uso do erro de previsão do período anterior para ajustar a previsão do período futuro. O valor da constante de suavização pode ser obtido através da média do quadrado dos erros, assumindo valores de zero a um (PELLEGRINI & FOGLIATTO, 2001).

Utilizado em séries temporais que apresentam tendência linear, o modelo de suavização exponencial dupla, ou de Holt, utiliza duas constantes de suavização, uma para a estimativa do nível e a outra para a inclinação da série temporal. Os valores das constantes de suavização podem ser calculados conforme sugerido para o modelo de suavização simples (PELLEGRINI & FOGLIATTO, 2001).

O modelo de suavização Exponencial de Holt-Winters é utilizado na caracterização de séries que apresentam sazonalidade, além da tendência linear. Séries sazonais são aquelas que possuem padrões cíclicos de variações, repetidos sempre em um mesmo período. O modelo

de Holt-Winters pode ser dividido em dois grupos: aditivo ou multiplicativo; para cada caso, serão calculadas de formas diferentes a previsão, o nível, a tendência e a sazonalidade (PELLEGRINI & FOGLIATTO, 2001).

### **2.2.1. Tratamento de valores espúrios em séries de dados de demanda**

Um fator importante que ainda deve ser considerado para o melhor desempenho da previsão de demanda são os erros de previsão ocorridos devido à dificuldade no tratamento de valores espúrios ou atípicos (também denominados *outliers*). Esses valores podem ser gerados por promoções esporádicas, falta de produtos, erros de informação e oscilações de mercado.

Os modelos de previsão de demanda tradicionais são impactados negativamente pela presença de valores espúrios na série de dados de demanda, quando estes valores não são relacionados a eventos periódicos. Mesmo após sua retirada da série, eles podem ainda impactar em erros nas previsões geradas pelos modelos, dependendo da estratégia de substituição adotada para o valor espúrio.

Segundo Pellegrini (2000), alguns procedimentos são fundamentais no tratamento de valores espúrios. O autor sugere que quando for observado um *outlier* e houver valores suficientes para gerar um modelo de previsão utilizando a porção da série que antecede o valor espúrio, este deverá ser substituído pela previsão correspondente ao mesmo período, sendo o *outlier* original então excluído da série de dados. Entretanto, quando não houver dados suficientes para a substituição dos valores espúrios, Pellegrini (2000) sugere a substituição pelo valor médio das observações imediatamente adjacentes para, então, gerar o modelo de previsão para esta série.

É importante ressaltar que, mesmo com o tratamento desses valores, podem ocorrer erros nas previsões geradas pelo modelo estatístico. Por isso, Krajewski *et al.* (2008) sugerem que um dos critérios a ser utilizado para orientar a seleção dos valores dos parâmetros necessários na escolha do método de previsão de demanda seja a medição dos erros de previsão ocorridos no período de análise.



### **3. Procedimentos Metodológicos**

Nesta seção é realizado o estudo do método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa apresentada neste trabalho. Para tanto, a seção está dividida em descrição do cenário, método de pesquisa e estudo de caso.

#### **3.1. Descrição do Cenário**

O trabalho foi realizado em um grupo de empresas empresarial atuante principalmente na região sul do Brasil. O grupo é constituído por uma distribuidora de medicamentos, uma rede de farmácias e um laboratório de produtos oficinais. O foco deste trabalho está na distribuidora que, atualmente, possui três centros de distribuição (CD) e atende tanto o varejo, constituído pela rede de farmácias pertencentes ao grupo, quanto o atacado, constituído por outras diversas farmácias na região sul. A pesquisa trata da atividade desempenhada por analistas de estoques nos ajustes de previsão de demanda para realização de pedidos de compras e, por isso, envolve o setor de Compras e o setor de Gestão de Estoques.

Atualmente, a empresa dispõe de um *software* de previsão de demanda que calcula, através de modelos de previsão, a venda no mês dos produtos que são trabalhados por ela. Esse recurso é gerenciado pelo setor de Gestão de Estoques e disponibiliza informações de venda e estoque nos centros de distribuição, auxiliando os setores de Compras e Gestão de Estoques no controle das necessidades de compras e no balanceamento dos estoques, de acordo com a venda futura. No entanto, mesmo com a utilização desse *software*, é possível observar algumas deficiências no processo e, por isso, é fundamental o gerenciamento da ferramenta por analistas de estoques.

