

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA POR
SÉRIES TEMPORAIS BASEADO EM DADOS DE COMPRAS EM UMA
EMPRESA DO SEGMENTO FOTOGRÁFICO**

Mateus Alexandre da Costa Silva
Raphael Kamensek Silva

ITUIUTABA
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA POR
SÉRIES TEMPORAIS BASEADO EM DADOS DE COMPRAS EM UMA
EMPRESA DO SEGMENTO FOTOGRÁFICO**

Mateus Alexandre da Costa Silva
Raphael Kamensek Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade De Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia De Produção E
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção.

Ituiutaba - MG

2019

Mateus Alexandre da Costa Silva

Raphael Kamensek Silva

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA POR
SÉRIES TEMPORAIS BASEADO EM DADOS DE COMPRAS EM UMA
EMPRESA DO SEGMENTO FOTOGRÁFICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade De Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia De Produção E
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção.

**Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael
Medrano Castillo**

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof.
Universidade Federal de Uberlândia

Prof.
Universidade Federal de Uberlândia

Prof.
Universidade Federal de Uberlândia

Ituiutaba - MG
2019

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA POR SÉRIES TEMPORAIS BASEADO EM DADOS DE COMPRAS EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO FOTOGRÁFICO

Resumo:

A gestão de compras vem sendo cada vez mais utilizada no âmbito empresarial, já que tem uma grande importância para o planejamento estratégico da produção, dando suporte para as organizações se manterem ativas e competitivo no mercado. Nesse contexto, este trabalho apresenta os possíveis métodos de previsão de demanda que podem ser aplicados nos dados coletados, e após estudos, o mais apropriado o qual deve ser utilizado em dados direcionados a uma fábrica de produtos e serviços voltados ao gerenciamento de imagens na região de Batatais – SP, para a gestão de compras dos insumos. A análise desses dados permitirá priorizar a matéria prima primordial e o método de excelência para a implementação desta previsão de demanda, que na situação apresentada, demonstrou que a utilização do modelo Holt-Winters foi satisfatória. Como próximos passos, foi mapeado a replicação dos estudos realizados para as demais matérias primas da companhia.

Palavras chave: Previsão de demanda; Séries temporais; Segmento fotográfico

Abstract:

Procurement management has been increasingly used in business, as it is of great importance for strategic production planning, supporting organizations to remain active and competitive in the market. In this context, this paper presents the possible demand forecasting methods that can be used in the collected data, and after studies, or the most appropriate or which should be used in the data directed to a management products and services factory. of images in the Batatais - SP region, for managing the purchase of inputs. The analysis of these data will allow us to prioritize the primordial raw material and the excellence method for the implementation of this demand forecast, which in the presented situation demonstrated that the use of the Holt-Winters model was satisfactory. As next steps, the replication of the studies carried out for the other raw materials of the company was mapped.

Keywords: Demand forecasting; Time series; Photographic segment

1. Contextualização e justificativa

A necessidade de se manter competitiva no mercado de trabalho, faz com que as organizações encontrem maneiras de se sobressair sobre seus concorrentes. A ausência de um planejamento de recursos, ocasiona custos adicionais indesejáveis; e para que o bom desempenho do processo produtivo seja alcançável, é necessária a implementação da ferramenta conhecida por Previsão de Demanda. (GOBE et al., 2000).

Planejar é uma ação comum e fundamental a todos os tipos de empresa. Essa atividade permite que a mesma se mantenha organizada, sem custos adicionais e sem falta de recursos. Ballou (2006) destaca que a realização da previsão de demanda é um importante fator no processo decisório da organização, tornando-se característica vital, pois permite o controle de todas as entradas para planejamento e controle de todas as suas áreas funcionais.

A previsão fornece informações sobre a demanda futura dos produtos para que a produção possa ser planejada antecipadamente, o que proporciona menor estoque, menores custos e tempo de entrega, maior previsibilidade e satisfação do cliente (CAVALHEIRO, 2003).

Para Fernandes e Filho (2009), o sucesso no desenvolvimento de um planejamento e na orientação estratégica da empresa está diretamente relacionado à capacidade de identificação e previsão de mudanças no ambiente de negócios, o que torna a ferramenta um ponto crítico na tomada de decisão gerencial.

Corrêa (2013) defende que um planejamento bem feito e com base em estratégias bem definidas, levando em consideração o histórico da organização pode ser chave fundamental para o desenvolvimento e o crescimento da empresa no mercado globalizado e para que ela seja referência em qualidade e excelência. As atividades que ajudam no controle do fluxo de produção da melhor maneira possível de acordo com os recursos, espaço e tempo disponíveis englobam toda a cadeia do PCP (Planejamento e Controle da Produção). Essas atividades se tornam valiosos recursos para o sucesso da organização.

Dessa forma, é necessário determinar quanto, quando e como produzir, com base em dados passados e presentes que refletem na demanda futura da organização. Essas questões são fluentemente resolvidas quando a empresa alinha as tarefas do Planejamento e Controle da Produção com a Previsão de Demanda. (PEREIRA, 2015).

Baseado no descrito acima, evidencia-se a importância da aplicação e o objetivo da previsão de demanda nas companhias atuais. Através dessa ferramenta é possível prever

complicações e melhorar o planejamento de todo um fluxo da cadeia de atividades, sendo este o objetivo do presente trabalho, pois pode-se vivenciar o quanto a ausência destas facilitações pode ocasionar graves desvios para as empresas.

2. Fundamentação teórica

2.1 Planejamento e Controle da Produção

De acordo com Martins e Laugeni (2005) afirmam que o planejamento, da programação e do controle da produção (PPCP) é um sistema de transformação de informações, pois deve controlar todos os dados como estoque, vendas, produtos, modo de produzir e a capacidade de produção.

Moreira (2011), descreve a programação da produção conforme Figura 1, a seguir.



Fonte - Autoria Própria (2019)

O planejamento e controle garantem processos de produção com eficiência e eficácia, produzindo produtos e serviços conforme a exigência do consumidor. O ato de planejar, é entender como acontece, para que ocorra a tomada de decisões que impactam no futuro. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008)

O planejamento e controle de forma geral é a base, para tomada de decisões. Como o futuro é incerto, eles podem se modificar com o tempo. Pode-se ter o planejamento e controle de longo, médio e curto prazo o qual varia conforme os planos da empresa.

