

## **Análise e previsão de demanda como ferramenta para controle de estoque: estudo de caso em indústria de equipamentos para piscinas e spas**

Ana Carolina Lopes Santos, Mario Santos de Oliveira Neto  
Centro Universitário Serra dos Órgãos – Teresópolis, RJ – Brasil  
[anacarolina.ls@outlook.com](mailto:anacarolina.ls@outlook.com), [msdeoliveira.neto@gmail.com](mailto:msdeoliveira.neto@gmail.com)

### ***Analysis and forecasting of demand as a tool for stock control: Case study in the equipment industry for pools and spas***

**Abstract:** *It is widely disseminated the idea that companies must act strategically, seeking survival in a highly competitive market. Therefore, there must be an effort focused on controlling systematically every spheres that compose a company including, with great importance, the level of services and/or products requested by the market it serves. In light of this, the present work contains the proposal of the adoption of demand forecast as an informative tool in aid of inventory control of the firm Incisor Comércio e Indústria Ltda. ME. This work consists in a case study, where, based on a time series of sales data with 24 periods of the selected product for this study, is applied a quantitative prediction method, chosen by analyzing the behavior of the series, resulting in the forecast for the 6 next periods. Subsequently, the results of the forecast is compared with the real demand for that periods. In face of the analysis and the application of the method, it is concluded that the tool is meaningful for this kind of activity.*

**Keywords:** *Stock. Analysis. Demand. Forecast.*

**Resumo:** É amplamente difundida a ideia de que as empresas devem agir de maneira estratégica, buscando sua sobrevivência em um mercado altamente competitivos. Para tanto, é necessário que haja um esforço focado em controlar sistematicamente todas as esferas que compõem uma empresa incluindo, com considerável importância, o nível de serviços e/ou produtos demandados pelo mercado atendido por ela. Diante disto, o presente trabalho traz em si a proposta de adoção da previsão de demanda como ferramenta de cunho informativo no auxílio do controle de estoque da empresa Incisor Comércio e Indústria Ltda. ME. O trabalho consiste em um estudo de caso, onde, baseado em séries de dados históricos de vendas de 24 períodos do produto selecionado para estudo, aplicando-se um método de previsão quantitativo, escolhido mediante análises do comportamento da série, obtendo-se a previsão para os 6 períodos seguintes. Posteriormente, compara-se os resultados da previsão obtida com a demanda real observada para os períodos. Frente as análises e a aplicação do método concluindo-se que a ferramenta se mostra válida para tal atividade.

**Palavras chave:** Estoque. Análise. Demanda. Previsão.

## **Introdução**

O conhecimento é relevante em cenário competitivo. É importante fazer uso de ferramentas que possibilitem antever alterações em todo sistema político-econômico e sócio ambiental. Planejamento é fase indispensável para qualquer processo de gestão na medida que norteia tomada de decisão.

Controle de estoque é uma atividade peculiar, tendo como função alcançar equilíbrio entre disponibilidade de produto e de capital de giro. Existem diversas e distintas ferramentas de auxílio a esta atividade, dentre as quais encontram-se a previsão de demanda, ferramenta que permeia não só o campo da administração de materiais, mas também o setor financeiro, vendas, marketing, gestão de pessoal, dentre outros, dado que a quantidade de produtos que a empresa pretende oferecer determina a quantidade de recursos que precisará dispor.

No âmbito do PCP (Planejamento e Controle da Produção), a previsão de demanda assume papel importante desde fornecer base para o planejamento agregado, ou Plano Mestre de Produção (MPS), no qual trata previsões de longo prazo até promover auxílio para a reposição diária, semanal ou mensal de insumos, no que diz respeito a previsões de curto e médio prazo.

O artigo se apoia em estudo de caso em uma indústria de equipamentos para piscinas e spas analisando a relevância da análise e previsão de demanda como ferramenta a auxiliar na reposição de itens de demanda dependente através da aplicação de método de previsão de abordagem quantitativa, ou seja, baseado em séries históricas, escolhendo produtos a serem analisados, coletando dados, definindo e aplicando modelo adotado, e comparando resultados da previsão com o realizado.