As deficiências encontradas, e que justificam o estudo, são principalmente quanto à falta de estoques. A escassez no abastecimento e o atraso no recebimento de mercadorias são alguns dos fatores que interferem nos cálculos realizados pelo *software* para a reposição de produtos e para o cálculo do seu estoque de segurança.

#### **3.2. Método de Pesquisa**

O método de pesquisa é de natureza aplicada, pois objetiva gerar novos conhecimentos através da teoria para a solução de problemas específicos. Além disso, é uma pesquisa de

abordagem quantitativa, pois traduz em números as informações obtidas para posterior análise.

A pesquisa desenvolvida tem caráter exploratório, pois visa proporcionar maior entendimento do problema, a fim de torná-lo explícito através da análise e comparação de exemplos que estimulem a compreensão. Sendo assim, o procedimento utilizado, será um estudo de caso, seguindo as etapas de definição do problema, definição dos produtos a serem analisadas, coleta de dados, análise e comparação dos dados e análise do cálculo do estoque de segurança.

### 3.3. Estudo do método de trabalho

Nessa seção será caracterizado o estudo do método de trabalho, através da descrição das etapas realizadas para o desenvolvimento dessa pesquisa. Serão comparados os modelos tradicionais de previsão de demanda, mencionados na seção anterior, conforme as etapas da Figura 1.

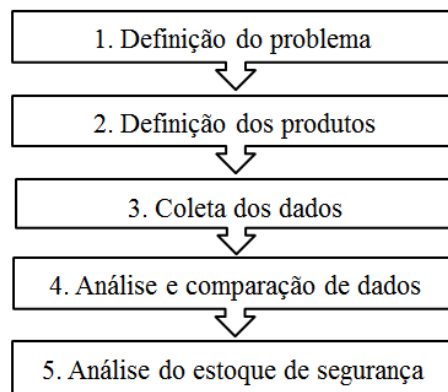


Figura 1 – Etapas do método de trabalho

#### 3.3.1. Definição do problema

A problemática a ser analisada neste trabalho é a avaliação dos modelos de previsão de demanda selecionados automaticamente pelo *software* utilizado no gerenciamento da demanda e reposição dos estoques de uma distribuidora de medicamentos, especialmente em cenários onde há escassez de recursos. Nesses casos, o *software* tem-se mostrado deficiente

nas previsões de demanda sugeridas, o que impacta diretamente no cálculo realizado para o estoque de segurança, gerando uma recomendação de compras subestimada.

### **3.3.2. Definição dos produtos**

A escolha dos produtos a serem analisados será realizada a partir da classificação ABC. Nesta análise será considerado apenas o volume de vendas na composição da variável classificatória. Entretanto, por ser um número bastante elevado de produtos em cada uma das classes, será aplicada uma nova classificação para os itens classe A, a fim de identificar os produtos AA. Ainda será considerada a opinião dos analistas do setor de Gestão de Estoques na indicação de produtos que apresentem dificuldades quanto à reposição, a fim de reduzir o número de itens para uma análise mais detalhada.

### **3.3.3. Coleta de dados**

Serão coletados dados históricos de venda e estoque dos últimos 33 meses para análise e posterior comparação. Os períodos em que não houver vendas, devido a escassez dos itens demandados serão substituídos pela informação de venda ocorrida no mesmo período do ano anterior. Os *outliers*, devidos a picos de venda, também serão corrigidos da mesma forma.

Para análise do impacto gerado pelo ajuste de previsão no cálculo do estoque de segurança, serão coletados os valores do estoque de segurança calculado pelo *software* da empresa para posterior análise.

### **3.3.4. Análise e comparação dos dados**

Inicialmente, a análise dos dados históricos será realizada a partir de sua representação gráfica para identificação de valores espúrios e perfil de venda, determinando possíveis padrões de tendência e sazonalidade. Desta forma, pretende-se obter informações para a escolha manual do melhor modelo estatístico de previsão de demanda utilizando o *software* NCSS. A escolha deste programa deve-se a sua interface didática e de fácil utilização.

