

PREVISÃO DE DEMANDA A PARTIR DE MÉTODOS QUANTITATIVOS APLICADA AO SETOR VAREJISTA

Giulia Bonotto – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
giuliabonotto@gmail.com

Flávio Sanson Fogliatto
fogliatto@producao.ufrgs.br

Resumo

O setor varejista brasileiro tornou-se muito competitivo, especialmente com a entrada de grandes redes estrangeiras 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 venda. O presente artigo propõe um método de previsão de demanda ilustrado em um estudo de caso realizado em uma grande empresa varejista do Brasil. Tal estudo foi realizado utilizando o método quantitativo de suavização exponencial. Em 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. 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: Varejo, previsão de demanda, suavização exponencial.

1. INTRODUÇÃO

Previsões de demanda vem se tornando ponto fundamental para o desenvolvimento das organizações. Elas têm potencial para auxiliar nas principais tomadas de decisões, tanto em nível operacional como estratégico, por apresentarem uma visão mais clara do futuro (ARMSTRONG, 2001). 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 (PELLEGRINI, 2000). As técnicas qualitativas utilizam a opinião de um especialista ou de um grupo de especialistas sobre a previsão final, podendo ser tendenciosa e dando pouca ou nenhuma ênfase a previsões quantitativas (GOODWIN, 2000). Por outro lado, as técnicas quantitativas utilizam uma sequência de observações e um padrão histórico de demanda e, por intermédio de modelos matemáticos, torna-se possível estimar valores futuros (ELSAYED; BOUCHER, 1994). Os métodos qualitativos são historicamente os mais utilizados na previsão da demanda (MENTZER; COX, 1997). Tais métodos, apesar de apresentarem baixo grau de precisão, continuam sendo amplamente utilizados nas empresas, mesmo com a difusão dos métodos de *forecasting* (SANDERS; MANRODT, 1994).

Atualmente, elaborar previsões de demanda que contenham o menor erro possível é um desafio constante para as organizações (CHASE, 2013), visto que pesquisadores concordam que ambos os métodos, qualitativo e quantitativo, têm pontos fortes e fracos (SANDERS; RITZMAN, 2004). Levando isso em consideração, diversas pesquisas sugerem melhorias na acurácia utilizando previsões combinadas (LEMOS, 2006), através da integração dos métodos, com o intuito de diminuir os efeitos das variáveis externas (BOPP, 1985). A combinação ocorre quando as diferentes fontes de previsão são integradas para a construção da previsão final (CALISING, 2015), tal que o resultado seja composto de uma análise subjetiva, através do julgamento humano, e de uma análise quantitativa, baseada em modelos matemáticos. Uma previsão de boa acurácia tem o potencial de trazer grandes economias as empresas, trazendo como resultado não apenas um bom retorno monetário, como também um aumento na competitividade e na satisfação de seus clientes (MOON *et al.*, 2003).

Com a grande competitividade do setor varejista, as empresas atuantes viram-se forçadas a dedicar mais atenção aos aspectos operacionais de seus negócios. A adoção de práticas mais modernas de organização da produção vem ocorrendo e os processos e reestruturações atingem todos os setores, principalmente os grandes grupos (SILVA, 2006). Neste cenário, a qualidade da previsão de vendas é essencial para a eficiência e eficácia da administração dos negócios em geral e, especialmente, no varejo (DE ANGELO *et al.*, 2010). Previsões assertivas, construídas a partir

de mais de um método, incorporando a maior quantidade de informações relevantes, são extremamente exigidas por um mercado cada vez mais competitivo (WERNER, 2004).

Hoje em dia a maneira mais utilizada de previsão têm sido a média histórica acrescida de uma projeção da empresa, o que amarra os parâmetros no passado e compromete as estimativas (SILVA, 2006), uma vez que existem diversos fatores que afetam a demanda e que não podem ser incluídos na previsão quantitativa por conta de sazonalidades, tais como feriados deslocados no decorrer dos anos, promoções e mudanças climáticas, entre outros. Tais fatores devem, assim, ser mensurados por meio da opinião de especialistas e então incluídos no método quantitativo.

Diante de um cenário onde prever demanda é cada vez mais complexo, porém essencial, uma vez que serve como base para as principais decisões estratégicas em diversos setores das organizações, ter um método assertivo para prever essa demanda é indispensável para competir em um mercado varejista cada vez mais competitivo. Diante disso, o presente artigo tem como objetivo dar suporte a uma abordagem de previsão de vendas utilizada em uma empresa que atualmente faz a combinação de previsões ao combinar os resultados de médias móveis com os ajustes subjetivos de especialistas, mas no que diz respeito as técnicas quantitativas. Desta maneira, o estudo propõe um novo modelo quantitativo de previsão de vendas para uma grande empresa do segmento varejista e compara-o com o modelo atualmente utilizado pela mesma. O estudo de caso apresentado é realizado em uma empresa do setor de vestuário.

O artigo está organizado em cinco seções. A primeira introduz o trabalho, apresentando o tema, os objetivos e sua estrutura. A segunda seção traz uma revisão da literatura sobre técnicas quantitativas e qualitativas aplicadas à previsão de demanda e suas combinações. A terceira seção apresenta a metodologia proposta para elaboração da previsão. A quarta seção apresenta um estudo de caso realizado em uma empresa de varejo. E na seção final, são sintetizados os principais resultados e apontadas algumas possíveis extensões do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A previsão de demanda é um elemento crucial para a gestão estratégica e operacional de empresas (CALISING, 2015). A qualidade de uma previsão de demanda está associada à capacidade do método selecionado de estimar corretamente valores futuros (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Para a obtenção de previsões consistentes é necessário, portanto, o emprego de um processo formal para a sua elaboração (ELIKAI *et al.*, 1999).

A gestão de uma organização está sujeita a frequentes tomadas de decisões, desta maneira é essencial diferenciar eventos incontroláveis externos como economia, clientes e concorrentes de eventos internos controláveis tais como decisões de marketing dentro da empresa. Apesar da operação de uma empresa estar sujeita a ambos os tipos de eventos, a previsão aplica-se diretamente apenas sobre eventos incontroláveis externos, enquanto a tomada de decisão aplica-se diretamente a este último (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

Para lidar com tantas situações diferentes, muitas abordagens já foram desenvolvidas para a realização da previsão. Entretanto, há duas principais técnicas para previsão de demanda: métodos qualitativos e métodos quantitativos. A técnica de previsão qualitativa é baseada em opiniões, julgamentos de especialistas (SLACK *et al.*, 2009). A técnica quantitativa utiliza dados históricos para realizar, por meio de algum modelo matemático, uma projeção futura (CORRÊA, 2009).