## **Revisão da literatura**

### **Gestão de estoque: uma perspectiva estratégica**

Empresas enfrentam dificuldades para se manter em mercado competitivo. Busca-se minimizar custos e maximizar lucros, otimizando a utilização dos recursos. A gestão de estoque é indispensável para as empresas administrarem seus níveis de estoque (BALLOU, 2006).

#### **Estoque**

Fernandes e Filho (2010) definem estoques como o armazenamento de itens que serão posteriormente consumidos por clientes internos ou externos, representando um “pulmão” entre o suprimento e a demanda – Figura 1.

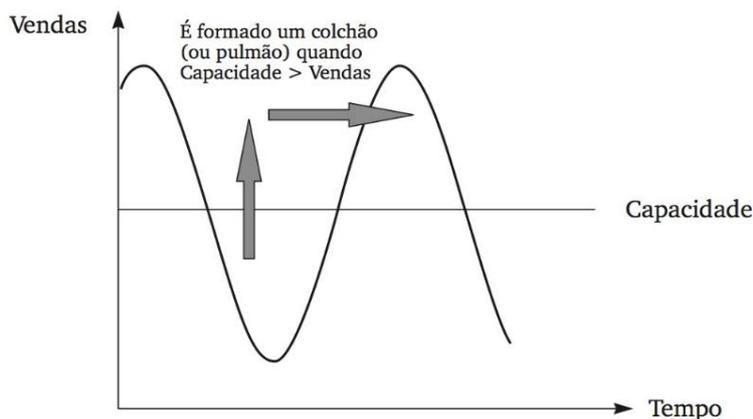


Figura 1 – Política para absorver as variações no volume de vendas previstas com estoques Fonte: BRITO; CAMPOS; LEONARDO (2011)

Busca-se manter o equilíbrio entre estoque e consumo (VIANA, 2006). É importante considerar disponibilidade, níveis de serviço e custos de manutenção para minimizar custos sem perder qualidade (PEIXOTO; PINTO, 2006). Para Giansesi e Caon (2010) estoques surgem por de falta de coordenação, incerteza, especulação e disponibilidade. Forte argumento a favor de estoques é o fato de o mesmo assumir o papel de amortecedor entre os vários estágios da produção até a venda final do produto, o que o torna indispensável para uma empresa (DIAS, 2010).

#### Custos associados ao estoque

A administração de estoque deve minimizar o capital investido em estoques pois é de alto custo e aumenta de acordo com o custo financeiro (DIAS, 2010).

#### Demanda

Há de conhecer os padrões de demanda característicos dos produtos mantidos em estoque, pois, segundo Ballou (2006), “a natureza da demanda ao longo do tempo desempenha papel determinístico no controlamos dos níveis de estoque”. Um item pode apresentar uma demanda dependente ou independente, e, cada qual, requer uma política de gestão de estoque característica. Demanda dependente são itens que, por natureza, possuem uma demanda que deriva da demanda de outro produto (BALLOU, 2006).

#### Previsão de demanda

O conhecimento da demanda é componente vital para um bom gerenciamento de estoque nas questões relacionadas a planejamento de níveis de estoque, de compras e definição do tempo de ressurgimento dos itens em estoque. Esse conhecimento da demanda se agrega através da chamada previsão de demanda. Previsões mal estruturadas podem levar a empresa a tomar decisões ruins, comprometendo seu desempenho frente ao mercado (PEIXOTO; PINTO, 2006). Oliveira e Carvalho (2013) afirmam que “a utilização eficiente desta atividade tende a proporcionar vantagens competitivas para as empresas, que conseguem viabilizar decisões rápidas e seguras”.

#### Propriedades da previsão de demanda

Vale ressaltar que apesar dos avanços tecnológicos e das técnicas matemáticas de projeção a previsão de demanda não é uma ciência exata (TUBINO, 2007). Em muitos

casos há disparidade significativa entre a previsão e a realidade, sendo difícil, quase impossível, a previsão totalmente correta. Quanto maior o horizonte de previsão, maiores os erros (PEIXOTO; PINTO, 2006). Chopra e Meindl (2011) enfatizam a importância das seguintes características de previsões:

1. Previsões sempre apresentam algum nível de erro; portanto devem incluir uma medida desses desvios nos seus resultados.
2. Previsões de longo prazo têm maior desvio padrão de erro em relação à média do que as de curto prazo.
3. As previsões agregadas normalmente são mais exatas do que as desagregadas.
4. Em geral, quanto mais distante a empresa se encontra do consumidor, maior é a distorção de informação que ela recebe.

