

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

GIOVANNI LUDGERO MENDES SATLER

PREVISÃO DE DEMANDA PARA INDÚSTRIA DE ESTOFADOS:  
Estudo de caso na fábrica Rifletti Estofados em Muniz Freire – ES

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2019

GIOVANNI LUDGERO MENDES SATLER

PREVISÃO DE DEMANDA PARA INDÚSTRIA DE ESTOFADOS:  
Estudo de caso na fábrica Rifletti Estofados em Muniz Freire – ES

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial da obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.  
Orientador: Michel Picanço Oliveira.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2019

GIOVANNI LUDGERO MENDES SATLER

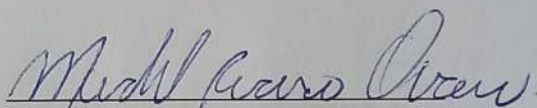
PREVISÃO DE DEMANDA PARA INDÚSTRIA DE ESTOFADOS

Estudo de caso na fábrica Rifletti Estofados em Muniz Freire – ES

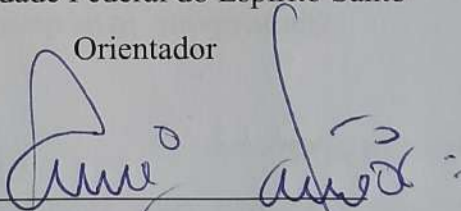
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial da obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovada em 10 de dezembro de 2019.

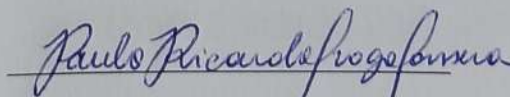
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. D.Sc. Michel Picanço Oliveira  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador



Prof. D.Sc. Ananias Francisco Dias Júnior  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador



M.Sc. Paulo Ricardo Fraga Fonseca  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus de tudo e de todos, e a todas as formas de energia do universo que me trouxeram até aqui, que colocaram pessoas durante minha evolução como instrumentos de direção e de formação de caráter. TUDO o que passei me tornou quem sou hoje, por isso sou grato a cada pessoa que cruzou minha vida até o momento. Em especial, aos meus pais, Giovani e Celma, que tem sido o meu suporte desde meu primeiro suspiro, e não medem esforços para que eu corra atrás dos meus propósitos, minha irmã Diovanna, que me motiva todos os dias a ser uma pessoa melhor. Vocês três são meus melhores amigos. Toda a minha família, meus amigos de longa data, Ousadia & Alegria.

Ao meu orientador, pela atenção e dedicação na construção desse trabalho e tantas outras contribuições acadêmicas.

Às turmas da UFES de 2014 que me acolheram em tantos momentos durante a graduação, inclusive a minha turma, vocês foram fundamentais para aguentar todas as lutas, compartilhando cada experiência. À primeira Engenheira Industrial Madeireira que conheci, Ana Carolina Boa, que se tornou minha inspiração e amiga pessoal, à república Fenda do Bikini e todos os seus ex moradores, à Comissão de Formatura 2018/2, à Cinética Júnior, e todos os seus membros que auxiliaram no meu crescimento pessoal e profissional, especialmente ao Bruno e Renata que se tornaram grandes amigos, minhas amigas Isabela, Bianca, Anna Lara, Amanda, Thais Oliveira, obrigado por todos os ‘rolês’. A todos vocês e aqueles que por alguma razão, não foram mencionados, muito obrigado, por me guiarem até aqui.

## RESUMO

É percebido que a competição se faz presente desde os primórdios da humanidade, tornando necessário a busca de inovação, e meios que proporcionem destaque para homens e empresas. Todos os meios para redução de custos e aumento de rendimento são estudados a fim de promover esse destaque. As decisões empresariais devem ser rápidas e assertivas para que possibilitem resultados favoráveis ao desenvolvimento da empresa. A previsão de demanda é um método que proporciona vantagens a empresa, visto que a previsão auxilia nas tomadas de decisões empresariais, direcionando-as para uma decisão mais assertiva. O referido trabalho tem como objetivo avaliar o modelo quantitativo de previsão de demanda que melhor corresponde ao caso da empresa em estudo. As técnicas utilizadas são as baseadas em séries temporais, cujo princípio é que a demanda futura será uma projeção da demanda passada. Dentre elas, foi dada uma ênfase às técnicas de média móvel e de correlações. Por fim, este trabalho trata da identificação e aplicação do modelo de previsão de demanda que apresentou o menor erro da demanda real, em relação a demanda prevista, e encontrou dados efetivos e levantou hipóteses comportamentais de compra, como promoções relacionadas a datas comemorativas, que auxiliarão nas tomadas de decisões, otimizando os custos e o rendimento da Rifletti Estofados.

Palavras chave: sistema de previsão de demanda, empresa, produção, modelo.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	O problema e sua importância .....	11
1.2	OBJETIVOS .....	11
1.2.1	Objetivo geral .....	11
1.2.2	Objetivos específicos .....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1	A importância da previsão de demanda para a indústria moveleira .....	12
3	METODOLOGIA.....	15
3.1	Técnicas para previsão da média .....	16
3.1.1	Média móvel .....	16
3.1.2	Média exponencial móvel.....	17
3.2	Técnicas para a previsão da tendência .....	17
3.2.1	Equação linear para a tendência .....	17
3.2.2	Ajustamento exponencial para a tendência .....	18
3.3	Técnicas para previsão de sazonalidade.....	19
3.3.1	Sazonalidade simples .....	19
3.3.2	Sazonalidade com tendência.....	19
3.4	Previsões baseadas em correlações .....	20
3.5	Manutenção e monitoramento do modelo .....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
4.1	Aplicação da previsão da média .....	22
4.1.1	Aplicação da média Móvel.....	22
4.1.2	Aplicação da média exponencial móvel.....	23
4.2	Aplicação da previsão da tendência.....	24
4.2.1	Aplicação da equação linear para tendência.....	24