Na sequência, será realizada a comparação do modelo selecionado automaticamente pelo *software* da empresa e o selecionado através do NCSS. Além disso, será avaliada a qualidade do ajuste dos modelos aos dados através dos resíduos dos valores preditos, do coeficiente de

determinação  $R^2$  e do *mean absolute percentage error* (MAPE), indicador utilizado pelo *software* da empresa. Tais indicadores sinalizam o modelo de previsão de demanda mais adequado para a série de dados.

### **3.3.5. Análise do cálculo do estoque de segurança**

Nessa etapa, será analisado o cálculo do estoque de segurança e os componentes de variabilidade utilizados pela empresa. Esta análise propõe adequar o estoque de segurança à realidade da empresa e minimizar as faltas ocasionadas por previsões de demanda subestimadas.

## **4. Resultados**

Nesta seção são discutidos e expostos os resultados obtidos através da aplicação das 5 etapas do método de trabalho.

### **4.1. Definição do problema**

A problemática da empresa foi identificada por analistas do setor de Gestão de Estoques em que a necessidade de intervenção humana nas previsões de demanda, realizada pelo *software* atual da empresa, se tornava cada vez mais frequente. Isso porque (i) a escassez no abastecimento de determinados produtos, devido a rupturas no fornecedor, ações de venda ou *outliers*, e (ii) grandes variações nos tempos de entrega provocavam o dimensionamento equivocado de parâmetros e, conseqüentemente, uma recomendação de compra subestimada.

O entendimento do *software* da empresa quanto aos períodos de escassez gera previsões de demanda subestimadas, pois a venda não está ocorrendo, impactando diretamente no valor do estoque de segurança, gerando um ciclo de reposição dos produtos continuamente prejudicado.

### **4.2. Definição dos produtos**

A empresa já possui uma classificação ABC para todos os seus itens trabalhados, que considera volume de venda e preço. Entretanto, para fins de análise de impacto na quantidade, foi necessária uma nova classificação que considerasse apenas o volume de vendas em unidades. Isso porque percebeu-se, em 30 dias de acompanhamento das atividades dos

analistas do setor, que a necessidade de ajustes de previsão de demanda nos produtos com alto giro foi mais frequente do que para produtos com alto valor agregado, mas de baixo giro. Desta forma, o número encontrado de itens classe A foi de aproximadamente 1.000 itens. O período considerado para análise de venda e posterior classificação ABC compreendeu 90 dias de venda.

Conforme previsto, o volume de itens para análise foi bastante superior e para reduzir este volume foi realizada uma nova classificação, somente para os produtos A, a fim de identificar aqueles pertencentes à classe AA.

### **4.3. Coleta de dados**

A coleta dos dados históricos dos últimos 33 meses de venda e estoque foi realizada somente para os itens classe AA, identificados na seção anterior. Neste momento, houve a análise das informações para escolha dos 2 itens que apresentaram histórico de faltas mais frequentes e giro alto como sendo potenciais produtos com previsões subestimadas. A opinião dos analistas do setor também foi considerada para o direcionamento de itens com deficiência nas previsões de demanda. A partir destas informações foi possível realizar a escolha dos produtos para análise.

Nesta etapa, os dados históricos de demanda dos produtos selecionados para análise foram tratados de forma que os períodos de escassez (isto é, com demanda zero) fossem substituídos pela média das observações adjacentes. Os períodos sem venda e sem dados adjacentes foram substituídos pela venda ocorrida no mesmo período do ano anterior.

Ainda foram coletadas as quantidades referentes ao estoque de segurança dos itens em análise para, após o tratamento dos dados, analisar o impacto gerado devido aos ajustes de previsões.

A nomenclatura utilizada neste artigo para identificar os produtos de análise será P1 e P2, e para o *software* da empresa será S1. O *software* de teste NCSS será identificado com seu próprio nome. Os resultados das análises realizadas serão detalhados nas seções a seguir.

### **4.4. Análise e comparação dos dados**

Nesta etapa foi realizado o tratamento dos dados coletados na seção anterior. Desta forma, as observações de venda e estoque foram agrupadas em pares para que os dias sem venda, devido à escassez de estoque e, picos de venda de demandas reprimidas neste período fossem

identificados e tratados pontualmente para maior acurácia dos dados e percepção do comportamento de venda dos produtos selecionados.