Com decisões de cunho estratégico, normalmente as projeções são de longo prazo; táticas, geralmente o horizonte se limita a alguns meses; decisões de nível operacional se atêm ao período semanal ou até mesmo diário (NOVAES, 2007). Gaither e Frazier (2002) apontam seis razões que explicam a ineficácia na realização de previsões: (1) falha da organização em envolver todo pessoal necessário para realizar as previsões; (2) subestimar a essencialidade da previsão para o planejamento de negócios; (3) ignorar o fato de que sempre haverá erros nas previsões; (4) prever as coisas erradas, ou as coisas certas de maneira errada, superficialmente ou sobrecarregada de dados; (5) deixar de escolher o método de previsão apropriado; (6) não realizar o acompanhamento do desempenho dos modelos de maneira a buscar melhoria na precisão.

#### Etapas da previsão de demanda

Tubino (2007) propõe a divisão de um modelo de previsão de demanda em cinco etapas básicas – Figura 2.

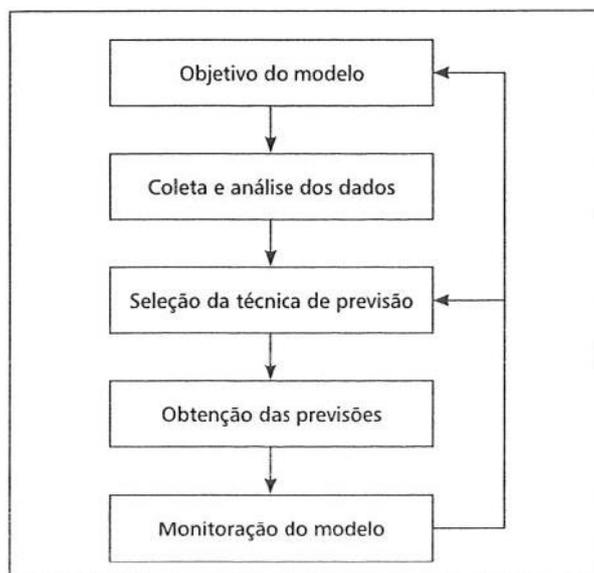


Figura 2 - Etapas do modelo de previsão de demanda Fonte: TUBINO (2007)

### Custos da previsão

Ao escolher um método de previsão deparar-se com trade-offs , sendo o mais relevante o existente entre custo e precisão, o que desencadeará algum custo. A onerosidade das previsões mais precisas reside no fato de que estas demandam quantidade e qualidade (GAITHER; FRAZIER, 2002).

### Métodos de previsão

Moreira (2002) expõe que fatores que determinam a escolha de método específico de previsão são disponibilidade de dados, tempo e recursos, bem como o horizonte de previsão. Já Gaither e Frazier (2002) ponderam que na escolha de um método de previsão devem ser considerados seis fatores: custo, precisão, dados disponíveis, intervalo de tempo, natureza dos produtos e serviços e resposta ao impulso e atenuação de ruído . O comportamento do passado é a base para se presumir o comportamento futuro. E os métodos não apresentam resultados isentos de erros, que se tornam maiores quanto mais extenso for o horizonte de previsão.

#### Métodos de abordagem qualitativa

Os métodos de previsão de abordagem qualitativa apoiam-se no julgamento por pessoas que tenham conhecimentos, capacidades, habilidades e experiências específicas para opinar sobre eventos futuros, como por exemplo, gerentes, vendedores, analistas de marketing, clientes, fornecedores. São de uso ideal quando não há acesso a muitos dados, ou quando há acesso a dados, porém não confiáveis, ou mesmo quando há ausência de dados, além de serem muito úteis para prever demanda por novos produtos (MOREIRA, 2002). Alguns métodos, por Gaither e Frazier (2002):

- Consenso do comitê executivo
- Pesquisa de equipe de vendas
- Pesquisa de clientes
- Pesquisa de mercado
- Método Delphi
- Analogia histórica