4.2.2	Aplicação do ajustamento exponencial para tendência .....	25
4.3	Aplicação da previsão da sazonalidade.....	25
4.3.1	Aplicação da sazonalidade simples.....	25
4.3.2	Aplicação da sazonalidade com tendência .....	26
4.4	Manutenção e monitoramento do modelo .....	26
5	CONCLUSÕES .....	29
6	REFERÊNCIAS .....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores encontrados de MAD em cada técnica. ....	27
--	----



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas do modelo de previsão da demanda. ....	14
Figura 2. Sofá 4 lugares Connect retrátil e reclinável Suede Amassado cinza.....	15
Figura 3 - Gráfico representativo da demanda por período na Rifletti Estofados. ....	22
Figura 4. Gráfico comparativo das previsões de média encontradas pelo método de média móvel. ....	23
Figura 5. Gráfico comparativo das previsões de média encontradas pelo método de média exponencial móvel.....	23
Figura 6. Gráfico comparativo das previsões de tendência encontradas pelo método de equação linear.....	24
Figura 7. Gráfico representativo dos dados obtidos na aplicação do ajustamento exponencial para tendência. ....	25
Figura 8. Gráfico representativo dos dados obtidos na aplicação da sazonalidade simples. ....	25
Figura 9. Gráfico comparativo das demandas real e prevista pela técnica de sazonalidade com tendência.....	26

# 1 INTRODUÇÃO

Um contexto histórico e uma série de outros fatores nos permite visualizar e compreender o estado do cenário industrial mundial atualmente. O setor secundário da economia brasileira compete com o mercado local e mundial, mas uma longa jornada foi percorrida pelo setor.

Durante muito tempo, a economia brasileira foi coordenada, basicamente, pela exportação de pequenos volumes de matérias-primas. Após mudanças socioeconômicas, esta passou a ser dirigida pelo setor industrial. A expectativa, a partir dali era que, além de contribuir para a urbanização, a industrialização diminuiria consideravelmente a submissão do país em relação aos grandes centros industriais do mundo. Em contrapartida, o Brasil se tornou dependente de investimentos estrangeiros nos meios de produção e no desenvolvimento industrial (BAER, 2007).

Desde então iniciou-se a formação de um conceito conhecido atualmente como globalização, definido pelo processo de aproximação entre sociedades e nações, seja no viés econômico, social, cultural ou político. Para se manter no mercado externo ou interno, as empresas precisam, de antemão, reconhecer a situação que as envolvem e observar as condutas da globalização (WERNER, 2003).

Desse modo, o setor industrial nacional busca inovar e se adequar às diretrizes do mercado, utilizando metodologias que aprimoram a capacidade de produção e a otimizam a qualidade dos produtos. Por sua vez, a indústria moveleira, deve possuir preços mais competitivos para a sua principal matéria-prima, além de ter maior versatilidade de produtos que lhe garantem a possibilidade de planejar móveis de melhor qualidade e resistência (VALENÇA, *et. al.* 2002).

O processo de tomada de decisões de uma empresa inicia-se com a previsão de demanda, basicamente definida como uma busca de informações relacionadas as próximas vendas de um determinado produto ou grupo de produtos (MOREIRA, 2014).

Os planejamentos e planos de produção são dependentes dos métodos de previsão de demanda (SOUZA, 2017).

## 1.1 O problema e sua importância

A vivência empresarial exige a capacidade para tomada de decisões rápidas e assertivas, além da disponibilidade e acuracidade de dados acerca do mercado. Além disso, a relação entre a habilidade do tomador de decisões e a interpretação dos dados confere maior grau de competitividade à empresa.

Através das técnicas de previsão de demanda é possível elencar dados e informações que irão possibilitar o estudo matemático do comportamento de demanda, permitindo a realização de previsões agregada à habilidade intuitiva, podendo obter uma decisão mais assertiva.

Nesse contexto, busca-se responder a seguinte questão: qual técnica de previsão de demanda possibilitaria auxiliar a Rifletti Estofados a projetar suas vendas futuras?

Ao fim da coleta e análise dos dados, foram encontradas oportunidades de aplicação e identificação da melhor técnica de previsão de demanda, a fim de tornar as tomadas de decisões mais ágeis e mais acuradas, as quais retratarão uma maior velocidade de resposta e menores perdas, podendo assim agregar maior competitividade na referida fábrica.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Avaliar os modelos quantitativos de previsão de demanda afim de encontrar o que melhor responde ao caso da empresa em estudo.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar pontos de sazonalidade e continuidade de vendas
- Perceber variáveis externas que coordenam sazonalidade de vendas, como a ocorrência de promoções em datas comemorativas, entre outros.
- Apurar a periodicidade das demandas contínuas.
- Testar modelos quantitativos baseados em séries temporais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A indústria moveleira é caracterizada pelo agrupamento de diversos processos produtivos, envolvendo diferentes matérias primas e uma diversidade de produtos (GORINI, 2000). Pode ser segmentada por categoria de uso: residencial, escritório e institucionais (utilizados em hospitais, escolas, lazer, restaurantes, hotéis e similares).

De acordo com o *Brazilian Furniture* (2017), o setor mobiliário gerou um total de 256.067 empregos formais em 2015, sendo que 17.477 microempresas empregaram 50.276 pessoas, 4.135 empresas de pequeno porte empregaram 80.919 pessoas, 456 empresas de médio porte empregaram 31.068 pessoas e 414 empresas de grande porte empregaram 93.804 pessoas. A soma de empregos diretos e indiretos gerados pelo setor no mesmo ano foi de 258,95 mil funcionários.

O Brasil foi responsável por 3,4% da produção mundial de móveis e 0,4% das exportações, em 2016 o setor nacional de móveis e colchões, composto por cerca de 20,5 mil empresas, produziu R\$ 58,1 bilhões (2,6% do total da receita líquida da indústria de transformação do País) e gerou 283,2 mil postos de trabalhos (IEMI, 2017).