2.1 MÉTODOS QUALITATIVOS

Os métodos qualitativos de previsão são definidos como sendo aqueles que apresentam pouca ou nenhuma informação quantitativa disponível, mas sobre o qual existem conhecimentos qualitativos suficientes (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Tais métodos são caracterizados por incorporar em suas análises fatores como julgamentos, experiências, opiniões e intuições, em geral, todos subjetivos.

Devido a sua natureza subjetiva, os métodos qualitativos são usados para a formulação de estratégias, desenvolvimento de novos produtos e tecnologias com taxa de penetração e aceitação de mercado incertas, desenvolvimento de planos e previsões de médio e longo prazo, ou relativas a novas situações com dados limitados e nenhum precedente histórico (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Também são usados para ajustes de previsão de curto prazo (MENTZER; GOMES, 1989).

As previsões de métodos qualitativos são resultados da opinião de entrevistados ou da opinião de especialistas através da análise de conhecimento acumulado (ARMSTRONG, 2001). As entrevistas baseiam-se no julgamento, intuição, pesquisas, técnicas comparativas, conhecimento técnico, conhecimento sobre análise de dados e procedimentos de previsão, ou ainda no conhecimento de relações de causa e efeito entre variáveis, adquirido com a experiência em processos preditivos nas organizações (WEBBY; O'CONNOR, 1996).

Apesar desses métodos poderem ser utilizados separadamente em um processo de previsão, frequentemente são empregados em combinação com outros métodos qualitativos ou integrados a métodos quantitativos (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Os qualitativos costumam ser mais usados como um instrumento de suporte à decisão dos planejadores e um complemento à previsão quantitativa, do que como um método que fornecerá uma previsão numérica, propriamente dita. Nesse caso, são geradas primeiramente as previsões quantitativas a quais, então, são ajustadas por especialistas qualitativamente, usando algum método estruturado. Entre os métodos qualitativos destacam-se: (i) Pesquisa de mercado, (ii) Grupos focados, (iii) Analogia, e (iv) Delphi.

A Pesquisa de Mercado é um modelo de avaliação do comportamento da demanda através do levantamento dos fatores mais relevantes que influenciam a preferência do consumidor. Geralmente tal pesquisa tem como principal ferramenta a aplicação direta de questionários e a realização de entrevistas corpo-a-corpo com uma amostra do possível mercado demandante. Trata-se da melhor e mais confiável ferramenta para obtenção de informações representativas sobre determinado público-alvo. Além de permitir o teste de novas hipóteses, conceitos ou produtos, a pesquisa de mercado auxilia na identificação de problemas e oportunidades, e ajuda a traçar perfis de consumidores e mercados (IBOPE, 2015). O método visa coletar dados pertinentes e transformá-los em informações que venham a ajudar os executivos na solução de problemas específicos e esporádicos, que surgem durante o processo administrativo (MATTAR, 1997).

A técnica de Grupos Focados é melhor empregada para a geração de ideias e impressões sobre um produto ou serviço do que para examiná-lo sistematicamente. Atualmente, para a ciência social, as duas principais técnicas de coleta de dados qualitativos são a entrevista individual e a observação do participante de grupos. Os *grupos focados*, por serem entrevistas em grupo, combinam elementos dessas duas abordagens (OLIVEIRA; FREITAS, 1998).

A previsão por analogia procura comparar o produto de interesse com outro que apresente alguma característica semelhante (ARMSTRONG, 2001). Trata-se de um modelo que busca identificar produtos que possuam dados históricos suficientes e sejam similares ao objeto de estudo para se realizar uma análise comparativa e poder gerar uma melhor estimativa. Costuma-se chamar esses itens com padrões semelhantes de “produtos-espelhos” (CASTRO, 2009).

O Delphi é um método para estruturar um processo de comunicação grupal de maneira que o processo seja efetivo em permitir a um grupo de indivíduos, como um todo, lidar com um

problema complexo (LINSTONE; TUROFF, 2002). Pressupõe-se que o julgamento coletivo organizado adequadamente é mais preciso que a opinião de um único especialista (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000). Trata-se de um modelo que busca o consenso de um grupo de especialistas a respeito do comportamento de determinada demanda sem que haja interação pessoal entre eles, buscando esquivá-los da influência mútua (CASTRO, 2009).

Esse método foi concebido para acabar com os pontos fracos de métodos tradicionais de reunião de especialistas (LEMOS, 2006), uma vez que tem como características principais o anonimato dos participantes, procedimentos estruturados e sistemáticos, comunicação clara com os participantes, interações repetitivas, *feedback* controlado para o grupo e utilização de medidas estatísticas para as informações (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000). A seleção dos especialistas que participarão do processo de previsão é uma das questões críticas do método (DIETZ, 1987), visto que a qualidade e acurácia das previsões dependem dos principalmente dos respondentes (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000).

2.2 MÉTODOS QUANTITATIVOS

Os métodos de *forecasting* são aqueles que utilizam como base uma série histórica de dados sobre uma determinada variável, com o intuito de identificar padrões de comportamento que possam ser projetados para o futuro (CORRÊA, 2009). Tais métodos só podem ser aplicados quando houver disponibilidade de informações históricas, possibilidade de transformação das informações em dados numéricos e a suposição de repetições de padrões observados nos dados (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Esses métodos são classificados em modelos causais e métodos de séries temporais (SLACK *et al.*, 2009).

Os modelos causais fazem a previsão estabelecendo uma relação de causa e efeito entre a variável de demanda e cofatores que possam afetá-la (por exemplo, temperatura média no mês ou crescimento do PIB). Esses métodos têm como característica aumentar o erro de predição por demandar previsões das variáveis independentes em tempos futuros, assumindo que as relações causais históricas se manterão no futuro (THOMAS, 1996). São exemplos desses modelos a análise de regressão e os modelos econométricos.

A análise de séries temporais utiliza o histórico de demanda para prever o futuro, assumindo que os padrões de dados passados, como tendência e sazonalidade, permanecerão inalterados (CALISING, 2015). Desta forma temos os dados históricos colhidos, analisados e projetados para

a obtenção do seu comportamento no futuro. Os métodos baseados em análise de séries temporais mais abordados na literatura são Média Móvel, *Box-Jenkins* e Suavização Exponencial.