#### Métodos de abordagem quantitativa

Consistem no uso de modelos matemáticos para se chegar aos valores previstos (MOREIRA, 2002), através de análises de dados históricos e identificação de padrões de comportamentos, para que estes sejam enfim projetados para o futuro (CORRÊA; CORRÊA, 2011). Corrêa, Gianese e Caon (2010) citam quatro hipóteses básicas que podem ser adotadas: (1) hipótese de permanência, onde se assume que as vendas se comportam de maneira uniforme; (2) hipótese sazonal com permanência, em que se admite que existe sazonalidade que pode ser justificada e identificada, porém sem tendência de acréscimo ou decréscimo na média de vendas; (3) hipótese de trajetória admite que o comportamento das vendas é de aumento e decréscimo à determinada taxa uniforme, mas sem alguma sazonalidade; (4) hipótese sazonal com trajetória, considerada a mais complexa, admite a existência de sazonalidade que pode ser justificada e identificada, em conjunto com tendência de aumento a determinada taxa uniforme.

Definida a hipótese de comportamento a ser adotada, escolhe-se o modelo mais adequado (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2010) – Figura 3.

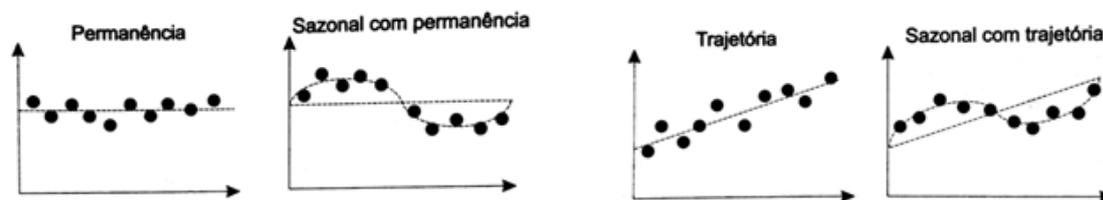


Figura 3 – Hipótese de comportamento das vendas

Fonte: CORRÊA; GIANESI; CAON (2010)

Quanto aos dados coletados, Brito, Campos e Leonardo (2011) destacam que existem dois tipos de dados interessantes para a previsão. O primeiro tipo compreende os dados coletados em um determinado período de tempo com o objetivo de examinar o dado, para em seguida extrapolar para uma população maior. Já o segundo tipo consiste quando muitos dados são coletados com certa frequência (todo dia, mês ou ano, por exemplo).

Os métodos dessa abordagem são classificados em dois grupos: séries temporais e modelos causais. As técnicas do grupo que chamamos de séries temporais se baseiam em dados históricos de vendas para determinar comportamentos que podem ser dados como padrões que podem se repetir no futuro. Dentre estas técnicas existem as Médias Móveis, o Amortecimento Exponencial e a Decomposição Clássica. Por sua vez, os modelos causais objetivam relacionar as vendas (variável dependente) com fatores externos, ou variáveis independentes, como PIB, inflação, tempo, população, etc. Os métodos causais trabalham com dois tipos de técnica, a regressão linear simples e a regressão múltipla (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011).

#### Métodos de séries temporais

É o registro do comportamento de dados em determinado período. São dados coletados, armazenados ou observados em períodos. Série temporal é o histórico das vendas de um item em particular baseado na identificação de padrões presentes nos dados históricos. Considera-se uma ou mais das cinco principais componentes de séries temporais (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011) – Figura 4:

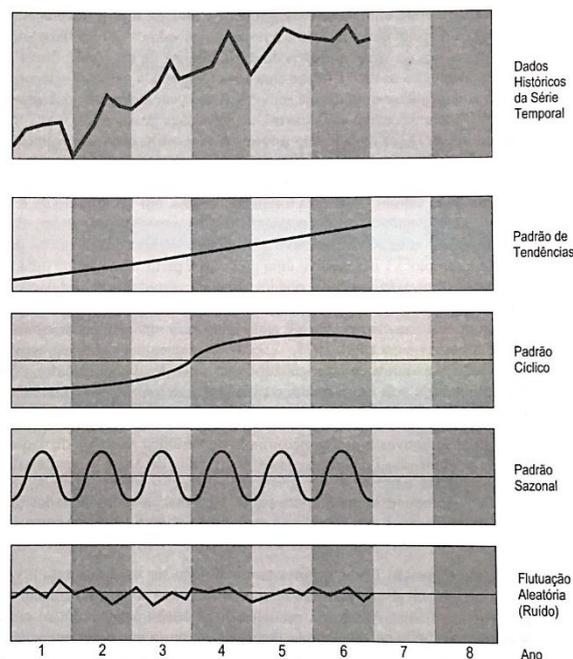


Figura 4 – Padrões de dados em uma previsão de longo prazo – Vendas Anuais (unidades)