No estado do Espírito Santo em 2016 o IEMI registrou 423 unidades produtoras, empregando 5.946 funcionários, na produção de 9,9 milhões de peças, agregando um valor estimado em R\$958,2 milhões, e ainda havendo exportações em um valor estimado de U\$4,7 milhões (IEMI, 2017).

Os números apresentados acima demonstram a evolução e a importância da indústria moveleira na economia nacional. É necessário que as empresas busquem formas estratégicas baseadas no planejamento e controle da produção para permanecerem ativas no mercado, devido a elevada competitividade do setor moveleiro.

### 2.1 A importância da previsão de demanda para a indústria moveleira

A previsão de demanda, permite o emprego efetivo dos recursos, visando conter as perdas, elevando o rendimento de produção, reduzir custos de armazenamento e, ainda, evitar a escassez de produtos no mercado, resultado do mau planejamento. Dessa

forma, para tomada de decisão adequada, é necessário obter informações sobre a quantidade e o produto a se produzir (GONÇALVES, 2007).

A previsão de demanda de produtos não é uma ciência exata. Embora a seleção da técnica seja bem realizada e a coleta e aplicação dos dados seja completa e detalhada, ainda assim, só é possível garantir que o valor previsto da demanda seja uma aproximação do valor real (TUBINO, 2008).

Segundo Pellegrini (2000), os métodos quantitativos demandam a construção de modelos matemáticos a partir dos dados que descrevem a variação da demanda ao longo do tempo.

O processo de previsão envolve formação e conservação de uma base de dados históricos de vendas, e referências que expliquem as variações e comportamentos durante estes períodos; utilização de modelos matemáticos adequados, alguns a serem descritos nesse trabalho, que possibilitem a justificativa do comportamento da demanda; compreensão de como os fatores ou variáveis internas e externas influenciam nesse comportamento. E por fim a coleta de dados relevantes do mercado atual, referente ao segmento em questão e a capacidade de derivar uma estimativa da demanda futura. (WERNER, 2003)

Através de leituras, percebeu-se que os principais métodos quantitativos utilizados são: a média móvel, a suavização exponencial e o método de Box-Jenkins (SOUZA,2017).

Tubino (2008) afirma que um modelo quantitativo de previsão de demanda pode ser dividido em cinco etapas básicas. Inicialmente define-se o objetivo do modelo, com base no qual os dados são coletados e analisados, daí seleciona-se a técnica de previsão mais apropriada, calcula-se a previsão da demanda e, como forma de *feedback*, monitoram-se e atualizam-se os parâmetros empregados no modelo através da análise do erro de previsão. A partir da Figura 1 é possível observar a sequência das etapas de previsão de demanda, elaborado pelo autor.

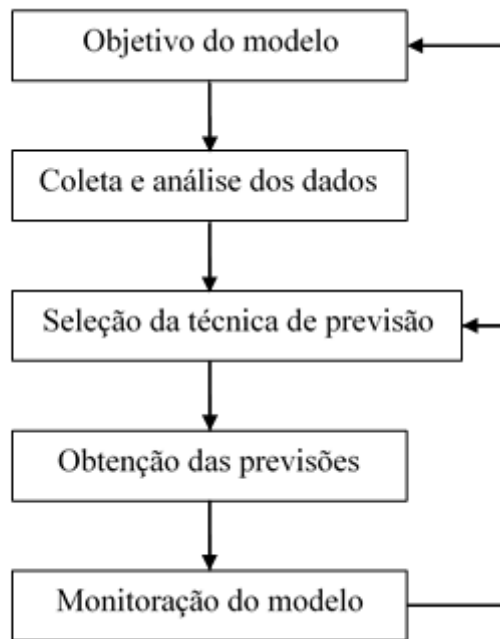


Figura 1. Etapas do modelo de previsão da demanda.

Fonte: Tubino 2008.

Não existe uma técnica que seja adequada para todas as situações, por isso, uma vez coletados e analisados os dados, pode-se decidir qual mais apropriada. Na escolha da técnica devemos considerar a acuracidade e o custo, principalmente (TUBINO, 2008).

O princípio das técnicas baseadas em séries temporais é que a demanda futura será uma projeção da demanda passada. Dentre elas, será dada uma ênfase às técnicas de média móvel com base na metodologia descrita por Tubino (2008), exposta a seguir.

### 3 METODOLOGIA

A fábrica Rifletti Estofados, localiza-se no município de Muniz Freire, interior do estado do Espírito Santo, possui 11 anos e emprega mais de 160 funcionários em uma área, em torno de 10.000 m<sup>2</sup> do parque fabril, dividido entre produção, depósitos, prédio administrativo e um *showroom*. Seus canais de venda contam com loja física e *e-commerce*.

Na aplicação em questão, realizou-se um comparativo entre técnicas, na finalidade de determinação daquela que melhor ajusta ao perfil de demanda dos produtos da empresa.

Atualmente, a produção está direcionada à confecção de 20 (vinte) modelos de sofás ambientados, com linhas de três a seis lugares. Por definição da empresa, a série de dados coletados está relacionada à produção mensal de unidades do modelo *Connect* de quatro lugares, como o da Figura 2.



Figura 2. Sofá 4 lugares Connect retrátil e reclinável Suede Amassado cinza.  
Fonte: Rifletti (2019).

Os dados utilizados na pesquisa foram fornecidos pela empresa em estudo e se referem ao período de Maio de 2017 a Abril de 2019, com alguns meses em ausência, devido às férias coletivas da empresa, totalizando 22 períodos, sendo um mês com

demanda no valor zero, como orienta a literatura de Tubino (2008), adotada no presente trabalho, esse período foi desconsiderado na validação dos dados para análise, totalizando 21 períodos de maio de 2017 a abril de 2019.

Após a coleta e análise de dados foram consideradas as técnicas de previsão de demanda que partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos valores passados, e que não sofreram influências de outras variáveis, são chamadas de previsões baseadas em séries temporais.

Nesta pesquisa foram estudados os métodos de média, tendência, cálculo do coeficiente sazonal, coeficiente de correlação, e um breve estudo sobre controle e manutenção do modelo de previsão selecionado.