A Média Móvel oferece uma técnica simples de suavização exponencial de séries temporais, no qual calcula-se uma média aritmética ou ponderada das k observações mais recentes da série, eliminando a observação mais antiga e incluindo a mais recente. Entretanto, este método não trabalha bem os efeitos de sazonalidade, uma vez que a previsão para um novo período envolve constantemente a adição de novos dados e a exclusão de dados anteriores (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

O método de *Box-Jenkins* é operacionalizado através de modelos matemáticos que visam captar o comportamento da correlação seriada ou a auto-correlação existente entre os valores da série temporal para, com isso, realizar previsões futuras (WERNER, 2004). O modelo é o resultado da combinação de três componentes: o componente auto-regressivo (AR), o filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA) (FAVA, 2000).

As técnicas de suavização exponencial são as mais utilizadas frente a todas as outras técnicas de previsão de demanda devido a sua simplicidade, facilidade de ajustes e boa acuraria (PELLEGRINI, 2000). Estes métodos valorizam mais os últimos valores observados na série temporal através da ponderação exponencial dos mesmos, de acordo com a proximidade ao período da previsão. Os métodos mais tradicionais de suavização exponencial são: Suavização Exponencial Simples, Suavização Exponencial Dupla de *Holt* e Suavização Exponencial Sazonal de *Holt-Winters*.

A Suavização Exponencial Simples é utilizada quando não há tendência ou sazonalidade na demanda. O método obtém a previsão futura ajustando a previsão do período atual com o erro de previsão (LEMOS, 2006). A previsão para o período $t+1$ é igual à previsão do período t mais o ajuste do erro que houve na previsão do período t , como pode ser observado na equação (1), onde Y_t representa a demanda do período em t e α é uma constante de suavização com valores entre 0 e 1. A forma geral do método é apresentada na equação (2) (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t) \quad (1)$$

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2)$$

A Suavização Exponencial Dupla de *Holt* expande a Suavização Exponencial Simples para

previsões com dados que apresentam tendência linear, mas não apresentam sazonalidade (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Sua previsão é obtida com o uso de duas constantes de suavização, α para fazer o cálculo do nível (base), e β para o cálculo da tendência (com valores entre 0 e 1). Para gerar a previsão, o método utiliza a estimativa do nível da série no período t e na estimativa do grau de inclinação da linha de tendência da mesma (CASTRO, 2009). Seu formulário pode ser observado a seguir (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

$$\text{Previsão: } F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (3)$$

$$\text{Nível: } L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (4)$$

$$\text{Tendência: } b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (5)$$

Onde, L_t = estimativa do nível da série no período t
 α = constante de ponderação exponencial para a base
 b_t = estimativa de tendência da série no período t
 β = constante de ponderação exponencial para a tendência
 m = número de períodos a frente que se deseja prever

O procedimento para o cálculo da tendência L_t ajuda a eliminar o atraso na incorporação de mudanças do padrão de demanda através da adição de b_{t-1} ao último valor da suavização de nível L_t (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

O método de Suavização Exponencial Sazonal de *Holt-Winters* é utilizado para a previsão de demanda de séries temporais formadas por dados que apresentam um comportamento com tendência linear e sazonalidade, simultaneamente. A aplicação do método é feita através de suavizações para estimar o nível, a tendência e a sazonalidade da série (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

A sazonalidade pode ser modelada de duas maneiras, através da forma multiplicativa ou da forma aditiva. A forma multiplicativa é utilizada para séries onde a amplitude da sazonalidade varia com o nível de demanda. Já as séries cuja amplitude da sazonalidade não depende da demanda utilizam a abordagem da forma aditiva (WINTERS, 1960).

As equações básicas do método multiplicativo são (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998):

$$\text{Previsão: } F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (6)$$

$$\text{Nível: } L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (7)$$

$$\text{Tendência: } b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (8)$$

$$\text{Sazonalidade: } S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (9)$$

Onde s é o número de períodos por ciclo sazonal, S_t é a estimativa do componente sazonal da série temporal no período t e α , β e γ são as constantes de suavização (com valores entre 0 e 1, e não relacionados). A previsão de demanda é obtida através da multiplicação de um componente sazonal à previsão do método de *Holt*. O nível L_t é ajustado para a tendência do período anterior, pela adição de b_{t-1} ao último valor suavizado de nível L_{t+1} . O primeiro termo de sua equação (8) é dividido por um termo sazonal S_{t-s} para eliminar as flutuações sazonais no cálculo. O componente sazonal é estimado pela ponderação de uma constante γ , da razão entre Y_t e L_t (correspondente da sazonalidade do período t) com a sazonalidade S_{t-s} . (sazonalidade do período analisado do ciclo anterior). As únicas diferenças entre as formas do método são as aplicações dos índices sazonais e de nível nas fórmulas, onde são somados ou subtraídos nas formas aditivas e multiplicados ou divididos nas multiplicativas.

O mercado de varejo é dinâmico e tem suas vendas ligadas, constantemente, à diversos fatores externos e internos. Dessa maneira, é imprescindível que sua previsão de venda utilize uma base de dados recente e de curto prazo. Algumas técnicas que se encaixam nesse perfil, são as técnicas de suavização exponencial, pois valorizam mais os últimos valores observados na série temporal através da ponderação exponencial dos mesmos, além de serem utilizados, com muita frequência, nas previsões de demanda devido sua simplicidade e boa acurácia (PELEGRINI, 2000). Além disso, em 2015 Calsing constatou em seu estudo de demanda de varejo que entre os modelos matemáticos testados, o modelo de suavização exponencial mostrou-se o mais acurado.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Primeiramente, foi realizada uma descrição do cenário e da empresa na qual o estudo foi aplicado, seguido pela caracterização do método de pesquisa, de acordo com sua natureza e abordagem, e seus objetivos e procedimentos. Em seguida, foi detalhado o método de trabalho proposto.

3.1 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

O varejo vem assumindo uma importância crescente no panorama empresarial do Brasil e do mundo. À medida que as empresas varejistas se expandem, passam a adotar tecnologias avançadas de informação e de gestão, e desempenham um papel cada vez mais importante na modernização do sistema de distribuição e da economia brasileira.