Fonte: GAITHER; FRAZIER (2002)

1. Nível (Temporal): se traduz no ponto inicial de uma série de vendas.
2. Tendência: representa o crescimento / declínio de uma série no médio ou longo prazo.
3. Sazonalidade: componente que resume comportamento do curto / médio prazo.
4. Ciclo (Padrão): se assemelha ao componente sazonalidade, porém, em oposição, exprime as flutuações ocorridas no longo prazo; ex.: variações econômicas.
5. Aleatoriedade (Ruído): expressam as demais variações não explicadas pela tendência, ciclo e sazonalidade; suas causas se resumem a eventos particulares e não frequentes.

Os métodos de séries temporais são 02 (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011):

- Técnicas de Séries Temporais de Modelo Aberto (OMTS - Open-Model Time-Series): se desenvolvem através da análise das séries temporais para identificar o comportamento dos dados e criar um modelo adequado.
- Técnicas de Séries Temporais de Modelo Fixo (FMTS - Fixed-Model Time-Series): estabeleça as equações fundamentadas na pré-avaliação da presença de determinadas componentes nos dados históricos.

Técnicas de Séries Temporais de Modelo Fixo (FMTS) são de fácil aplicação, e não exigem séries históricas grandes, ajustando-se rápido a oscilações de vendas, sendo tidas como ideais para previsões de curto ou médio prazo (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011):

- Média Simples

Adequada quando se adota a hipótese de permanência do comportamento dos dados, ou seja, não há presença de sazonalidade e nem de tendência (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2010).

$$P_{t+1} = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n} \quad (\text{eq.1})$$

- Média Móvel Simples (MMS)

Basicamente se utiliza do mesmo princípio da média simples, porém a cada novo período de previsão se substitui o dado mais antigo pelo mais recente (TUBINO, 2007), daí a ideia de mobilidade.

$$P_{t+1} = M_t = \frac{(R_t + R_{t-1} + R_{t-2} + \dots + R_{t-n+1})}{n} \quad (\text{eq.2})$$

- Média Móvel Dupla (MMD)

Ao contrário das técnicas já apresentadas, esse modelo pode ser utilizado na previsão de séries que apresentam tendência (BRITO, CAMPOS E LEONARDO, 2011).

$$M'_t = \frac{(M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-n+1})}{n} \quad (\text{eq.3})$$

- Amortecimento Exponencial Simples (AES)

Também chamado por outros autores de suavizamento ou suavização exponencial, difere dos demais métodos já abordados até aqui por atribuir pesos diferentes aos valores ao longo do tempo, ou seja, permite imputar um peso maior para valores mais recentes, tomando-os mais importantes na determinação da previsão (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011).

$$P_{t+1} = \alpha R_t + \alpha(1 - \alpha)R_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 R_{t-2} + \dots \quad (\text{eq.4})$$

- Amortecimento Exponencial Duplo – AED (Método de Brown)

Assim como o método de MMD, trabalha com séries que apresentam elementos de tendência, através da atribuição de pesos aos diferentes valores históricos (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011).

- Amortecimento Exponencial Duplo – AED (Método de Holt)

Outra abordagem que pode ser aplicada a séries que apresentam tendência. Difere do método de Brown na medida que são definidos dois coeficientes de amortecimento, sendo

um deles específicos para ajustar a estimativa da tendência (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011). Sendo assim, esse método conta com a utilização de três equações:

$$N_t = \alpha R_t + (1 - \alpha)(N_{t-1} + T_{t-1}) \quad (\text{eq.5})$$

A próxima equação tem seu uso para ajustar a estimativa da tendência, ponderando-as a partir do coeficiente  $\beta$ .

$$T_t = \beta(N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (\text{eq.6})$$

E por último, a terceira equação retorna a previsão para  $p$  períodos à frente.

$$P_{t+p} = N_t + pT_t \quad (\text{eq.7})$$

Onde:

- $N_t$ : componente nível;
- $T_t$ : componente tendência;
- $\alpha$ : coeficiente de amortecimento ( $0 \leq \alpha \leq 1$ );
- $\beta$ : coeficiente de amortecimento para a estimativa da tendência ( $0 \leq \beta \leq 1$ );
- $R_t$ : valor real observado no período  $t$ ;
- $p$ : número de períodos futuros a serem previstos;
- $P_{t+p}$ : previsão para o período  $t+p$ .