As técnicas 3.1 a 3.6 foram retiradas da metodologia proposta por Tubino (2008).

### 3.1 Técnicas para previsão da média

As técnicas de previsão da média procuram privilegiar os dados mais recentes do período, que normalmente representam melhor a situação atual. Normalmente, dados históricos contêm elementos aleatórios, ou interferências de difíceis justificativas, e que prejudicam a previsão exata da demanda. Mas a desconsideração desses dados não é viável. Desta forma essas variações são incorporadas no modelo e as técnicas de previsão baseadas na média são empregadas para tratar tais situações.

#### 3.1.1 Média móvel

A média móvel usa dados de um número predeterminado de períodos. A cada novo período de previsão, se substitui o dado mais antigo pelo mais recente.

A média pode ser obtida a partir da equação 1:

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} \quad (1)$$

Sendo:

$Mm_n$  = média móvel de  $n$  períodos;

$Di$  = demanda ocorrida no período  $i$ ;

$n$  = número de períodos



$i =$  índice do período ( $i = 1,2,3\dots$ )

### 3.1.2 Média exponencial móvel

Na média exponencial móvel, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido, corrigido por um coeficiente de ponderação. A equação que apresenta essa relação é a seguinte:

$$M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (2)$$

Tendo:

$M_t =$  previsão para o período  $t$ ;

$M_{t-1} =$  previsão para o período  $t-1$ ;

$\alpha =$  coeficiente de ponderação;

$D_{t-1} =$  demanda do período  $t-1$ .

O coeficiente de ponderação ( $\alpha$ ) é fixado dentro de uma faixa de 0 a 1. O que determina esse valor é a velocidade de reação do modelo a uma variação real da demanda. Assim, quanto maior o seu valor, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a variação real.

## 3.2 Técnicas para a previsão da tendência

A tendência refere-se ao movimento gradual de longo prazo da demanda. Existem duas técnicas mais importantes que podem ser empregadas para tratar previsões de demanda com componentes de tendência linear, descritas a seguir. Uma está baseada na equação linear como forma de previsão, e a outra está baseada no ajustamento exponencial para se obter o componente de tendência.

### 3.2.1 Equação linear para a tendência

A equação linear para análise de tendência linear é a seguinte:

$$Y = a + bX \quad (3)$$

Sendo:

$Y =$  previsão da demanda para o período  $X$ ;

$a$  = ordenada à origem, ou intercessão no eixo dos Y;

$b$  = coeficiente angular;

X = período (partindo de X = 0) para previsão.

Fazendo uso dos dados históricos da demanda, os coeficientes  $a$  e  $b$  podem ser obtidos através das equações 4 e 5, a seguir:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad (5)$$

Sendo  $n$  = número de períodos observados.

### 3.2.2 Ajustamento exponencial para a tendência

Caso as demandas apresentem tendência, será empregada uma variação da técnica média exponencial móvel, chamada de ajustamento exponencial para a tendência ou duplo ajustamento.

O ajustamento exponencial para a tendência consiste em fazer a previsão em dois fatores: a previsão da média exponencial móvel da demanda e uma estimativa da tendência. As equações aplicáveis são:

$$P_{t+1} = M_t + T_t \quad (6)$$

Partindo do ponto que:

$$M_t = P_t + \alpha_1 (D_t - P_t) \quad (7)$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha_2 ((P_t - P_{t-1}) - T_{t-1}) \quad (8)$$

Em que:

$P_{t+1}$  = previsão da demanda para o período t+1;

$P_t$  = previsão da demanda para o período t;

$P_{t-1}$  = período da demanda para o período t-1;

$M_t$  = previsão da média exponencial móvel da demanda para o período t;

$T_t$  = previsão da tendência exponencial móvel para o período t;

$T_{t-1}$  = previsão da tendência para o período t-1;

$\alpha_1$  = coeficiente de ponderação da média;

$\alpha_2$  = coeficiente de ponderação da tendência;

$D_t$  = demanda do período  $t$ .

### 3.3 Técnicas para previsão de sazonalidade

A sazonalidade caracteriza-se pela ocorrência de variações para cima e para baixo, a intervalos regulares nas séries temporais da demanda. E essas variações ocorrem por alguma razão plausível. Podendo ser o período de ocorrência, anual, mensal, semanal, ou até diário.

A forma mais simples de considerar a sazonalidade nas previsões da demanda consiste em empregar o último dado da demanda, no período sazonal em questão, e assumi-lo como previsão. Entretanto, a forma mais usual de inclusão da sazonalidade nas previsões da demanda consiste em obter o índice de sazonalidade para os diversos períodos, empregando a média móvel centrada, e aplicá-los sobre o valor médio previsto para o período em questão.

#### 3.3.1 Sazonalidade simples

Para o caso de sazonalidade simples, a técnica de previsão consiste em obter o índice de sazonalidade para cada um dos períodos da série e aplicá-lo em cima da previsão da média em cada um desses períodos. Dividindo-se o valor da demanda no período pela média móvel centrada no período, obteremos o índice de sazonalidade. O ciclo de sazonalidade é o período em questão.

#### 3.3.2 Sazonalidade com tendência

Nesse caso, deve-se seguir uma sequência de passos. O primeiro é a obtenção dos índices de sazonalidade através da média móvel centrada, retirar o componente de sazonalidade da série de dados históricos, dividindo-os pelos correspondentes índices de sazonalidade. Com esses dados, resta desenvolver uma equação que represente o componente de tendência e fazer a previsão e multiplicá-la pelo índice de sazonalidade.

### 3.4 Previsões baseadas em correlações

Ao contrário das previsões anteriormente vistas, as previsões baseadas em correlações visam prever a demanda de um produto baseada na previsão de outra variável que esteja relacionada com o produto.