O tratamento das informações foi realizado por dia; entretanto, para fins de análise, redução do número de observações e avaliação dos métodos de previsão de demanda foi realizado o agrupamento em meses, da mesma forma como é trabalhado pelo *software* da empresa. A Figura 2 mostra o perfil de venda do produto P1, a partir dos dados de venda realizados no período de 33 observações e, em seguida, na Figura 3, o resultado obtido pelo tratamento da informação nos períodos de falta.

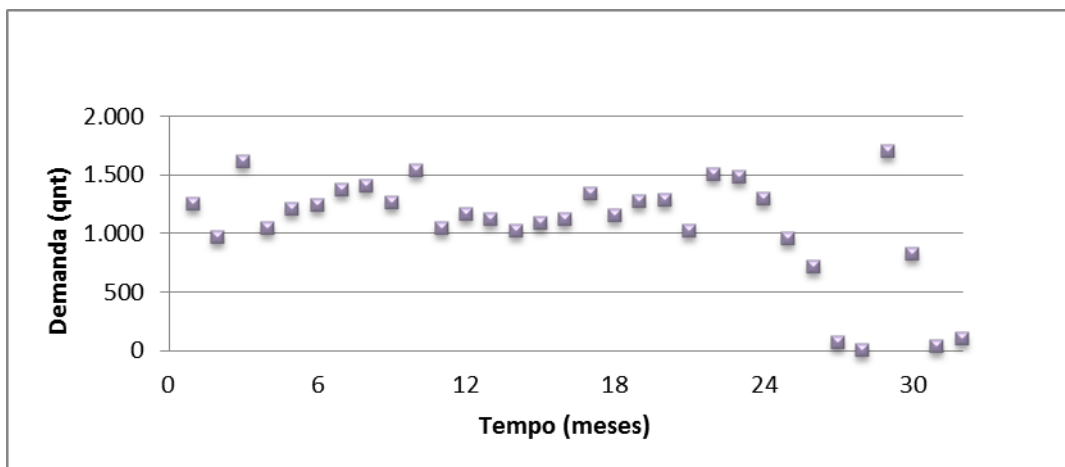


Figura 2 – Perfil de venda realizado P1

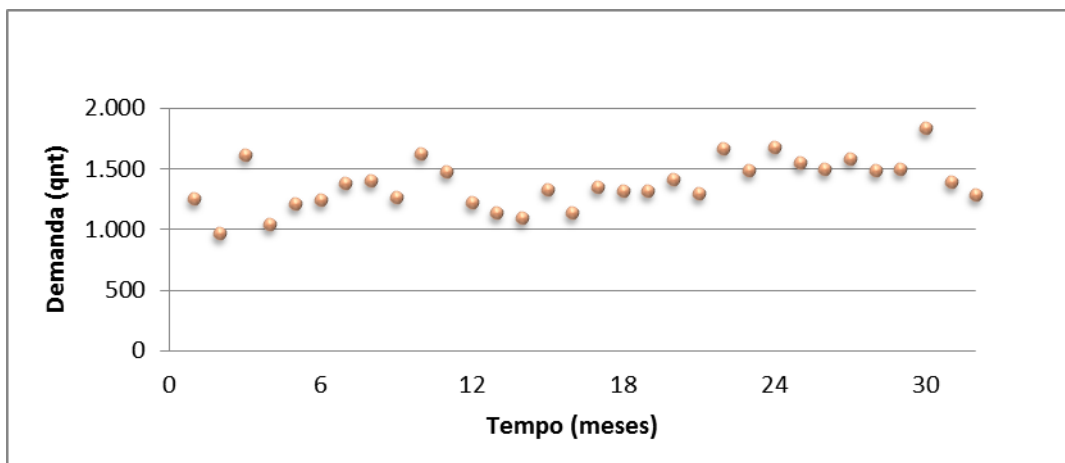


Figura 3 – Perfil de venda tratado P1

Na análise das figuras é possível perceber que, a partir da 24ª observação da Figura 1 o produto apresentou uma forte redução nas vendas, tendendo a zero nos períodos de escassez, seguido de um pico de venda devido à demanda reprimida no período, quando houve a entrada do item no estoque. Após o tratamento dos dados, observa-se que as variações da

demanda reduzem significativamente ao final do período de análise, sendo possível perceber que o produto apresenta regularidade na demanda, proporcionando dados mais confiáveis para uma análise mais assertiva e escolha do método de previsão de demanda mais adequado. A tendência de vendas apresentada no produto P1 não propõe sazonalidade e, por isso, os testes serão realizados com os modelos de Suavização Exponencial Simples e Dupla (Modelo de Holt).