Um dos primeiro elementos do PCP corresponde à análise do mercado, seu comportamento e projeção, missão atingida parcialmente pela prática da previsão da demanda, detalhada no seguinte item.

2.2 Previsão de Demanda

Moreira (2001) defende que planejar é uma atividade comum a qualquer tipo de empresa, independente de seu porte ou ramo ao qual se dedica, envolvendo todas as áreas, seja formal ou informalmente.

Além de haver vários tipos de planejamento que tratam de distintos assuntos, conforme sua área de origem, as amplitudes de tempo também são distintas. O ponto em comum existente entre todos os planejamentos é a: previsão de demanda (MOREIRA, 2011)

De acordo com RIGGS (1987) a mesma constitui em um processo racional de busca de informações sobre o valor das vendas futuras ou de um conjunto de itens. Assim, a previsão de demanda deve fornecer informações voltadas para qualidade e local onde os produtos serão necessários.

Existem três grupos de métodos de previsão de demanda: qualitativo, causal e projeção histórica (BALLOU, 2006). Moreira (2011) define como métodos qualitativos àqueles que são baseados no julgamento e experiência de especialistas. As técnicas mencionadas são utilizadas principalmente quando existe uma ausência de dados históricos confiáveis para o modelo matemático.

Já o método causal, Moreira (2001) determina que o mesmo deve ser aplicado quando a demanda está interligada a fatores internos ou externos. Estas variáveis, se seguirem uma lógica de ocorrência, é caracterizada como variável causal e alocada a um grupo de itens para que seja obtida uma previsão.

No que refere-se ao método de projeção histórica, Ballou (2006) direciona-se a utilização deste modelo quando existe uma característica que permite a adaptação a mudanças nos padrões de tendência e sazonalidade. Sendo este último método, foco do presente trabalho, também chamados de séries temporais, detalhado na sequência.

2.3 Componentes de uma série temporal

O processo padrão de séries temporais envolve decomposição e análise individual dos componentes interferentes. Após a avaliação pontual, são avaliados em conjunto para observar o efeito. (BRUNI, 2007).

As séries temporais podem ser divididas em quatro componentes: tendência, cíclica, sazonal e irregular.

No que se refere a componente de tendência, Render et al. (2000) define como uma variável capaz de caracterizar uma mudança nos dados crescente ou decrescente. Já o

componente cíclico, Dos Santos (2010) define como aquele o qual apresenta variações regulares de longo prazo acima e abaixo da linha de tendência.

Quando se trata de componentes sazonais, Kotler (2000) define como um padrão consistente de movimentação durante o ano. E, por fim o componente irregular ou residual, Perini e Bertolde (2016) determina como aquele que possui variações irregulares e aleatórias resultantes de fatores divergentes.

2.3.1 Média Móvel Simples

De acordo com TUBINO (2000), tal modelo utiliza dados de um determinado períodos, geralmente os mais recentes, para gerar uma previsão. É utilizado quando a demanda não exhibe tendência ou sazonalidade. Com a média móvel estima-se o nível do período t pela média da demanda durante os períodos N mais recentes. A equação 1 representa o modelo matemático:

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_{t-j+1} \quad (1)$$

Na qual:

N = número de períodos incluídos na média.

A_j = valor observado no período j .

F_j = valor projetado para o período

2.3.2 Média Móvel Ponderada

A média móvel ponderada é uma variação da média móvel que consiste em ponderar a importância dos períodos da previsão atribuindo-lhes pesos diferentes, conforme se queira mais ou menos ênfase ao período, normalmente com pesos maiores dados mais recentes. Segundo Moreira (2001) a soma dos pesos deve ser igual a 1.

Tal como no caso da média móvel, a escolha de n é arbitrária, assim como a escolha dos pesos. A vantagem sobre a média móvel é que os valores mais recentes da demanda, que podem revelar alguma tendência, recebem importância maior. Entretanto, valem as mesmas observações quanto ao valor de n : quanto maior, mais suavizará os efeitos sazonais e mais lentamente responderá a variações.

A mesma é calculada pela equação (2) evidenciada.

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + w_3 A_{t-3} + \dots + w_n A_{t-n} \quad (2)$$
$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

2.3.3 Suavização Exponencial

É uma grande classe de métodos de previsão que se baseiam na ideia de que observações passadas contêm informações sobre o padrão da série temporal. O propósito dos métodos é distinguir um padrão de comportamento de qualquer outro ruído e então usar esse para prever valores futuros da série.

2.3.3.1 Suavização Exponencial Simples (SES)

Na análise da série temporal, a suavização exponencial simples, leva em consideração a ponderação de valores, com maiores pesos atribuídos aos dados mais recentes e pesos menores aos que são mais remotos. Existe uma constante de suavização α que varia de 0 a 1.

Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) mostra o método conforme a equação 3:

$$Z'_{t+1} = \alpha Z_t + (1 - \alpha)Z'_t \quad (3)$$

Na qual:

Z'_{t+1} = previsão de demanda no período t+1;

α = constante de suavização que varia de 0 a 1;

Z_t = é a demanda no período t;

Z'_t = previsão no período t.

2.3.3.2 Suavização exponencial pelo Método de Holt (SEH)

O modelo de Holt é geralmente utilizado para séries que apresentam tendência linear. Emprega duas constantes de suavização com valores entre 0 e 1, chamadas α e β (PELLEGRINI, 2000). O método é representado pelas equações (4), (5) e (6).

$$L_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (4)$$

$$T_t = \beta (B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (5)$$

$$F_t(t + k) = B_t + kT_t \quad k = 1, 2, .. \quad (6)$$

Na qual:

α = constante de suavização para a base;

D_t = demanda do período em t;

B_t = base ao final do instante t;

T_{t-1} = tendência ao final do período t;

β = constante de suavização para a tendência;