Neste caso serão levantados dois tipos de dados: além do histórico de demanda do produto em questão, também será coletado o histórico da variável de previsão. Com estes dados, através da técnica conhecida como regressão, pode-se estabelecer essa equação matemática.

$$Y = a + bX \quad (9)$$

Perceba que a equação linear já foi apresentada na previsão da tendência, (Equação 3) sendo que agora as variáveis assumem os seguintes significados:

$Y$  = previsão da demanda para o item dependente (produto em questão);

$a$  = ordenada à origem, ou interseção no eixo dos  $Y$ ;

$b$  = coeficiente angular;

$X$  = valor da variável dependente (variável de previsão).

Os coeficientes  $a$  e  $b$  podem ser obtidos das equações 4 e 5, também já apresentadas.

### 3.5 Manutenção e monitoramento do modelo

Após decidir a técnica de previsão e implantar o modelo, o acompanhamento e confirmação da validade. A necessidade de atualização do modelo e monitoramento garantem confiabilidade nos valores apresentados de previsão.

Normalmente através do somatório dos erros, que devem tender para zero, e de comparações com múltiplos do valor do desvio médio absoluto, conhecido como *MAD* (*Mean Absolute Deviation*). A princípio, a média móvel com três períodos, devem

possuir menor valor de erro acumulado e seus erros estarem dentro de uma faixa de controle de +- quatro *MAD*.

Para monitoração será utilizada o Controle Estatístico de Processos (CEP), uma ferramenta mais apurada, sendo que os limites superior e inferior do gráfico de controle, normalmente correspondem a quatro *MAD*, equivalentes a três desvios-padrões, para cima e para baixo. A Equação 8 corresponde a fórmula para cálculo do valor do *MAD*:

$$r = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n} \quad (8)$$

Onde:

$D_{atual}$  = demanda ocorrida no período;

$D_{prevista}$  = demanda prevista no período;

$n$  = número de períodos.

O erro será plotado em um gráfico de controle a cada nova previsão, e ações de correção serão tomadas caso o erro exceda os limites.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados foram repassados pela empresa por meio de relatórios mensais que compreendem a relação de produção real do sofá. Esses dados estão dispostos na Figura 3 a seguir:

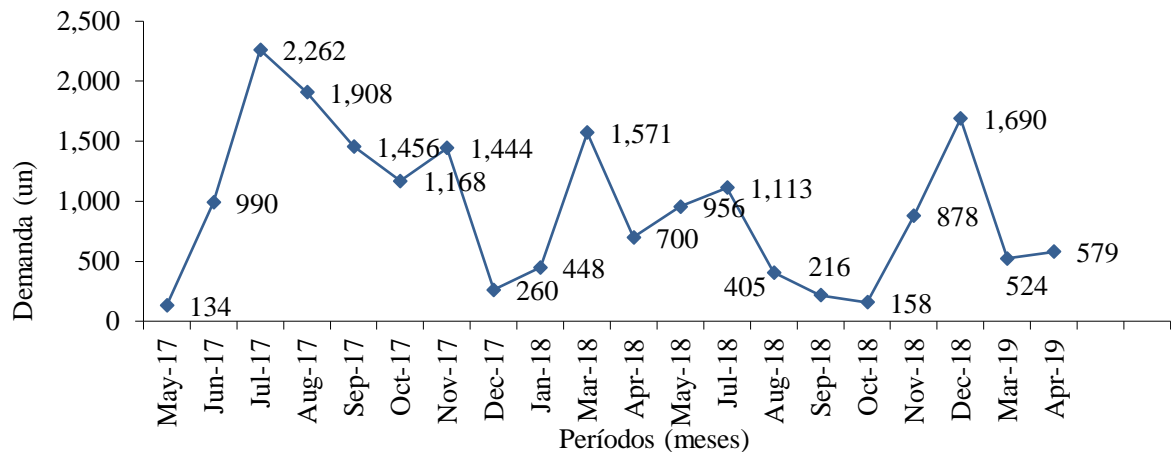


Figura 3 - Gráfico representativo da demanda por período na Rifletti Estofados.  
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Foram utilizados os métodos descritos no referencial teórico: Técnicas para previsão das médias: Média Móvel; Média Exponencial Móvel. Técnicas para previsão da tendência e sazonalidade: Equação linear para tendência, Ajustamento exponencial para tendência, Sazonalidade simples e Sazonalidade com tendência. O referencial a respeito das previsões baseadas em correlações não foi utilizado pois não foi possível determinar uma outra variável relacionada ao produto como indica a metodologia da etapa.

### 4.1 Aplicação da previsão da média

#### 4.1.1 Aplicação da média Móvel

Para previsão de média foram adotados 3, 6 e 12 períodos. Tendo assim a previsões a partir do quarto, sétimo e décimo terceiro período, respectivamente. Os

dados são apresentados por gráfico comparativo das três previsões e a demanda real de todos os períodos, na Figura 4:

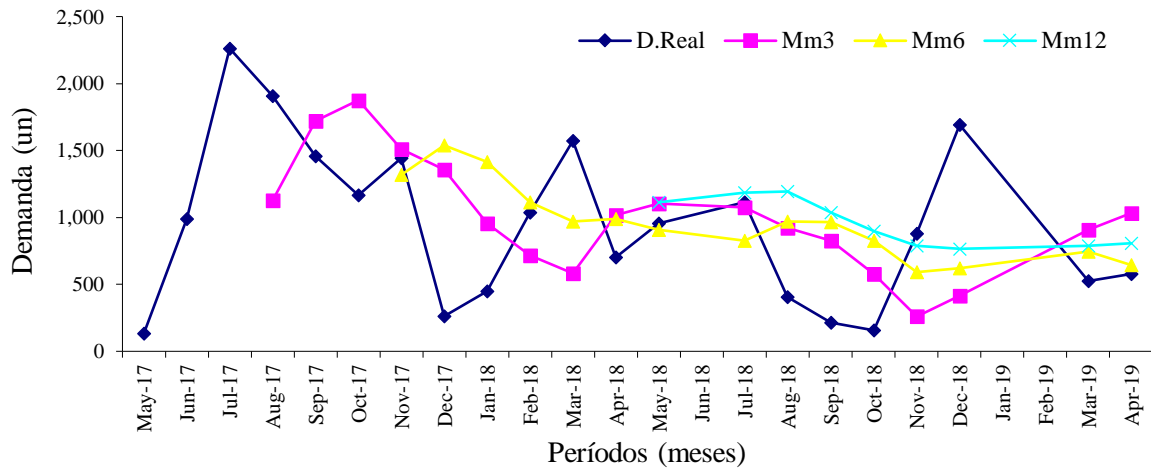


Figura 4. Gráfico comparativo das previsões de média encontradas pelo método de média móvel. Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os valores de *MAD* encontrados foram 484 para média móvel de 3 períodos (*Mm3*), 407 para 6 períodos (*Mm6*) e 454 para 12 períodos (*Mm12*).