O trabalho foi realizado em uma das maiores varejistas de moda do país. A gestão da empresa é participativa e descentralizada, em forma de unidades de negócio. Atualmente, a organização conta com dezenas de lojas, está presente em todo o país, sendo definida como uma empresa de grande porte. Sua atuação é na fabricação e comercialização a varejo de produtos de moda para ambos os sexos e todas as idades.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

O estudo é de natureza aplicada, uma vez que tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e voltados para a solução de problemas específicos (DA SILVA E MENEZES, 2005). A sua abordagem é quantitativa, já que a proposição de melhoria foi realizada por métodos estatísticos. Porém, possui, também, ajustes qualitativos através da validação da previsão por especialistas. A pesquisa possui objetivo exploratório, uma vez que, através de revisão de critérios e métodos, propõe técnicas para uma melhor elaboração de uma previsão de demanda. Por tratar-se de uma avaliação realizada visando proporcionar maior familiaridade com o problema, através da investigação dos diversos aspectos envolvidos na metodologia atual e da análise de dados de uma empresa do ramo, caracteriza-se por ser um estudo de caso.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO DE TRABALHO

As etapas para a implementação do sistema de previsão de demanda envolveram a metodologia de previsão de Lemos (2016), que foi ampliada através da adição do quarto passo chamado de Análise Preliminar. As etapas podem ser observadas a seguir através da Figura 1.

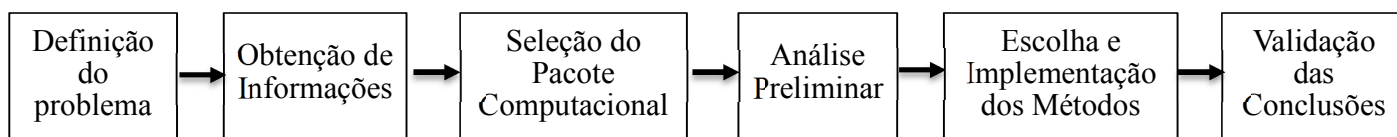


Figura 1. Etapas da Previsão de Demanda

A primeira etapa no processo de aplicação do método foi a definição do problema a ser auxiliado pelas previsões. Nessa etapa, procurou-se levantar informações suficientes do processo atual para avaliar-se uma possível oportunidade de melhoria no processo de previsão. Foram feitas análises com o objetivo de definir como o processo se adequa à estrutura da organização, a quem é destinado e se realmente é uma ferramenta que agrega valor para a empresa. Levantou-se também variáveis importantes, tais como o horizonte de previsão com o intuito de direcionar a coleta de informações na etapa seguinte.

A próxima etapa envolveu a obtenção de informações relevantes a serem utilizadas. Os dados coletados auxiliaram na especificação dos fatores que direcionaram a seleção dos dados de entrada. Foram constatados dois tipos de dados disponíveis, devendo ser impreterivelmente levantados: dados históricos (numéricos) e informações baseadas em julgamentos de pessoas chave com experiência acumulada sobre o objeto de estudo. A seguir, deu-se então a coleta dos dados numéricos através de relatórios gerenciais e de acompanhamento. As informações baseadas em julgamentos de especialistas foram adquiridas através de entrevistas abertas com diversos colaboradores envolvidos no atual processo de desenvolvimento.

Uma vez que métodos quantitativos são implementados geralmente através da utilização de *softwares*, a terceira etapa da implementação consistiu na seleção de um pacote computacional para a previsão. No momento da escolha do *software*, foram levadas em consideração as necessidades do processo de previsão, seu custo e manutenção demandada. O pacote computacional foi então escolhido considerando análises de suas limitações quanto ao número e tipo de previsão, sua flexibilidade quanto a variações e volume de dados de entrada, ajustes subjetivos, capacidade e métodos de previsão disponíveis.

A próxima etapa contemplou o primeiro passo na construção do modelo, onde os dados históricos foram agrupados e representados graficamente. Desta maneira, pode-se analisar e identificar a presença, ou não, de valores atípicos. Além disso, foram analisados graficamente a presença, ou não, de padrão de vendas, tendência ou sazonalidade. Esta análise forneceu subsídios que auxiliaram na escolha do modelo quantitativo utilizado na modelagem matemática da série temporal.

A quinta etapa constituiu a escolha e implementação do método quantitativo utilizado no estudo. Como as análises de séries temporais utilizam o histórico de demanda para elaborar a

previsão, assumem que os padrões dos dados passados irão se repetir no futuro. Logo, a escolha do melhor método foi feita baseada nos resultados encontrados na análise preliminar gráfica anterior. Após a escolha, foi feito o ajuste do modelo matemático com intuito de iniciar o método de previsão. Em seguida, o modelo ajustado foi aplicado na série para teste, tendo seu desempenho analisado.

Por fim, a validação do método proposto foi feita com o intuito de assegurar sua funcionalidade. Sua avaliação foi realizada pela medida da acurácia de sua previsão, através do R^2 e do cálculo do erro absoluto percentual médio (MAPE), este último foi aplicado apenas na porção de teste dos dados. O MAPE é a medida de acurácia mais aplicada em estudos empíricos de comparação de métodos e é calculado segundo a fórmula (X) apresentada a seguir. O objetivo foi avaliar sua eficiência e potencial para utilizações futuras. Na validação dos métodos, compararam-se previsões de demanda com valores realizados. O método é considerado validado se seus resultados forem mais acurados que os obtidos pelo procedimento atual de previsão, tendo menor valor de MAPE em relação a previsão vigente.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{|A_t|}}{n} \quad (10)$$

4. ESTUDO DE CASO

Os passos propostos na Seção 3 foram aplicados em um caso prático, em uma empresa de varejo. A empresa em estudo executa atividades de fabricação e comercialização de vestuário feminino, masculino e infantil, calçados e cosméticos.

4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O problema estudado é a obtenção de previsões de vendas para uma empresa do setor varejista brasileiro, que possui mais de 260 lojas. O período da previsão da empresa é mensal, assim como seu planejamento operacional. Atualmente, os especialistas da empresa elaboram a previsão de vendas do ano seguinte em duas etapas. Primeiramente, a previsão é calculada com base no realizado dos anos anteriores, através da análise de dados históricos de venda não modelados. Com base no seu julgamento e em fatores contextuais apresentados por outras áreas da empresa, os especialistas acrescentam uma previsão de crescimento bruto, baseado na média dos crescimentos dos anos anteriores. A próxima etapa contempla um ajuste qualitativo, através da opinião de diversos especialistas, sobre a previsão quantitativa. A incorporação dessa opinião é de

extrema importância no setor de varejo, uma vez que diversos fatores impactam na venda de cada loja; o ajuste é feito loja a loja e são consideradas questões como canibalização entre lojas e períodos de reforma nas instalações.