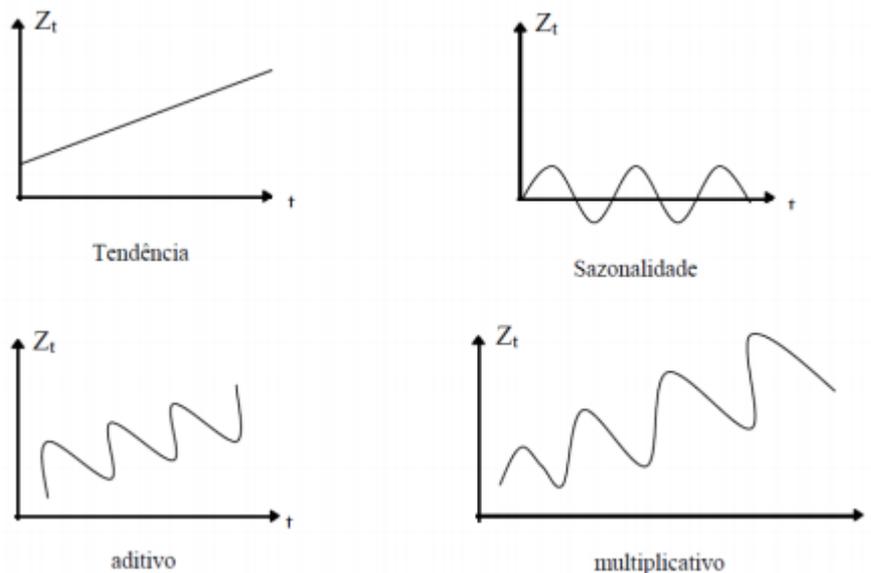
$F_t(u)$ = previsão ao final do período t para o período u ($u > t$);

2.3.3.3 Suavização Exponencial pelo Método de Holt Winters (HW)

Este método é característico para a modelagem de séries com variação cíclica. Neste modelo é incorporado, além da tendência, a sazonalidade, que pode ser aditiva ou multiplicativa (MIRANDA, 2007).

A Figura 2 demonstra exemplos das componentes nos modelos aditivo e multiplicativo.

Figura 2 - Exemplos das competentes tendências e sazonalidade



Fonte - MIRANDA (2007)

Na visão de Albuquerque e Serra (2006), o modelo com caráter aditivo é utilizado quando a amplitude da variação sazonal permanece constante. Já o multiplicativo quando a mesma sazonalidade aumenta com o tempo. A figura 3 equaciona ambos os modelos:

Figura 3 - Equações do Modelo de Holt Winter

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

Fonte - ALBUQUERQUE, SERRA (2006)

Na quais:

S : é o comprimento da sazonalidade

L_t : é o nível da série

b_t : é a tendência

S_t : é a componente sazonal

F_{t+m} : representa a previsão para o período m adiante

Y_t : é o valor observado

α , β e γ : são parâmetros exponenciais alisadores, do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

Visto os métodos que foram apresentados, após aplicabilidade dos mesmos deve-se identificar o mais adequado frente aos dados estudados. Em vista desse objetivo, deve-se estudar os erros aos quais os métodos estão sujeitos.

2.4 Indicadores ou Erros de Previsão

A precisão da previsão refere-se ao quão perto as previsões chegam dos dados reais. Os indicadores são utilizados para verificar medidas de desempenho do nível de precisão. Quanto menores os erros de precisão, mais próxima dos dados reais temos o modelo da previsão, assim são mais aceitas. Do contrário, é sinal que o modelo deve ser alterado ou ajustado. Considere o erro de previsão entre o valor real e o valor previsto representado pela equação 11:

$$E = X - X' \quad (11)$$

Para analisar e decidir o melhor modelo de previsão que se ajusta aos dados, deve-se levar em conta possíveis erros abaixo.

2.4.1 Erro percentual absoluto médio (MAPE)

O erro percentual absoluto médio MAPE (*mean absolute percentage error*) representa a média percentual da divisão entre erro de previsão e o valor real, conforme equação 12. Quanto menores os valores encontrados após a aplicação da fórmula, maior precisão estará sendo evidenciada nos dados.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{(X_i - \hat{X}_i)}{X_i} \right| (100)}{n} \quad (12)$$

2.4.2 Erro absoluto médio (MAD)

Este erro é a soma dos desvios absolutos dos períodos dividida pelo número de períodos. É representado pela equação 13. Quanto menor o erro absoluto médio, os dados reais seguem estreitamente as previsões da variável dependente e o modelo de previsão fornece previsões acuradas.

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |X - \hat{X}_i|}{n} \quad (13)$$

2.4.3 Erro quadrático médio (EQM)

Este erro é representado pela equação 14 e quando os valores encontrados forem pequenos, os dados reais seguem estreitamente as previsões da variável dependente e o modelo de previsão fornece previsões acuradas.

$$EQM = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X}_i)^2}{n} \quad (14)$$

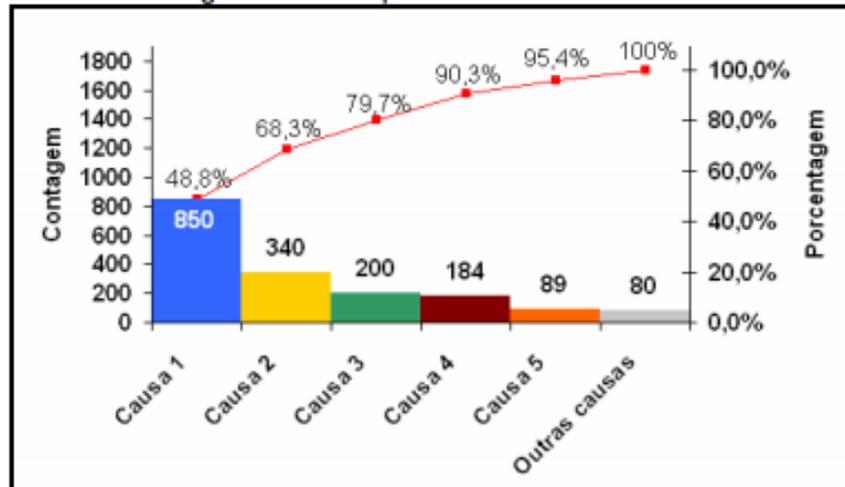
2.5 Gráfico de Pareto

Vilfredo Pareto foi um economista italiano do século XIX que inventou o diagrama baseado na distribuição de riquezas da sociedade, onde ele concluiu que 20% da população (poucos e vitais) detinham 80% da riqueza, enquanto o restante da população (muitos e triviais) detinha apenas 20%. A relação também é conhecida como a regra dos 80/20.