#### 4.1.2 Aplicação da média exponencial móvel

O coeficientes de ponderação ( $\alpha$ ) fixados para o cálculo das médias foram de 0.3, 0.5 e 0.8. As médias encontradas estão dispostas por meio de gráfico comparativo aos demais coeficientes e a demanda real na Figura 5.

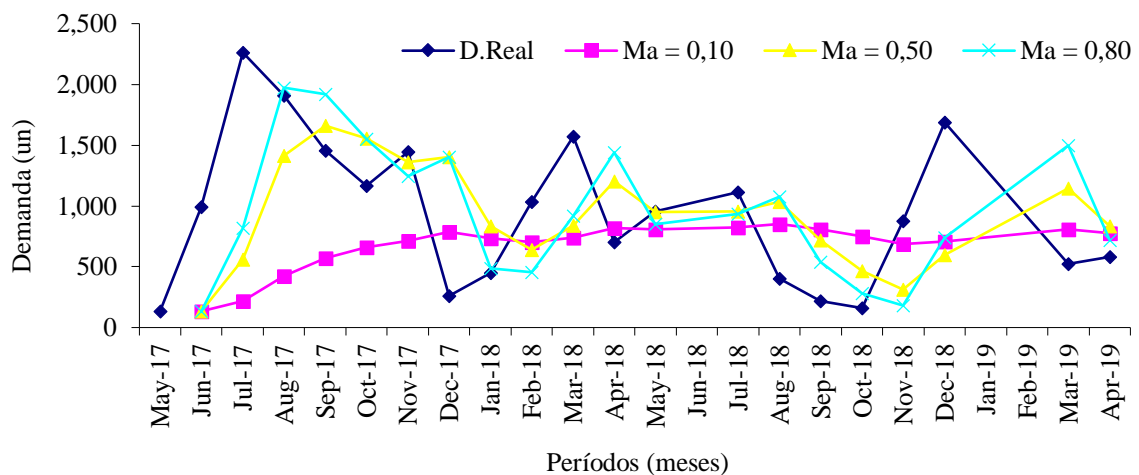


Figura 5. Gráfico comparativo das previsões de média encontradas pelo método de média exponencial móvel. Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os valores de *MAD* encontrados são de 616 para coeficiente de ponderação fixo em 0,10, 551 em 0,50 e 537 em 0,80.

## 4.2 Aplicação da previsão da tendência

### 4.2.1 Aplicação da equação linear para tendência

Para obtenção da equação linear, foram utilizados os somatórios de demandas e períodos como cita o referencial teórico.

A partir daí encontrou-se os valores de *a* e *b*, e a equação definida foi:

$$y = -32,461x + 1304,50$$

Também foi possível analisar o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) que revela que quanto mais próximo de 1 for o seu valor, mais aderente aos dados históricos está a equação da previsão. No caso, o valor de  $R^2$  foi exatamente 1, tornando assim a perfeita adesão dos dados históricos na equação da previsão.

Na Figura 6 está disposto o gráfico com a demanda prevista pela equação linear.

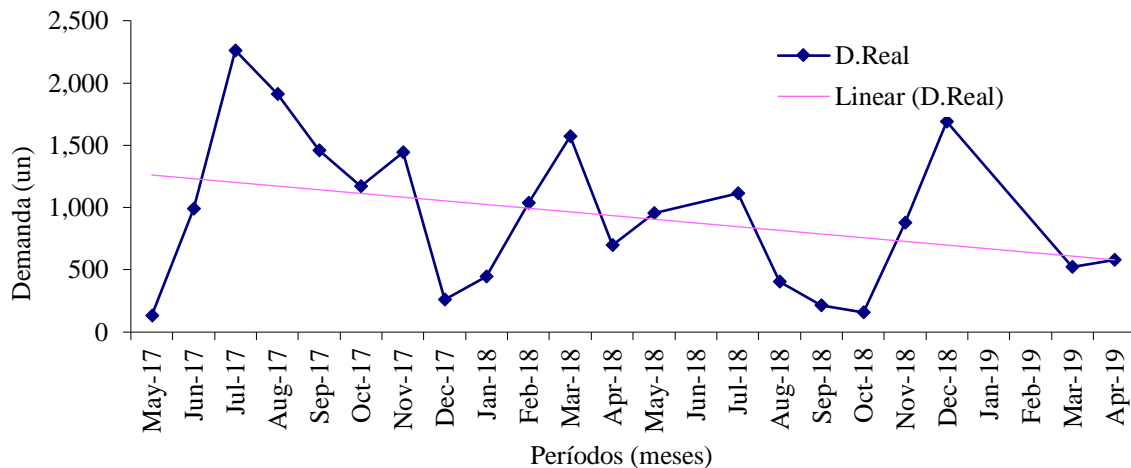


Figura 6. Gráfico comparativo das previsões de tendência encontradas pelo método de equação linear. Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O *MAD* encontrado nesse método foi igual a 1532.



#### 4.2.2 Aplicação do ajustamento exponencial para tendência

Para o ajustamento exponencial para tendência os valores encontrados estão dispostos na Figura 7. Considerando a previsão a partir do quarto mês e o *MAD* de 800.