O tratamento dos dados do produto P2 foi realizado de forma diferente, já que há uma alteração nos níveis de demanda deste produto. Desta forma, os períodos de escassez foram tratados somente pela média das observações adjacentes e repetidos em períodos que não houve adjacências. As Figuras 4 e 5 permitem realizar a análise do resultado obtido para a determinação do perfil de venda deste produto.

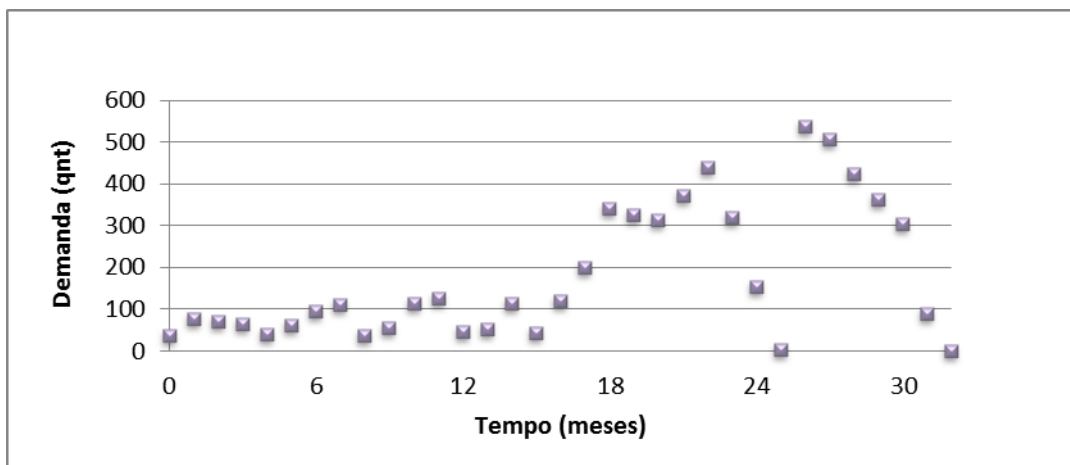


Figura 3 – Perfil de venda realizado P2

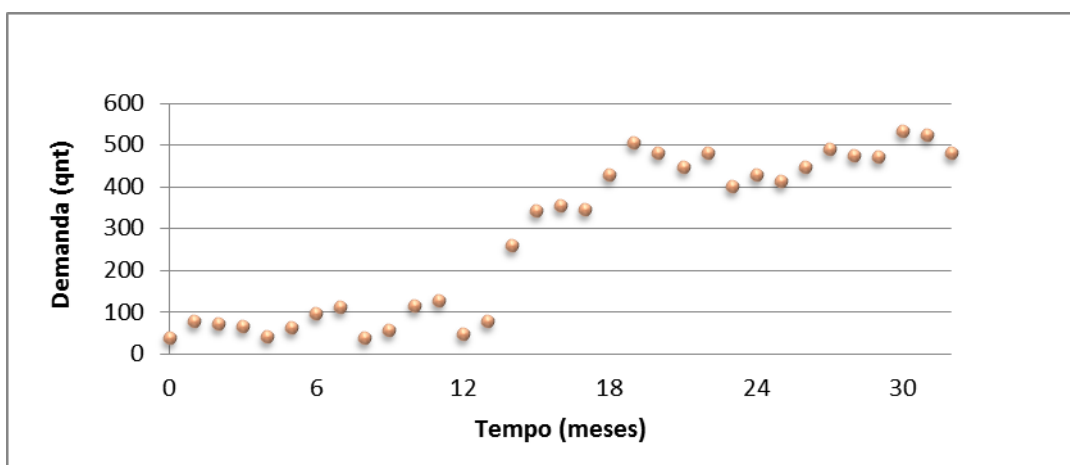


Figura 4 – Perfil de venda tratado P2

O produto P2 apresentou mais dias de escassez ao longo do período analisado do que P1, isso porque a demanda deste produto aumentou e a reposição não ocorreu de forma adequada, apresentando diversos dias de ruptura e prejudicando a série de dados. Neste perfil de venda observa-se que nos períodos entre 12 e 20, houve o crescimento da venda seguido de rupturas, porém em níveis superiores ao realizados nas observações anteriores. Para fins de modelo de previsão, a série de dados de P2 foi truncada e foram utilizados somente os dados a partir da observação 12, pois neste momento a série apresenta mudança de nível de venda. Analisando o perfil de venda é possível testar os mesmos modelos utilizados na modelagem de P1.