O Gráfico de Pareto (Figura 3), é a ferramenta utilizada para priorização e direcionamento do tema abordado onde proporcionará 80% de resultado focando em apenas 20% das principais causas. É um gráfico de barras, feito a partir de um processo de coleta de dados e é utilizado quando se deseja priorizar problemas ou causas relativas a um determinado tema.

A análise da curva da porcentagem acumulada pode ser útil para a definição de quantos tipos de defeitos devem ser atacados, para que seja possível atingir certo objetivo de resultado. (ROTONDARO, 1998).

Figura 1 - Exemplo de Gráfico de Pareto



Fonte: Autorial Própria (2019)

3. Metodologia

A pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza, métodos, objetivos e procedimentos, evidencia Nascimento (2016). De acordo com Nascimento (2016), referente à natureza, uma pesquisa pode ser considerada básica ou aplicada. No que se refere a pesquisas básicas, tem-se o objetivo de gerar novos conhecimento de avanço da ciência, por ora, a aplicada é destinada a geração de conhecimento para resolução de problemas específicos. Por esse motivo, esta pesquisa caracteriza-se como aplicada.

Nascimento (2016) também afirma que quanto aos métodos de pesquisa temos a possibilidade da mesma ser classificada como qualitativa. Essa classe de pesquisa é mais direcionada a área de ciências sociais pelo seu enfoque na interpretação de um conjunto de fenômenos observados e particularidade dos mesmos; ou quantitativa, quando se trata de análise de medidas estatística de dados.

Em contrapartida, tem-se Ludke e André (1999) afirmando que uma pesquisa não possui apenas um desses métodos, mas sim ambos, visto que no momento da escolha das variáveis de uma pesquisa quantitativa, a qualitativa estaria sendo usada. O presente trabalho utiliza pesquisa quali-quantitativa.

No que se refere a objetivos, temos pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas.

Gil (1991) menciona que pesquisas exploratórias possuem por objetivo facilitar o entendimento do explorador na construção de hipóteses e tomadas de decisão.

Já no que se refere a descritivas, abrangem a concepção da descrição de características de diversas variáveis e a correlação entre elas. E, por fim, no que se trata de explicativas, temos o entendimento que são utilizadas para identificar atributos que determinam a ocorrência dos fenômenos. O presente trabalho possui uma pesquisa de caráter exploratória-descritiva.

Quanto ao procedimento, neste tópico possui-se diversas opções de classificação. No presente trabalho a pesquisa é classificada como estudo de caso, visto que, na visão de Ludke e André (1999), o estudo de caso assemelha-se a uma abordagem metodológica ao invés de um procedimento específico. Trata-se, como o próprio nome reflete, do estudo de certo caso singular visando as descobertas de fenômenos que determinam contextos.

3.1 Técnica de Coleta de Dados

A coleta de dados baseia-se em análises de informações internas da empresa direcionadas ao estoque, demanda e tempo médio de entrega dos fornecedores, possuindo como referência o período de janeiro de 2016 a Agosto de 2018. A empresa não utiliza de técnicas aprimoradas para a previsão de demanda e, por esse motivo, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com equipes multidisciplinares com alto poder de decisão, para que fosse identificada a oportunidade de implementação das ferramentas dessa estratégia de forma que os fluxos e objetivos fossem alcançados de forma eficaz.

Os dados foram retirados do Software Scarplan, que possibilitou a conclusão de algumas informações voltadas ao fornecedor, necessidade da empresa, demandas anteriores, planejamento de estoque e, conseqüentemente, previsão da demanda.

Os dados foram primeiramente analisados utilizando a plataforma Microsoft Office Excel. Neste momento, os mesmos foram agrupados e reorganizados de forma que pudessem ser facilmente manipulados conforme a necessidade do trabalho apresentado.

De início, foi implementado o Gráfico de Pareto utilizando este software, que possibilitou o direcionamento do trabalho ao Papel Fotográfico Fuji 30,5 cm matte.

Após a definição das prioridades, a análise total da previsão de demanda abordada neste trabalho foi implementada na plataforma MiniTab 18, que propiciou a aplicação, comparação e avaliação dos métodos estudados, podendo concluir qual seria o melhor modelo temporal de previsão de demanda a ser utilizado.

4. Resultados

4.1 Estudo de caso

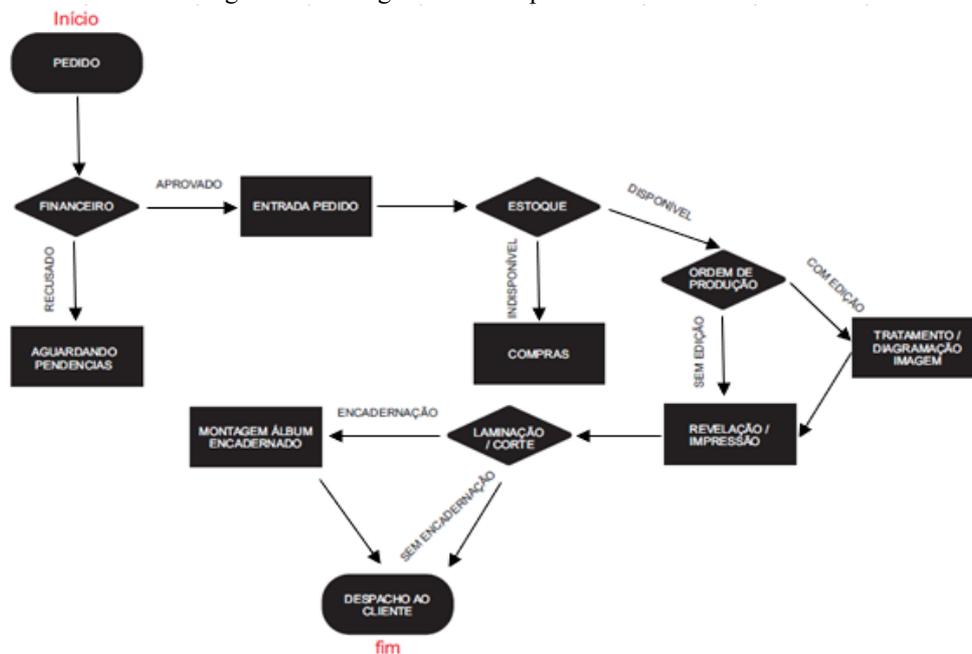
A empresa é uma indústria que atua no segmento de álbuns fotográficos, desde amadores até profissionais e encadernados. Além disso, presta serviços no tratamento e diagramação das imagens. A mesma faz utilização do software Scarplan integrado para controle geral dos processos, o que possibilita o atendimento desde atacadistas e lojistas até fotógrafos e consumidores final.