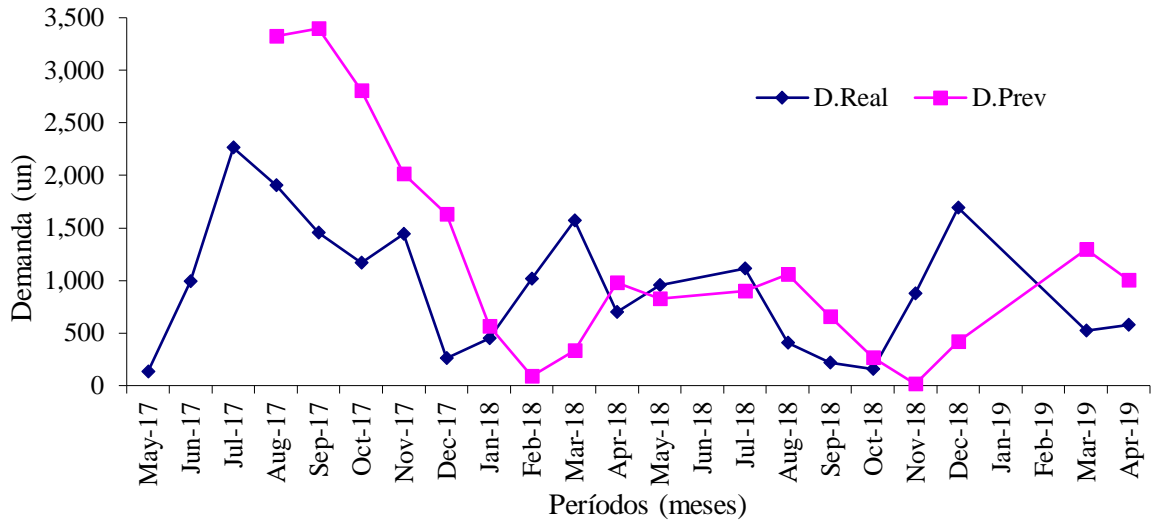


Figura 7. Gráfico representativo dos dados obtidos na aplicação do ajustamento exponencial para tendência.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.3 Aplicação da previsão da sazonalidade

##### 4.3.1 Aplicação da sazonalidade simples

Utilizando ciclos de sazonalidade de 9 períodos foram encontrados os dados dispostos na Figura 8, com o valor do *MAD* em 456.

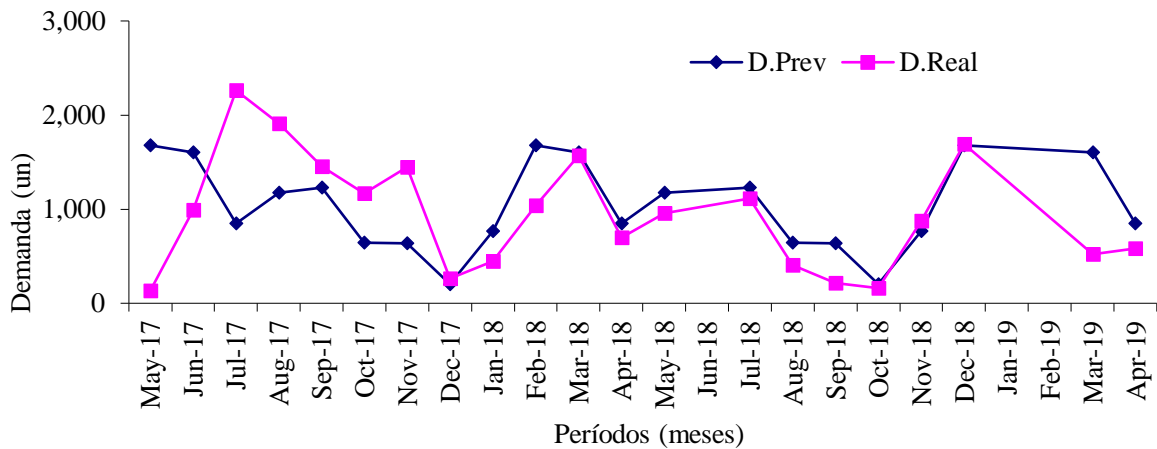


Figura 8. Gráfico representativo dos dados obtidos na aplicação da sazonalidade simples.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.3.2 Aplicação da sazonalidade com tendência

Para a aplicação dessa técnica, o componente de sazonalidade da série de dados históricos foi retirado, dividindo-os pelos índices de sazonalidade correspondentes.

Assim foi desenvolvida uma equação que represente o componente de tendência e feita a previsão da demanda e multiplicada pelo índice de sazonalidade. Os resultados são vistos no gráfico impresso na Figura 9, a seguir. O *MAD* encontrado nessa técnica foi de 541.

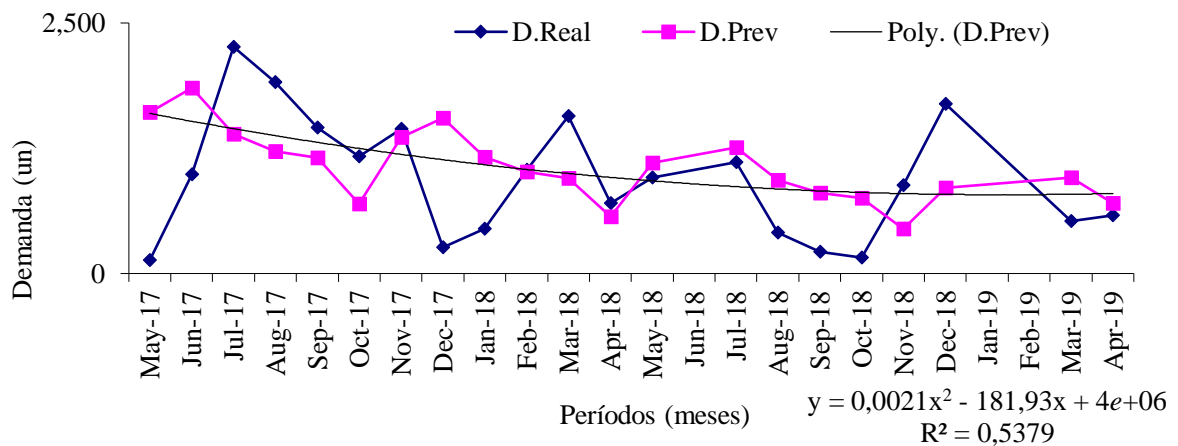


Figura 9. Gráfico comparativo das demandas real e prevista pela técnica de sazonalidade com tendência

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.4 Manutenção e monitoramento do modelo

Como citado no referencial teórico é preciso identificar a técnica de menor *MAD* para realização da manutenção e monitoramento após a tomada de decisão de escolha da técnica. Para melhor visualização, é possível comparar os *MADs* de todas as técnicas pela Tabela 1.