A acurácia nas previsões realizadas é fundamental para o desempenho da empresa, pois além dos processos operacionais, a previsão de vendas também é utilizada para gerar a meta de vendas, por loja e por dia. A meta de vendas é importante, por estar diretamente ligada ao faturamento da empresa. A meta é construída mês a mês, através da análise do desempenho no mês vigente, para que se possa programar o mês seguinte. São analisados os percentuais de atingimento do acumulado do ano da previsão de vendas por loja. Uma vez que o varejo é afetado por fatores externos e internos, como crise econômica, datas comemorativas, clima, concorrência e até a escolha certa da coleção, tais análises são feitas de diferentes maneiras e por diferentes áreas da empresa. O percentual final de meta do mês é gerado em reuniões nas quais as áreas de compras, vendas, marketing, planejamento financeiro e estratégico são envolvidas, além da alta direção da empresa. O valor final é encontrado através de uma abordagem multidisciplinar, pois para a empresa o julgamento coletivo é mais preciso que a opinião de um único especialista. O percentual é então aplicado no valor da previsão de vendas daquele mês.

Pelo exposto acima, constatou-se a importância da assertividade na previsão de demanda para a empresa em estudo. No presente trabalho, foi estudada a oportunidade de aprimorar o ponto de partida desse sistema, que consiste da previsão quantitativa inicial, a qual, atualmente, não é realizada seguindo métodos matemáticos formais.

4.2 OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES

A coleta das informações iniciou-se pela verificação da disponibilidade de dados para a elaboração das previsões. A empresa armazena dados históricos mensais de demanda desde 1994 em uma base de dados que é atualizada mensalmente. Nesta etapa, coletaram-se dados históricos de venda e removeram-se todas as lojas novas que abriram no decorrer do período de observação, para que se tivesse o mesmo número de pontos de vendas em todos os períodos.

Os dados coletados apresentam 33 observações mensais, de janeiro de 2013 a setembro de 2015, perfazendo dois ciclos completos de 12 meses, além do primeiro semestre de 2015. A série temporal utilizada no estudo foi dividida em duas partes. A primeira parte contendo 30 períodos mensais (jan/13 - jun15) que foram utilizados para a obtenção da previsão quantitativa. Já na

segunda parte, contém apenas 3 períodos mensais (jul/15 – set/15) que foram utilizados para a validação dos resultados. A variável modelada foi o valor total de vendas da empresa, sendo projetados 3 meses de horizonte de previsão.

4.3 SELEÇÃO DO PACOTE COMPUTACIONAL

Na análise das séries temporais da demanda foi utilizado o pacote computacional NCSS. Esse *software* traz um módulo de *forecasting* com diversos modelos de previsão, além de ferramentas estatísticas e gráficas para análise de dados.

4.4 ANÁLISE PRELIMINAR

Para iniciar a construção do modelo, uma análise gráfica preliminar foi realizada com o objetivo de identificar o padrão das vendas, além de erros de registro, lacunas e dados espúrios, que podem ter sido causados por falhas na digitação, falta de produto, promoções esporádicas, feriados deslocados e problemas no sistema, entre outras causas.

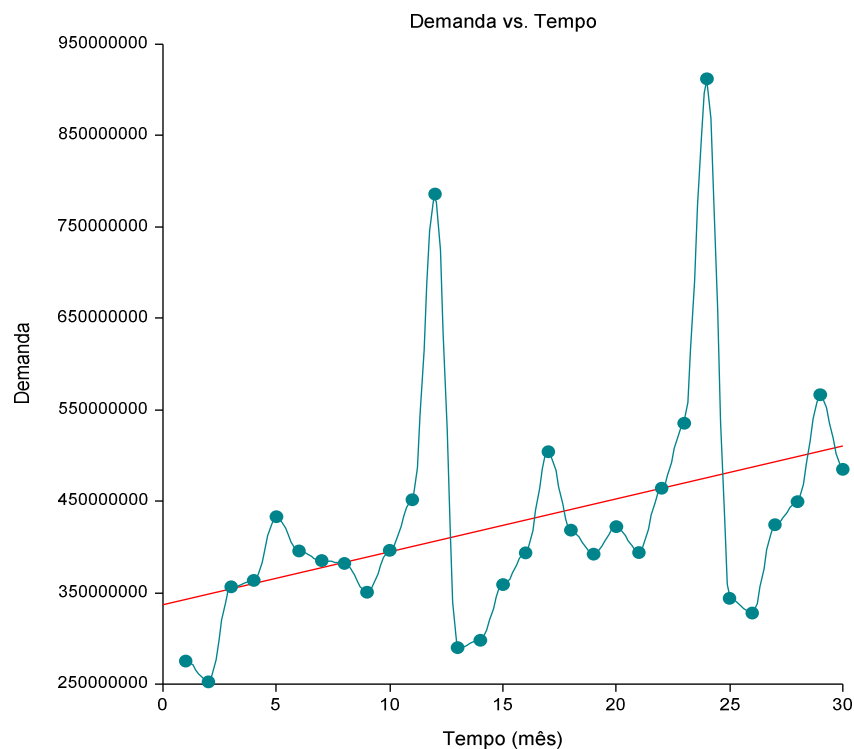


Figura 2. Série histórica de vendas mensais totais

Não foram encontrados valores espúrios na série; porém verificou-se a ocorrência de padrões cíclicos de variação, que se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo, indicando sazonalidade nas vendas. Na Figura 2 é possível identificar a presença de sazonalidade, com picos acentuados na 12^a observação de cada ciclo sazonal e tendência de crescimento ao longo do tempo.

4.5 ESCOLHA E IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

A partir da análise visual dos dados, foi escolhido o modelo de Suavização Exponencial de *Holt-Winters* para realização das previsões. O modelo se justifica por descrever adequadamente séries temporais formadas por dados que apresentam tendência linear e sazonalidade, simultaneamente.

Para identificar a característica sazonal da série, aditiva ou multiplicativa, os ajustes dos modelos e sua análise de resíduos foram comparadas, como mostra a Tabela 1. Para o modelo multiplicativo, a estatística de ajuste R^2 foi maior; por esse motivo, escolheu-se este modelo para realizar as previsões de demanda.