A determinação do perfil de venda de cada produto, após o tratamento dos dados, é fundamental para elencar os modelos de previsão de demanda mais adequados para serem testados e escolhidos de acordo com os resultados dos valores do  $R^2$  e do MAPE, que foram os critérios selecionados neste estudo para escolha do melhor modelo.

Para a realização dos testes de previsão de demanda no NCSS foram utilizadas 33 observações, sendo 30 dados históricos e as demais previsões. Desta forma, o horizonte de planejamento foi de 90 dias, para manter o mesmo critério utilizado pelo *software* da empresa.

No *software* S1 estes produtos apresentaram o mesmo modelo de previsão de demanda (Suavização Exponencial Simples). Durante o acompanhamento das atividades dos analistas foi possível perceber que esse era o modelo mais frequentemente escolhido em produtos que apresentaram muitos períodos de falta.

Na Tabela 2 tem-se o comparativo entre os resultados obtidos em cada modelo no NCSS e pelo *software* S1 da empresa. Para melhor comparar os métodos foi desenvolvido um indicador que permite avaliar a eficiência de cada modelo. A proposta de uso desse indicador busca o maior resultado entre a divisão do coeficiente de determinação  $R^2$  e o quadrado do valor de *mean absolute percentage error* (MAPE) para identificar qual seja o melhor modelo a ser utilizado na obtenção das previsões futuras de cada produto.

O  $R^2$  e o MAPE foram escolhidos na composição do indicador por proporcionarem informações quanto à qualidade do ajuste e o erro entre a previsão de demanda e a venda realizada. Além disso, o MAPE é o indicador utilizado pelo *software* S1 e o  $R^2$  é o indicador utilizado pelo NCSS. Esses indicadores foram medidos e calculados a partir das informações de venda já tratadas, pois o MAPE gerado por S1 é prejudicado devido à falta, já que a previsão e o realizado tornam-se muito próximos de zero.



**Tabela 2 – Indicadores de previsão**

		Suavização Exponencial Simples (S.E.S.)		Suavização Exponencial Dupla/Holt (S.E.D.)		Indicador	
		R <sup>2</sup>	MAPE	R <sup>2</sup>	MAPE	S.E.S.	S.E.D.
NCSS	P1	0,20	0,11	0,22	0,12	<u>16,53</u>	15,28
	P2	0,83	0,21	0,85	0,20	19,13	<u>21,25</u>
S1	P1	0,11	0,99	-	-	0,11	-
	P2	0,01	0,89	-	-	0,01	-

Analisando os resultados obtidos dos testes, observa-se que os valores encontrados para o  $R^2$  e o MAPE ainda não são os ideais (principalmente para P1), mas já é possível verificar melhora na qualidade das previsões. Desta forma, o melhor resultado obtido para o P1 foi observado no modelo de Suavização Exponencial Simples e para P2 no modelo de Suavização Exponencial Dupla, correspondendo aos modelos com maior resultado no indicador composto.

Em séries de dados com comportamentos de vendas estranhos e históricos prejudicados, dificilmente será possível eliminar a intervenção humana na busca de previsões mais precisas. Os casos exemplificados neste estudo mostram produtos que apresentam este tipo de comportamento, já que possuem uma série histórica de faltas frequentes e mesmo com a melhora nas predições futuras, após o tratamento dos dados, a previsão de demanda ajustada manualmente apresenta erros ainda menores.

Para ambos os produtos, a escolha do modelo de previsão de demanda realizado por S1 foi de Suavização Exponencial Simples, apresentando redução na demanda nas últimas observações devido à falta e gerando uma demanda prevista para o horizonte de planejamento próxima de zero. Analisando a previsão fornecida pelo *software* S1, percebe-se que o valor estimado para o parâmetro de suavização alfa ( $\alpha$ ) é  $\alpha = 1$ , o que gera previsões para o futuro igual ao último valor observado da série histórica.