Tabela 1. Valores encontrados de MAD em cada técnica.

Técnica	Valor de MAD
Média Móvel – Mm 3	484
Mm 6	407
Mm 12	454
Média Exponencial Móvel – Ma 0,10	616
Ma 0,50	551
Ma 0,80	537
Equação Linear para tendência	1532
Ajustamento Exponencial da tendência	800
Sazonalidade simples	456
Sazonalidade com tendência	541

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

No período analisado é possível perceber grandes variações devido a ações do mês anterior que influenciaram nos números de vendas do próximo mês, como no período correspondente ao ano de 2017, em que ocorreram promoções ligadas ao frete grátis a partir de Maio, primeiro ponto de análise, impulsionando o crescimento das vendas em Junho e o alto valor de vendas em Julho. Para manter o pico, foram lançadas novas cores para a linha e um novo site com desconto em todos os modelos da fábrica. Chegamos em outubro e podemos justificar a queda devido as promoções em outras linhas de estofados mais baratas, a mesma suposição se dá em novembro quando houve o *Black Friday*, porém não alcançou grandes valores de produção no mês de dezembro.

Já em 2018, a empresa começou o ano com uma liquidação, o que faz com que os valores aumentem novamente em fevereiro e março, se estendendo até maio que, possivelmente devido ao Dia das Mães, impulsionou a produção de junho, que corresponde ao segundo maior pico do ano, até então.

O mesmo fenômeno de queda na produção em 2017 pode ser visto no mesmo período em 2018, quando a partir de outubro, quando se iniciam as promoções para o *Black Friday*, tem novamente o pico nos meses de novembro e maior ainda em dezembro, alcançando então, o maior número de sofás produzidos no ano.

A empresa foi procurada para justificar a ausência de produção da linha nos meses de janeiro e fevereiro, mas não obtivemos resposta. As justificativas plausíveis para o fato podem se dar pelas férias coletivas que os funcionários têm uma vez ao ano,

no início dele. Outra justificativa é a demora para reposição dos insumos que foram utilizados em massa nos meses de novembro e dezembro do ano anterior. Ou até mesmo uma estratégia da empresa para que outras linhas tenham o mesmo alcance no mercado brasileiro quanto a linha analisada.

Entretanto, quando retornam a produção em março e abril, os valores de produção são menores que a média de todo o período analisado, mas ainda assim quatro vezes maior que o menor mês de produção (maio de 2017).

Logo, o modelo quantitativo de previsão de demanda que melhor responde ao caso da empresa em estudo é o de Média Móvel de 6 períodos, que apresenta o menor *MAD*.

## 5 CONCLUSÕES

Através deste estudo de caso, conseguiu-se atender aos objetivos de pesquisa, uma vez que foi realizado o levantamento das técnicas quantitativas apresentadas pela literatura, descrevendo cada uma delas, apresentando como ocorre à elaboração das projeções, quais as vantagens e desvantagens, etc., verificando a utilização das previsões na prática, através da ferramenta de coleta de dados com a empresa referida.

De modo geral, foi identificado que a técnica mais indicada para ser utilizada na Rifletti Estofados é a de previsão de média móvel de 6 períodos por apresentar o menor valor de erro absoluto (*MAD*). Neste sentido, percebeu-se no decorrer do presente trabalho que as técnicas de previsão de demanda são uma grande alternativa, pois, quando bem utilizadas, apresentam resultados satisfatórios apresentados anteriormente.

## 6 REFERÊNCIAS

BAER, W. **A Economia Brasileira**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2007. 505 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

Banco Nacional do Desenvolvimento. **O setor de móveis na atualidade**: uma análise preliminar. Rio de Janeiro, n. 25, p. 65-106, mar. 2007.

BRAZILIAN FURNITURE. **O setor moveleiro**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.brazilianfurniture.org.br/sobresetor>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

GONÇALVES, F. **Excel Avançado 2003/2007**: Análise e Previsão de Demanda. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2007.

GORINI, A.P.F. **A indústria de móveis no Brasil**. São Paulo: Abimovel, 2000. 80 pg.

Instituto de Estudos e Marketing Industrial. **Relatório Setorial da Indústria de Móveis no Brasil 2017**: Iemi lança dados do setor moveleiro. Out. 2017. Disponível em: <<http://www.emobile.com.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

Instituto de Estudos e Marketing Industrial. **Desempenho do mercado de móveis – Março 2018**. [S.l.:s.n.], 2018. Disponível em: <<http://www.movergs.com.br>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning., 2014.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. Tese de M.Sc., UFRGS, Porto Alegre, 2000.

SOUZA, Wilian Santos et al. **Aplicação de método de previsão de demanda**: Um estudo de caso em uma empresa de sistemas de aquecimento de água. 2017. 11 p. Anais (Departamento de Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe: 2017. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

TUBINO, D. F. Previsão da Demanda. In: TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas S.A., 2008. Cap.2, p. 15-34.

VALENÇA, A. C. V.; PAMPLONA, L. M. P.; SOUTO, S. W. **Indústria Moveleira**: Os novos desafios para a indústria moveleira no Brasil. 15. ed. Rio de Janeiro: Bndes Setorial, mar. 2002. 14 p. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

WERNER, Liane. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos *Boxjenkins* na área de assistência técnica de computadores pessoais. **Gestão e Produção**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p.47-67, abr. 2003.