Modelo Matemático	R^2	MSE
Aditivo	0.9776	4.03E+14
Multiplicativo	0.9891	1.95E+14

Tabela 1. Estatísticas de ajuste dos modelos aditivo e multiplicativo de *Holt-Winters* à série de dados de vendas mensais totais (R^2 = coeficiente de determinação; MSE = média do quadrado dos resíduos)

O modelo multiplicativo apresentou um ótimo ajuste à série de dados, com R^2 de aproximadamente 0,99, como pode ser observado na Figura 3 e resíduos distribuídos aleatoriamente no eixo do tempo, apresentando magnitudes distintas, como pode ser observado na Figura 4. O modelo apresenta resíduos maiores nos meses em que verificam-se feriados móveis, como Carnaval e Páscoa. Porém, por se tratar de um modelo com erro médio de cerca de 1% nas previsões, o que foi considerado altamente satisfatório, optou-se por não ajustar os feriados móveis.

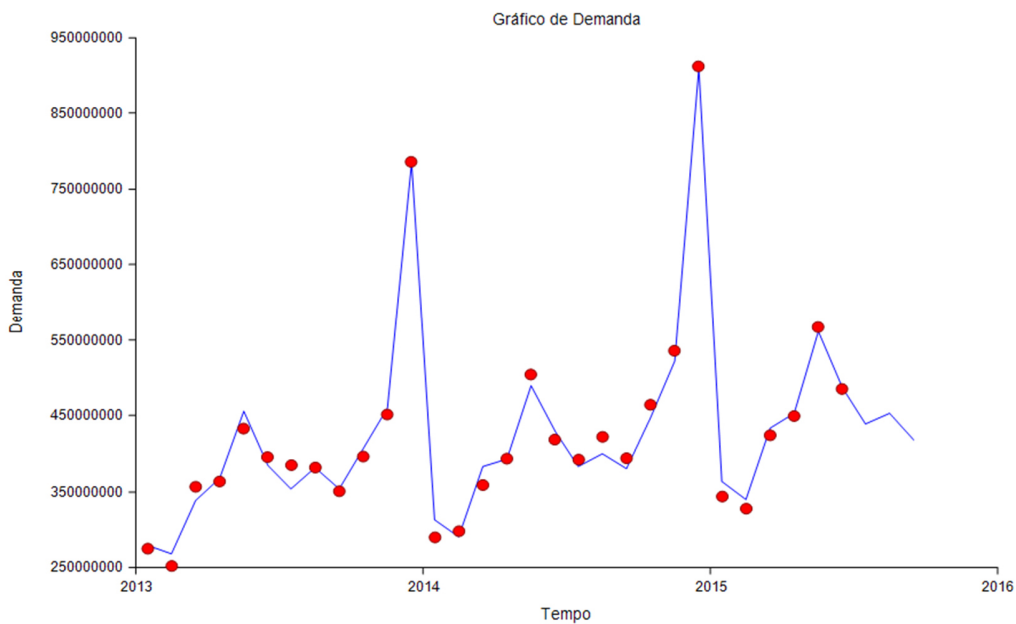


Figura 3. Modelo ajustado aos dados históricos

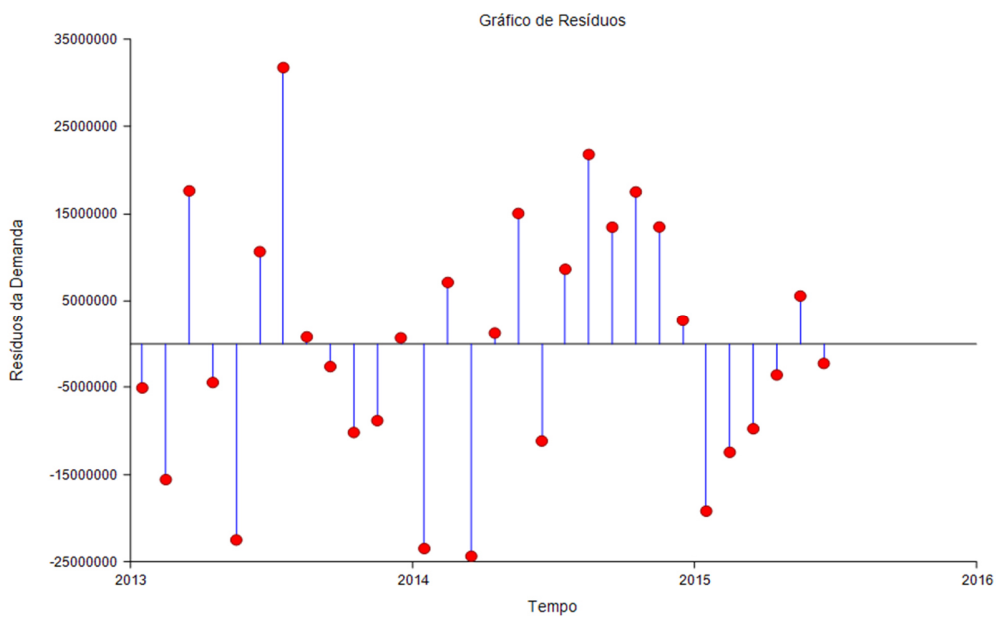


Figura 4. Resíduos do Modelo

A Figura 5 apresenta uma visualização alternativa das informações da Figura 3. O gráfico da Figura 5 apresenta linhas de duas cores: (i) azul, que representa a série temporal histórica, e (ii)

laranja, que corresponde aos valores previstos pelo modelo de *Holt-Winters*. Observa-se uma sobreposição das linhas na quase totalidade dos períodos analisados.