Visto a grande disponibilidade de produtos fornecidos, são necessárias uma significativa quantidade de matérias primas. A matéria prima estudada neste trabalho refere-se ao papel fotográfico Fuji, com dimensões de 30,5 cm e especificação Matte em rolos de 93 metros.

4.2 Mapeamento da realidade empresarial

Neste trabalho foi realizado um mapeamento da realidade industrial para evidenciar as etapas envolvidas desde o início do processo de compras das matérias-primas até a finalização do produto escolhido pelo consumidor final, conforme Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma das Etapas do Processo Interno

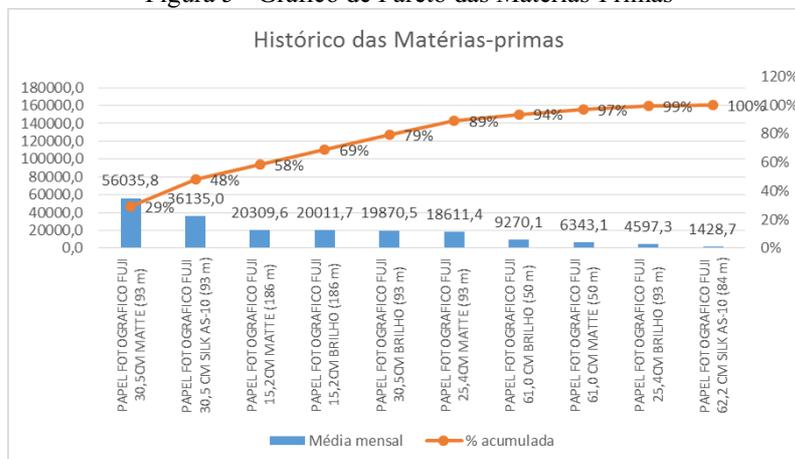


Fonte - Autoria Própria (2019)

Anteriormente à implementação das técnicas abordadas neste trabalho, a empresa possuía uma previsão de demanda bastante informal e insegura. A mesma era realizada conforme a média aproximada dos últimos meses, o que gerava risco de estoques e custo desnecessários.

Através da Figura 5, pode-se evidenciar que o Papel Fotográfico Fuji de 30,5 cm Matte (93 m), refere-se a matéria prima de maior importância na indústria e, por este motivo, foi a escolhida para o início da implementação das ferramentas.

Figura 5 - Gráfico de Pareto das Matérias-Primas



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na tabela 1, está evidenciado os dados mensais da matéria prima escolhida, onde pode-se observar o fluxo de demanda do mesmo.

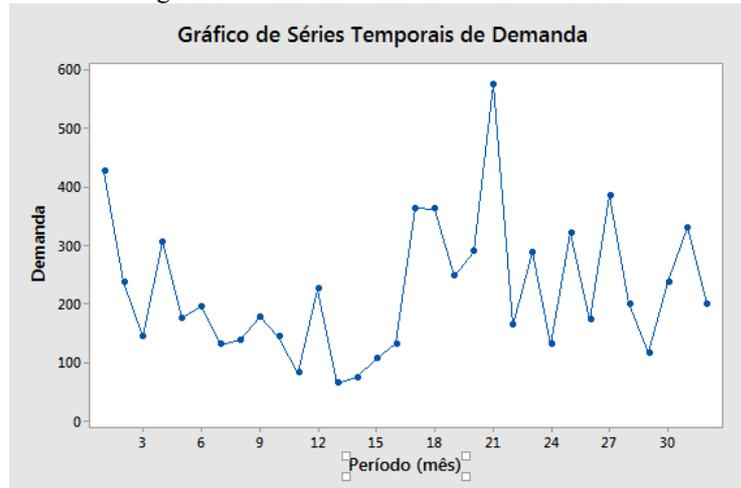
Tabela 1 - Histórico Mensal do Papel Fotográfico Fuji 30,5 cm matte.

| PAPEL FOTOGRAFICO FUJI 30,5CM MATTE (93 m) | | | |
|--|------|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 |
| Janeiro | 426 | 64 | 322 |
| Fevereiro | 238 | 74 | 172 |
| Março | 144 | 106 | 386 |
| Abril | 306 | 132 | 200 |
| Mai | 176 | 364 | 116 |
| Junho | 196 | 362 | 238 |
| Julho | 130 | 248 | 330 |
| Agosto | 138 | 290 | 200 |
| Setembro | 178 | 576 | |
| Outubro | 144 | 164 | |
| Novembro | 82 | 288 | |
| Dezembro | 226 | 130 | |

Fonte - Autoria Própria (2019)

Diante desses dados, pode-se observar o comportamento da demanda do material conforme Figura 6:

Figura 6 - Histórico Matéria Prima Primordial



Fonte: Autorial Própria (2019)