A definição do valor ideal deste parâmetro pode ser realizada através de otimização. Sabe-se que valores maiores de  $\alpha$  resultam em previsões mais sensíveis e valores menores em previsões mais estáveis, com melhor aproveitamento das informações contidas na série histórica de demanda. Entretanto, o parâmetro  $\alpha$  é estimado pela empresa terceirizada proprietária do *software* S1 e não pelo setor de Gestão de Estoques, o que dificulta um gerenciamento e análise que busque melhorar as previsões de demanda sugeridas e

potencializa a importância de analistas com dedicação para ajustes manuais de previsão de demanda.

#### 4.5. Análise do cálculo de estoque de segurança

A variabilidade na demanda, os tempos de espera para entrega de produtos e as rupturas de mercadorias nos fornecedores são fatores de difícil previsão e, por isso, o dimensionamento correto do estoque de segurança torna-se tão importante. A determinação do nível ideal do estoque de segurança implica em encontrar o equilíbrio entre o nível de atendimento do cliente (nível de serviço) e o custo de manutenção do estoque.

Nesta seção é proposta a análise do cálculo atual do estoque de segurança da empresa, a fim de melhorar a sugestão de compras de itens que apresentam faltas frequentes já que, como apresentado na seção anterior, o *software* S1 se mostra ineficiente nestes casos.

A fórmula utilizada atualmente para o cálculo do Estoque de Segurança da empresa considera a incerteza da demanda, a variabilidade dos prazos de entrega e o nível de serviço desejado, conforme apresentado na Figura 5. Para análise de impacto gerado pelos ajustes de previsão de demanda, os testes foram realizados com o mesmo cálculo já existente na empresa.

$$ES = k * \sqrt{\sigma_v^2 * LT_{m\u00e9dio} + \sigma_{LT}^2 * ddv^2} \quad (1)$$

Onde  $k$  é a constante de nível de serviço,  $\sigma_v$  é o desvio-padrão de vendas,  $LT_{m\u00e9dio}$  é o *lead time* médio de entrega,  $\sigma_{LT}$  é o desvio padrão do *lead time* de entrega e  $ddv$  é a média da demanda.

Inicialmente, foram ajustadas manualmente as previsões dos produtos que apresentaram pelo menos 20 dias de falta no último mês. Estes produtos apresentaram previsões de demanda para os próximos 3 meses muito inferiores ao histórico de venda apresentado nos períodos de estoque. O impacto gerado apenas pelo ajuste das previsões de demanda, ou seja, nos valores de  $ddv$ , foi um incremento em unidades de 10,6% na quantidade atual do estoque de segurança desses produtos, representando aumento de 0,9% no valor do estoque de segurança total da empresa. Os itens analisados tiveram um aumento de quase 4 vezes no nível de estoque de segurança, se comparado com a quantidade atualmente mantida. Esse

resultado fez com que fosse analisado o cálculo do estoque de segurança, pois o impacto nos produtos com faltas frequentes é representativo.

A empresa tem como política trabalhar com valores de níveis de serviço superiores a 95% na maioria de seus produtos, o que implica em trabalhar com valores de  $k$  entre 1,64 e 3,72.

O resultado obtido dos ajustes de previsão mostra a relevância do tratamento das informações de estoque e histórico de vendas para projeções futuras e reposição das mercadorias.

## 5. Considerações finais

O crescimento do mercado consumidor de medicamentos tem impulsionado o aumento nos níveis de venda da indústria farmacêutica no Brasil. Por isso, é importante que as distribuidoras que participam da cadeia produtiva deste ramo desenvolvam seu planejamento de produção de forma eficiente. Uma previsão de demanda acurada proporciona informações importantes para tomada de decisão das empresas e para o desenvolvimento de suas estratégias de negócios. Cada vez mais as empresas desenvolvem setores com analistas especializados na manutenção e gerenciamento de *softwares* de cadeia de suprimentos, já que em diversas situações a utilização de uma única técnica de previsão de demanda pode apresentar limitações na utilização das informações históricas de demanda.