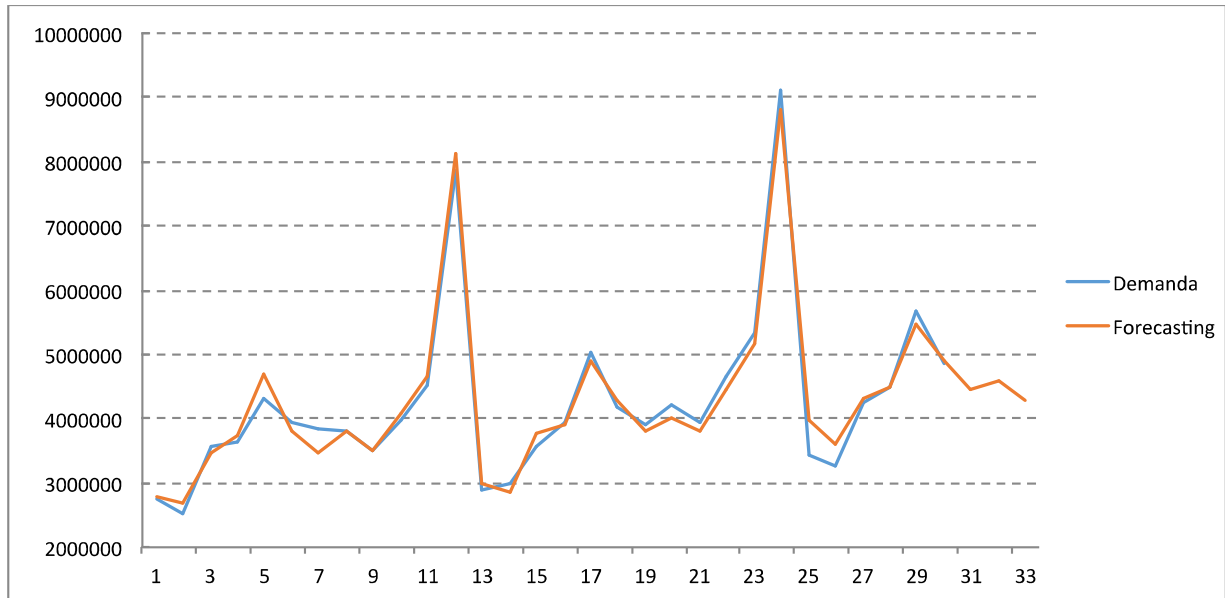


Figura 5. Modelo ajustado

4.6 VALIDAÇÃO DAS CONCLUSÕES

A validação dos resultados dessa proposta foi realizada pela análise da medida de acurácia de previsão, através da estatística R^2 e pelo cálculo do MAPE para os três meses de validação. Para validar o método, utilizaram-se três períodos, de julho a setembro de 2015. Considerando que a série histórica apresenta sazonalidade, decidiu-se analisar visualmente o comportamento de um horizonte maior através dos gráficos apresentados anteriormente.

A primeira etapa desse processo foi obter as previsões quantitativas, conforme descrito na seção 4.5. Para medir sua acurácia, a demanda real foi comparada não só com a previsão quantitativa, mas também com o orçado pela empresa. Além disso, adicionou-se o % de meta que foi utilizado na empresa para os meses do período de validação, e comparou-se com a demanda real e com a meta prevista. Os resultados podem ser observados nas tabelas a seguir.

Período	Método Utilizado pela empresa				Método Proposto			
	Orçado	Realizado	Diferença	MAPE	Forecasting	Realizado	Diferença	MAPE
Jul/15	448.387.136	455.915.691	7.528.555	1,65%	439.162.700	455.915.691	16.752.991	3,67%
Ago/15	436.878.406	457.305.238	20.426.832	4,47%	452.739.300	457.305.238	4.565.938	1,00%
Set/15	398.685.570	417.078.191	18.392.621	4,41%	418.601.900	417.078.191	1.523.709	0,37%
Total	1.283.951.112	1.330.299.120	46.348.008	3,51%	1.310.503.900	1.330.299.120	22.842.638	1,68%

Tabela 2. Validação do método proposto para um período de três meses

O quadro da Tabela 2 apresenta a comparação entre o método atual de previsão utilizada pela empresa e o método proposto neste trabalho. Inicialmente, comparam-se os valores orçados em cada abordagem. O método atual gera um erro absoluto de R\$46.348.008 no trimestre de validação, enquanto o método proposto gera um erro absoluto de R\$22.842.638. Com isso, o erro absoluto percentual médio de previsão passou de 3,51% pelo método atual para 1,68% pelo método proposto, isto é, uma redução de 50,71% no valor do erro. Observou-se uma maior tendência do método atual em subestimar a venda.

Período	Método Utilizado pela empresa				Método Proposto			
	Meta	Realizado	Diferença	MAPE	Meta	Realizado	Diferença	MAPE
Jul/15	448.380.204	455.915.691	7.535.487	1,65%	440.889.519	455.915.691	15.026.172	3,30%
Ago/15	436.708.379	457.305.238	20.596.859	4,50%	461.670.841	457.305.238	4.365.603	0,95%
Set/15	398.220.960	417.078.191	18.857.231	4,52%	432.891.831	417.078.191	15.813.640	3,79%
Total	1.283.309.543	1.330.299.120	46.989.577	3,56%	1.335.452.191	1.330.299.120	35.205.414	2,68%

Tabela 3. Validação do método proposto em relação à meta para um período de três meses

Considerando o valor da meta em cada abordagem, o resultado encontrado pode ser observado na Tabela 3, onde o erro absoluto percentual médio passa de 3,56% para 2,68%, isto é, uma redução de 25,08% no valor do erro. Composto o valor de meta a partir da previsão quantitativa gerada pelo método proposto, teria-se uma base mais assertiva como ponto inicial do processo. Reflexos dessa melhoria seriam observados em todo o processo que se segue, já que uma redução do erro no orçamento de vendas vai repercutir no percentual definido como meta, tornando-a mais factível e viável. Uma meta mais assertiva promove maior motivação e engajamento, tanto por parte do nível operacional quanto do nível estratégico. Dessa maneira, todo o processo acabaria se beneficiando.

5. CONCLUSÕES

Diante de um cenário cada vez mais competitivo, as previsões de demanda tornaram-se essências na gestão das organizações, servindo como base para as principais decisões estratégicas em diversos setores. No setor varejista especificamente, pelo grande volume de peças movimentadas, erros de previsão de venda geram problemas de estoque, logística e compras.

Através do exemplo apresentado neste trabalho, ficou evidente que uma abordagem ideal para a elaboração de previsão de demanda dentro desta organização envolve a utilização de um sistema informatizado para produzir quantitativamente as previsões iniciais e o posterior ajuste baseado no julgamento de pessoas com conhecimento acumulado. Uma das vantagens da utilização de um método qualitativo, como o ajuste por especialistas, é a eliminação de tendências.

Mostrou-se neste trabalho uma proposta importante de melhoria na questão da previsão de venda através da utilização do método de suavização exponencial com modelo de *Winters* multiplicativo. Foi apresentado um resultado de redução de erro de previsão em relação ao orçado no acumulado do trimestre, para a empresa em estudo, de 3,51% para 1,68% pelo método proposto, reduzindo em 50,71% o valor de erro. Em valores absolutos, o erro de previsão estava em mais de 45 milhões e foi reduzido para 22 milhões de reais. Além disso, o resultado encontrado em relação a meta reduziu o erro de 3,56% para 2,68%, o que em valores absolutos representa uma queda de mais de 10 milhões de reais.

Entre as limitações deste estudo está o fato de não ter sido feita uma análise aprofundada na parte qualitativa do processo de previsão. Pois apesar da sazonalidade e da tendência serem semelhantes entre as lojas, os modelos devem ser ajustados individualmente, implicando em um esforço maior da empresa na previsão de vendas. Além disso, o estudo utiliza apenas lojas comparáveis em sua análise, ou seja, o número de lojas é o mesmo no decorrer do trabalho. Não incorporando em sua análise as lojas novas que abriram no decorrer do período.