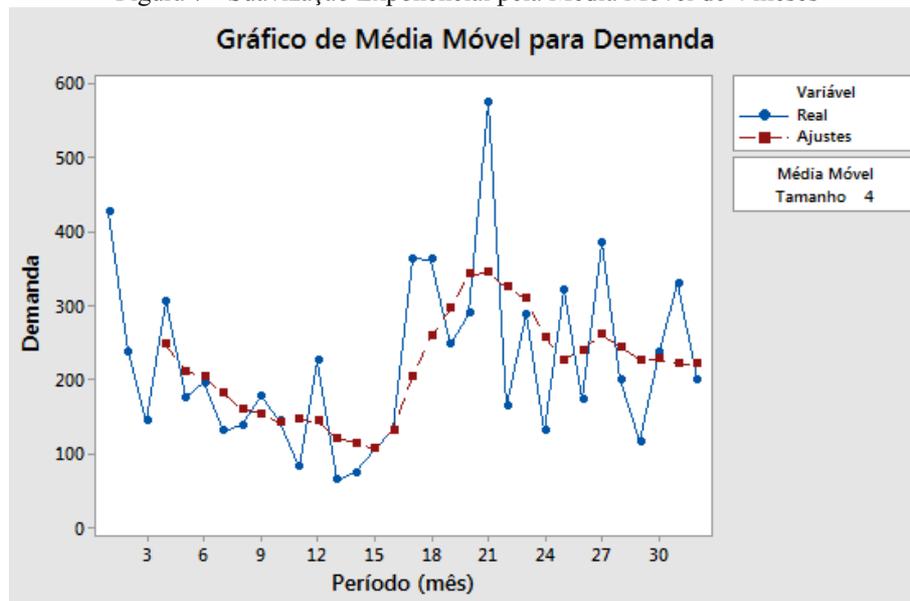
Na figura 6 apresentado, pode-se notar uma pequena tendência crescente, e uma ciclicidade nos dados. A questão sazonal não está muito evidente.

4.3 Proposta de melhoria

Através do Software MiniTab 18, foram realizados estudos de implementação de métodos de previsão de demanda, para que pudesse ser identificado o mais apropriado modelo frente aos dados apresentados.

O primeiro método utilizado foi o Média Móvel. Neste momento, levou-se em consideração o tamanho da média sendo de 2, 3, 4 e 5 meses. Entretanto, conforme Figura 7, o melhor tamanho para média móvel foi de 4 meses.

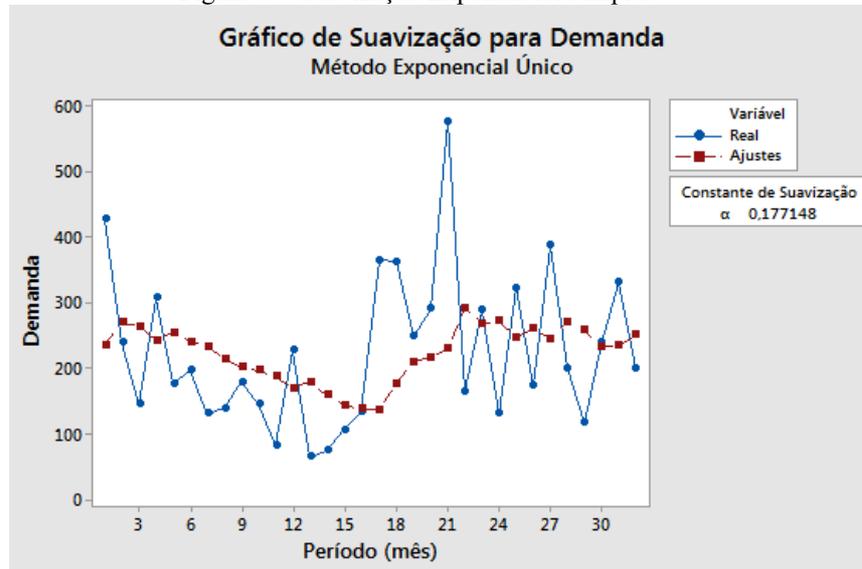
Figura 7 - Suavização Exponencial pela Média Móvel de 4 meses



Fonte: Autoria Própria (2019)

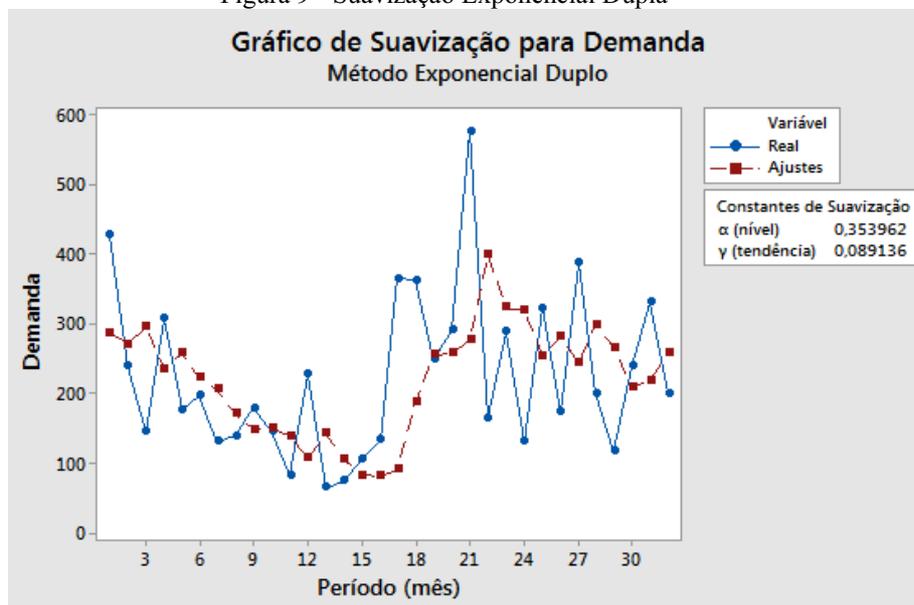
Além deste primeiro método, foi aplicado os métodos de suavização exponencial simples (SES), utilizando apenas uma constante de suavização (α), evidenciado no Figura 8; e pelo método de Holt (SEH) que utiliza duas constantes (α e γ), conforme Figura 9.