Neste cenário, o presente artigo foi desenvolvido em uma distribuidora de medicamentos. Através de exemplos práticos, buscou-se apresentar a importância da previsão de demanda no planejamento da organização, bem como o impacto gerado por previsões subestimadas na reposição dos produtos e nas previsões futuras. Desta forma, apesar de cada vez mais as empresas utilizarem o auxílio de *softwares* para obterem previsões de demanda e determinar momentos e quantidades de reposição de produtos, a intervenção humana, que proporciona uma análise crítica dos resultados, é fundamental para obter previsões de demanda mais assertivas, onde modelos matemáticos de previsão de demanda não se mostram eficientes.

O trabalho mostrou resultados positivos quanto à necessidade de ajustes de previsão e à qualidade do tratamento das informações, bem como quanto aos impactos gerados por estes ajustes no cálculo de estoque de segurança. Entretanto, foram observadas diversas oportunidades de melhorias no que se refere ao *software* S1, descritas a seguir.

Como sugestão para futuros estudos, sugere-se o desenvolvimento de um indicador no *software* da empresa capaz de mensurar os erros de previsões a partir do MAPE, utilizado com a informação da previsão ajustada. Conforme o estudo deste artigo, em casos onde há

escassez recorrente ocorrem erros de previsões e grandes distorções no indicador de acompanhamento de erros de previsão da empresa (MAPE), dificultando a identificação de produtos em falta já que a previsão calculada pelo *software* fica muito próxima a zero. Além disso, sugere-se maior autonomia do setor de Gestão de Estoque para o gerenciamento dos parâmetros dos modelos de previsão de demanda, pois estes parâmetros são modelados pela empresa do *software* S1 e, somente em situações específicas, há intervenção do setor de Gestão de Estoques.

O tratamento mais eficiente das informações de estoque também se mostrou muito importante na qualidade do processo de reposição dos produtos, o que indica a necessidade da avaliação humana em séries de informações em que o perfil de venda do produto não é identificado com facilidade.

## 6. Referências

DROHOMERETSKI, E.; FALCI, F.S.M.G.; FAVARETTO, F. Modelo de controle de estoque para peças de reposição: o caso de uma indústria de equipamentos para refrigeração da grande Curitiba. **Revista Inovação Gestão e Produção - INGEPRO**, p. 104-115, 2009.

ELSAIED, E.; BOUCHER, T. **Analysis and Control of Production Systems**. 2. ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1994.

GARCIA, L. C.; PEREIRA, M.; OSÓRIO, W. R. Gestão dos parâmetros de estoque: estudo de caso de itens de medicamentos em farmácias hospitalares e convencionais. **Revista Gestão Industrial**, v. 5, n. 1, 2009.

IMS Health. **Saiba o que impulsiona o Mercado Farmacêutico Brasileiro**. Disponível em: <http://www.imshealth.com/portal/site/ims/menuitem.d248e29c86589c9c30e81c033208c22a/?vgnnextoid=5f0ceb6973858310VgnVCM10000076192ca2RCRD>. Acesso em: 29 mar. 2013.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M.; **Administração de Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2008.

MANCUZO, F. **Análise e Previsão de Demanda: Estudo de Caso de uma Empresa Distribuidora de Rolamentos**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) –

Departamento de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda. Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. Passos para implementação de sistemas de previsões de demanda: técnicas e estudo de caso. **Revista Produção**, v. 11, n. 1, 2001.

SANDRINI, L. G.; DE MESQUITA, M. A. O trade-off entre a folga na capacidade de produção e o nível de estoque. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 4, 2008.

SILVA, B. F. A.; SOARES, R. F.; PATRÍCIO, S. M.; MELO, L. A.; LINS, L. N.; Seleção de política de reposição de estoques por teoria de decisão. **XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**. Ubatuba – SP, 2011.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARLAND, C. HARRISON, A.; JOHNSTON, R.; **Administração da Produção**. 2ª ed. - São Paulo: Atlas, 2007.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. **Revista Gestão & Produção**, v. 10, n. 1, 2003.

WERNER, L. **Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração de combinação de previsões e do ajuste baseado na opinião**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Modelo composto para prever demanda através da integração de previsões. **Revista Produção**, v. 16, n. 3, 2006.

WERNER, L.; LEMOS, F. O.; DAUDT, T. K.. Previsão de demanda e níveis de estoque uma abordagem conjunta aplicada no setor siderúrgico. **XIII Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru - SP, 2006.