Como a previsão de venda acaba sendo balizador para a gestão das lojas e os erros são cascateados para todos os setores envolvidos na operação, é fortemente recomendado que o modelo de previsão seja revisado. Desta maneira, a partir deste trabalho é possível sugerir pesquisas futuras para o desenvolvimento da área de previsão. Deve-se trabalhar a possibilidade de análise dos perfis de especialistas em varejo para uma melhor escolha dos responsáveis pelo ajuste qualitativo de

forma a enriquecer o processo. Deve-se também aprofundar o conhecimento no processo qualitativo de ajuste de previsão em casos de varejo como este, onde cada loja pode sofrer fatores externos diferentes. Além disso, é de extrema importância desenvolver um estudo focado em um possível processo que agregue e faça a previsão também de lojas novas.

REFERÊNCIAS

DE ANGELO, C. F.; FOUTO, N. M.; LUPPE, M. R. Previsão de Vendas no varejo brasileiro: uma avaliação a partir de diferentes técnicas quantitativas. **REAd – Revista Eletrônica de Administração**, v16, n. 1, p. 172-193, 2010.

ARMSTRONG, J. S. **Principles of Forecasting: A handbook for Researchers and Practitioners**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.

BOPP, A. E. On Combining Forecasts: Some Extensions and Results. **Management Science**, v. 31, 1492-1498, 1985.

CALSING, L. C. **Previsão de demanda combinada a partir de métodos quantitativos e opinião de especialistas**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, Porto Alegre, 2015.

CASTRO, R.A. de. **Estudo do comportamento da demanda no varejo através de modelos de previsão**. São Paulo, 2009. 123 p. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, 2009.

CHASE, C. W. **Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting**. 2a ed. Cary: Wiley, 2013.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DIETZ, T. Methods for Analyzing Data from Delphi Panels: Some Evidence from Forecasting Study. **Technological Forecasting and Social Change**. v. 31, n. 1, p. 79-85, 1987.

ELIKAI, F.; HALL JR. W.; ELIKAI, P.P. Managing and Improving the Forecasting Process. **The Journal of Business Forecasting Methods & Systems**, Spring, v.18, n. 1, p. 15-19, 1999.

ELSAYED, E. A.; BOUCHER, T. O. **Analysis and Control of Production Systems**. New Jersey: Prentice Hall, 1994.

FAVA, V. L. Metodologia de Box-Jenkins para modelos univariados. In: Vasconcellos, M. A. S.; Alves, D. **Manual de econometria: nível intermediário**. São Paulo: Atlas, 2000.

GOODWIN, P. Improving the voluntary integration of statistical forecasts and judgement. **International Journal of Forecasting**, v. 16, 85–99, 2000.

IBOPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E EST A TÍSTICA. **Pesquisa de mercado na tomada de decisões**. Disponível em: http://www.ibope.com.br/calandraWeb/BDarquivos/sobre_pesquisas/pesquisa_mercado.html> Acesso em maio. 2015.

LEMOS, F. O. **Metodologia para Seleção de Método de Previsão de Demanda**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

LINSTONE, H. & TUROFF, M., 2002. **The Delphi Method** -Techniques and applications. *The delphi method - Techniques and applications*, p.1–616. Available at: http://www.millennium-project.org/FRMv3_0/04-Delphi.pdf.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: Methods and Applications**. 3a ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

MENTZER, J. T.; GOMES, R. Evaluating a decision support forecasting system. **Industrial Marketing Management**, v. 18, 313-323, 1989.

MENTZER, J. T.; COX Jr., J. E. Familiarity, application, and performance of sales forecasting techniques. **Journal of Forecasting**, v. 3, 11.1, p. 27-37, 1997.

MOON, M. A.; MENTZER, J. T.; SMITH, C. D. Conducting a sales forecasting audit. **International Journal of Forecasting**, v. 19, 5–25, 2003.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H.M.R. **Focus Group – pesquisa qualitativa**: resgatando a teoria, instrumentalizando o seu planejamento. *Revista de Administração*, São Paulo. V. 33, n. 3, p. 83-91, julho/setembro, 1998.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia Para Implementação De Sistemas De Previsão De Demanda**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SANDERS, N. R.; MANRODT, K. B. Forecasting practices in US corporations: survey results. **Interfaces**, v. 24, 92- 101, 1994.

SANDERS, N. R.; RITZMAN, L. P. Integrating judgmental and quantitative forecasts: methodologies for pooling marketing and operations information. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, 514-529, 2004

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Tradução Henrique Luiz Corrêa. 3a ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DA SILVA; E. D.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, W. R. C; Previsão de demanda de vendas baseado em Regras Linguísticas e Lógica Fuzzy. **INFOCOMP – Journal of Computer Science**, v. 5, n. 3, 2006.

THOMAS, R, J. Estimating Demand for Services: Issues in Combining Sales Forecasts. **Journal of Retailing and Consumer Services**. v. 3, n. 4, p. 241-250, 1996.

WEBBY, R.; O’CONNOR, M. Judgmental and statistical time series forecasting: a review of literature. **International Journal of Forecasting**. v. 12, p. 91-118, 1996.

WERNER, L. **Um Modelo Composto Para Realizar Previsão De Demanda Através Da Integração Da Combinação De Previsões E Do Ajuste Baseado Na Opinião**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

WINTERS, P. R. Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Average. **Management Science**. v. 6, p. 324-342, 1960.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Cadernos de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

DEMAND FORECASTING USING QUANTITATIVE METHODS APPLIED IN RETAIL SECTOR

Abstract

The Brazilian retail sector has become very competitive, especially with the entry of large foreign retailers in the market. In this context, production management techniques have been used to ensure quality of operation and avoid losses in inventory, logistics and in purchasing sector. Therefore, forecasting demand has become essential in the management of organizations and it has been used as a main point for the major strategic decisions. The quality of this forecasting is directly linked to the company's results, since stores use this value to establish sales targets. This paper proposes a demand forecasting method and illustrated in a practical application in a retail company in Brazil. The study used exponential smoothing. The proposed method reduced the estimation error in 50.71% over the forecast currently used, what represents about twenty million. From the literature review and results, it is recommended that the company review the current demand forecasting model, identifying opportunities for future research.

Keywords: *Retail, demand forecasting, exponential smoothing.*