Figura 8 - Suavização Exponencial Simples



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 9 - Suavização Exponencial Dupla

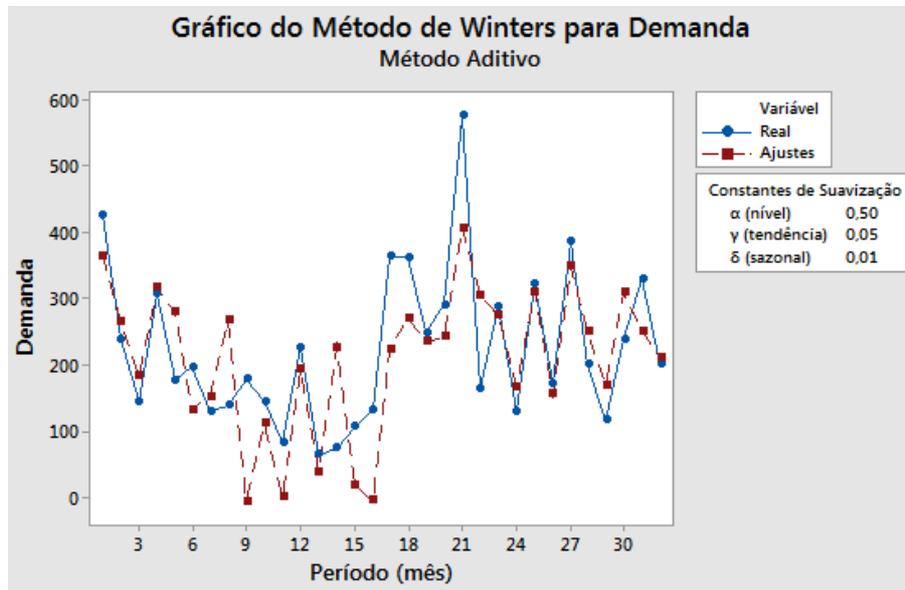


Fonte: Autoria Própria (2019)

E por fim, foi implementado o método de Holt Winters (HW) tanto em suas características do método aditivo como o método multiplicativo. O primeiro está evidenciado

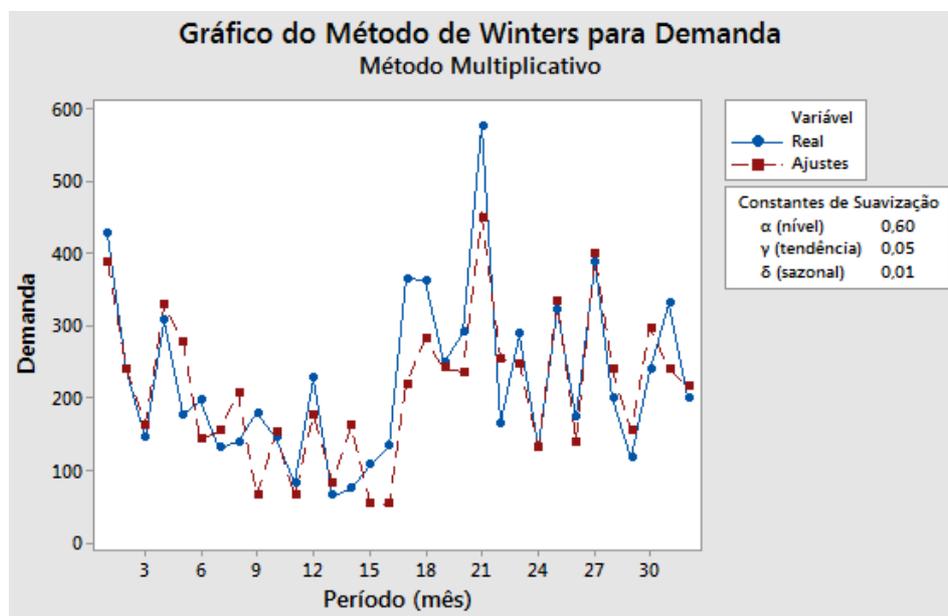
no Figura 10, enquanto o segundo na Figura 11. Em ambos os modelos, utilizou-se o comprimento sazonal igual a 13 meses para a obtenção do menor erro associado.

Figura 10 - Suavização Exponencial pelo método de HW aditivo



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 11 - Suavização Exponencial pelo método de HW multiplicativo



Fonte: Autoria Própria (2019)

Após a implementação de todos os métodos de suavização conforme evidenciado acima, para que seja possível identificar o melhor método, deve-se avaliar os erros existentes em cada um dos modelos matemáticos.

Os erros primordiais são: Erro percentual absoluto médio (MAPE), erro absoluto médio (DAM) e erro quadrático médio (EQM). Por esse motivo, os mesmos foram calculados frente a todos os métodos abordados, conforme tabelas compiladas na Tabela 2:

Tabela 2 - Resultados dos Erros dos Métodos

| Método Média Móvel | | | |
|---------------------|-------|-------|---------|
| Tamanho média móvel | EPAM | DAM | DPM |
| 2 | 41,64 | 77,68 | 9324,69 |
| 3 | 36,68 | 68,67 | 7001,99 |
| 4 | 34,22 | 66,66 | 7495,78 |
| 5 | 36,78 | 71,19 | 8583,54 |

| Método Exponencial Único | | | | |
|---|-----------------|------|------|---------|
| | Constante Nível | EPAM | DAM | DPM |
| Opção arima Ideal (no software) para otimização | 0,177148 | 50,9 | 94,1 | 13736,7 |
| Atribuição | 0,2 | 51 | 94,3 | 13745 |

| Método Exponencial Duplo | | | | | |
|---|-----------------|---------------------|------|-------|---------|
| | Constante Nível | Constante Tendência | EPAM | DAM | DPM |
| Opção arima Ideal (no software) para otimização | 0,353962 | 0,089136 | 48,2 | 94,2 | 14515,6 |
| Atribuição | 0,2 | 0,2 | 54,3 | 102,8 | 16865,6 |

| Método Winters Aditivo | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------|-------|---------|
| Comprimento Sazonal (mês) | Constante Nível | Constante Tendência | Constante Sazonal | EPAM | DAM | DPM |
| 12 | 0,5 | 0,05 | 0,2 | 51,7 | 92,1 | 12503,7 |
| 13 | 0,5 | 0,05 | 0,2 | 43,12 | 71,44 | 7954,38 |
| 13 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 41,31 | 68,05 | 7233,44 |
| 14 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 51,2 | 89,7 | 11573,5 |

| Método Winters Multiplicativo | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------|-------|---------|
| Comprimento Sazonal (mês) | Constante Nível | Constante Tendência | Constante Sazonal | EPAM | DAM | DPM |
| 12 | 0,5 | 0,05 | 0,2 | 44,8 | 82,5 | 10488,1 |
| 13 | 0,5 | 0,05 | 0,2 | 29,03 | 55,72 | 4997,98 |
| 13 | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 27,2 | 51,81 | 4423,74 |
| 13 | 0,6 | 0,05 | 0,01 | 26,96 | 49,95 | 3949,83 |
| 14 | 0,6 | 0,05 | 0,01 | 46,3 | 83,3 | 11004,1 |