Do mesmo modo que no AES, a precisão obtida aqui também depende diretamente dos valores atribuídos a  $\alpha$  e  $\beta$ . Para dar início ao método, é necessário estimar um valor inicial para o nível e a tendência, com nomenclaturas adaptadas aqui para  $N_o$  e  $T_o$ , respectivamente. Winston e Goldberg (2004) sugerem que  $T_o$  seja definido como a média do aumento mensal da série temporal do ano anterior, e  $N_o$  seja igual ao valor observado no mês anterior.

- Amortecimento Exponencial Triplo (Método de Winter)

Apresenta uma nova abordagem, ao apresentar adequação a séries que possuem elementos de sazonalidade e tendência (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011).

$$S_t = \gamma \left( \frac{R_t}{N_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-c} \quad (\text{eq.8})$$

- Decomposição Clássica

Consiste na decomposição da série de vendas em componentes temporais (nível, tendência, sazonalidade, ciclo e resíduos) para analisá-las de forma individual e posteriormente recompor a série. Isola as componentes que causam irregularidades no comportamento das séries, prevê seus efeitos e as agrupa para previsão precisa da série (BOUZADA, 2012).

$$P = T \times S \times C \times U \quad (\text{eq.9})$$

#### Medidas de erro

É necessário que o sistema de previsões seja controlado, de modo que sejam identificados os erros que ocorrem nas previsões (FERNANDES; FILHO, 2010). O erro de previsão de determinado período pode ser definido como a diferença entre a demanda real nesse período e a demanda prevista no período (FERNANDES; FILHO, 2010):

$$e_t = R_t - P_t \quad (10)$$

Outra medida de erro amplamente usado é o Desvio Absoluto Médio – DAM (ou MAD, do inglês, Mean Absolute Deviation), que consiste na média dos valores absolutos obtidos na equação acima (MOREIRA, 2002):

$$MAD = \frac{\sum |R_t - P_t|}{n} \quad (11)$$

Onde:

- $R_t$ : valor real observado no período  $t$ ;
- $P_t$ : valor previsto para o período  $t$ ;
- $n$ : número de pares  $(R_t, P_t)$ ;

Ainda outro indicador da acurácia da previsão, é o método do Tracking Signal (Sinal de rastreamento. Este se diferencia dos demais, pois além de medir o erro da previsão, ainda indica o viés desse erro. Em outras palavras, através dos resultados dessa medida, são fornecidos meios de saber a natureza dos desvios das previsões (FERNANDES; FILHO, 2010):

$$TS_t = \frac{e_t}{MAD_t} \quad (12)$$

Por fim, ainda se tem acesso a outra medida de erro, chamada de Porcentagem Média Absoluta (PMA). Este valor mede o percentual de afastamento dos dados previstos para com os dados reais. Por exemplo, se o valor de PMA for de 0,15, significa que a previsão se afasta dos dados reais em aproximadamente 15% (FERNANDES; FILHO, 2010):

$$PMA = \frac{\sum |e_t|/R_t}{n} \quad (13)$$

## Estudo de caso

O artigo baseia-se na previsão de demanda de um produto com o intuito de analisar se fornecerá recursos para o planejamento do fluxo de ressuprimento deste item, porque o seu desabastecimento representa atrasos nas entregas dos pedidos, acarretando prejuízos tangíveis, perda de vendas, e intangíveis, perda de credibilidade no mercado. São coletados dados referentes às vendas nos exercícios 2014 e 2015 e primeiro semestre de 2016 dos produtos escolhidos para estudo. Após, será realizada análise da série de dados para identificar seu comportamento e escolher o modelo mais adequado para a previsão. Posteriormente, realiza-se previsão de demanda do primeiro semestre do ano de 2016. Por fim, comparara-se o previsto com o realizado, comprovando através dos resultados a eficácia ou não da ferramenta de previsão para este tipo de atividade.