Fonte: Autoria Própria (2019)

Cabe ressaltar que os modelos de Holt-Winters foram executados em maior quantidade do que foi apresentado na Tabela 2 - Resultados dos erros dos métodos, só não foram indexados todos valores pela grande quantidade de números, todas constantes de suavização de início foram atribuídas próximas a zero o que indica ou caracteriza a não contribuição destes fatores aos dados analisados, por outro lado quanto mais próximos de 1 maior a contribuição, ressaltando para um valor mínimo do EPAM, DAM e EPM. Várias combinações das variáveis foram feitas até chegar em um melhor resultado possível. Outro fator que trouxe certa dúvida de início foi o comprimento sazonal, o que não estava muito evidente ao analisar o gráfico dos dados. Os demais métodos analisados não são viáveis pois apresentam um maior erro de previsão, porém os modelos exponenciais serviram para balizar nos modelos de Holt-Winters, mais especificamente no comportamento da constante de nível e da constante de tendência.

Concluindo foi verificado que o método de Holt-Winters multiplicativo apresentou o menor erro associado a previsão com EPAM de 26,96 um comprimento sazonal de 13 meses e constantes de suavização de nível, tendência e sazonal de 0,6 ; 0,05 ; 0,01 respectivamente.

Após a escolha do método que será aplicado, foi calculado qual será a previsão de demanda de compra da organização e a mesma encontra-se evidenciada na Tabela 3:

Tabela 3 - Resultados das Previsões de Compra

| Previsão Futura - Método Winters Multiplicativo | | | | | | |
|---|------------------|------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|
| Mês | Demanda Prevista | Demanda Ajustada | Limite Inferior | Limite Inferior Ajustado | Limite Superior | Limite Superior Ajustado |
| 33 | 197,261 | 198 | 74,891 | 75 | 319,631 | 320 |
| 34 | 326,426 | 327 | 185,959 | 186 | 466,893 | 467 |

Fonte: Autoria Própria (2019)

A previsão foi realizada apenas para os próximos 2 meses, visto que atende a demanda, prazo e necessidade dos fornecedores. Com a implementação e acompanhamento dos resultados, pode-se notar uma efetividade significativa, assertividade de previsões futuras e satisfação dos gestores da companhia.

5. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo propor um modelo de previsão em uma indústria de produtos e serviços voltados de impressão de imagens localizada na região de Batatais - SP. De todos os métodos disponíveis para aplicação o método de Holt-Winters Multiplicativo

apresentou melhores resultados de previsão de demanda de compra. Dessa maneira, ele foi utilizado na aplicação dos dados sendo responsáveis por gerar os números da previsão de demanda para prever futuras compras.

A utilização da previsão de demanda além de ser aplicada em outros itens para auxiliar na gestão do estoque, também é aproveitada por outras áreas da empresa como na prestação de serviços trazendo agilidade no seu processo ou nas vendas de álbuns fotográficos trazendo maior confiabilidade para o vendedor e cliente.

Existiram algumas limitações na realização do trabalho, das quais se destacam, o direcionamento inicial apenas para a matéria prima prioritária e a resistência encontrada entre os colaboradores da empresa e os dados de valorização anterior.

Para trabalhos futuros, a companhia acredita ser relevante a implementação destas teorias para todas as outras matérias primas, para que o fluxo da empresa seja cada vez mais eficiente e eficaz com relação aos objetivos finais.

Referências

ALMEIDA ET AL. **Controle Estatístico do Processo**. Itu. 2011

BALLOU, R. B. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial**. 5° ed. Porto Alegre, 2006.

CAVALHEIRO, Darlene. **Método de previsão de demanda aplicada ao planejamento da produção de indústrias de alimentos**. 2003. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e de Operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2012. LUSTOSA, L. *et al.*, **Planejamento e Controle da Produção**. 4.ed.: Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. MRP II / ERP: conceitos, uso e implementação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão. São Paulo: Atlas, 2013.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3° ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 472p.

DO NASCIMENTO, Francisco Paulo. **“Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos”**. Brasília: Thesaurus, 2016.

DOS SANTOS, Grace Lissarassa. **Análise de métodos de previsão de demanda para empresa fabricante de produtos de transmissão e distribuição de energia**. 2010. 34 p. Monografia Administração – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; FILHO, Moacir Godinho. **Planejamento e Controle da Produção Dos Fundamentos ao Essencial**. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOBE, Antonio Carlos et al. **Administração de Vendas**. São Paulo: Saraiva, 2000.

HAGETTE, Teresa M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LÜDKE, Menga; André, Marli D. A. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1999.

MANCUZO, Fernando. **Análise de previsão da demanda: um estudo de caso em uma empresa distribuidora de rolamentos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MIRANDA, Cristina Vidigal Cabral de. **Previsão de Dados de Alta Frequência para Carga Elétrica Usando Holt-Winters com Dois Ciclos**. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. (2004). **Análise de Series Temporais**. Edgard Blucher, São Paulo.

FERNANDES, Flavio C. F.; FILHO, Moacir G. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

PELLEGRINI, Fernando R. **Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. 2000. 146 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PEREIRA, Barbara Moreto; CHAVES, Gisele; BELLUMAT, Marcelo Silva; BARBOZA, Michel Vieira; DUTRA, Raiane de Veras. **Gestão de estoque: um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte de Jaguaré**. Ceará: Enegep, 2015.

PERINI, Noéle Bissoli; BERTOLDE, Adelmo Inácio. **Previsão de demanda na indústria de petróleo: um estudo de caso no estado do Espírito Santo, Revista Gestão Industrial**. V.12, n. 01: p. 156-182, 2016.

RENDER, Barry; STAIR JUNIOR, R. M.; HANNA, M. E. **Análise Quantitativa para Administração**. 10. ed., Porto Alegre: Bookman, 2000.

RIGGS, James L. **Production Systems: planning, analysis, and control**. 4^a ed. New York: John Wiley. P. 19, 21. 1987.

ROTONDARO, R. G., MIGUEL, P. A. C., FERREIRA, J. J. A. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2005. SCHISSATTI, M. L. **Uma Metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para o Controle de Processos**. Florianópolis, 1998. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2000. 217 p.