## A empresa

Incisor Indústria e Comércio Ltda. tem sede no bairro da Barra do Imbuí – Teresópolis/RJ, atuando desde 1998 desenvolvendo projetos, equipamentos e acessórios para os seguimentos de saunas, piscinas, banheiras, spas e energia solar – Figura 5.



Figura 5 – Logo da empresa

Fonte: Própria empresa

Possui um extenso portfólio de produtos divididos em 15 categorias, sendo 12 de produtos e acessórios e 3 de peças de reposição. Estes grupos são: (1) almofadas; (2) capas; (3) guarda-sol; (4) ombrelone; (5) energia solar; (6) cadeira guardião; (7) sauna seca; (8) sauna à vapor; (9) acessórios de piscina; (10) acessórios de sauna a vapor; (11) acessórios de spa; (12) acessórios de sauna seca; (13) peças de reposição para energia solar; (14) peças de reposição para sauna; (15) peças de reposição para ombrelone. Opera apenas com estoque de matéria-prima, sendo a produção de produtos acabados realizada mediante pedidos.

## Os produtos

Tomados como objeto de estudo dados históricos de vendas de dois produtos, um com demanda independente (Mini caldeira Hotmax - gerador de vapor para saunas) – Figura 6, e o outro com demanda dependente do primeiro.



Patente requerida MU 8801629,3

Figura 6 – Mini caldeira Hotmax

Fonte: <http://www.incisor.com.br>

Disponível em versões pela potência, tem-se modelos de 6KW, 9KW, 12KW, 15KW e 18KW, bifásico e trifásico – Figura 7.

MINI CALDEIRA				
POTÊNCIA	A	B	C	SAÍDA DE VAPOR
6Kw / 9Kw	54 cm	20 cm	31 cm	1/2"

MINI CALDEIRA PRO				
POTÊNCIA	A	B	C	SAÍDA DE VAPOR
12Kw	66 cm	25 cm	38 cm	3/4"
15Kw / 18Kw				1"

Figura 7 – Dimensões da Mini caldeira Hotmax

Fonte: <http://www.incisor.com.br>

A escolha deve-se por ser o principal produto da empresa há 12 anos. O item de demanda dependente é a Fonte Chaveada de 12 Volts – Figura 8.



Figura 8 – Fonte Chaveada 12V

Fonte: Foto tirada na empresa

A relação entre os dois produtos selecionados pode ser melhor percebida na Figura 9, que descreve sucintamente a estrutura da Mini Caldeira e explicita em que parte do produto a Fonte Chaveada se encontra.

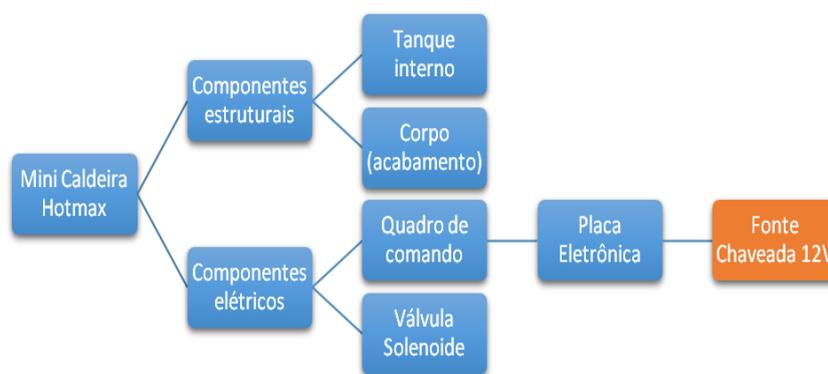


Figura 9 – Diagrama da estrutura da Mini Caldeira Hotmax

Fonte: Elaborada pela autora

A escolha deve-se ao alto grau de criticidade para a produção da caldeira, uma vez que sua falta provoca atrasos, e conseqüentemente prejuízos por cancelamento de pedido ou insatisfação do cliente pelo atraso. Prever sua demanda é de grande valia na determinação da frequência de ressuprimento.

### Escolha e aplicação do método

Para à previsão é necessário analisar o comportamento da série e escolher o modelo mais adequado. Critérios de escolha: características da série, tamanho do histórico necessário e complexidade de implementação (BRITO; CAMPOS; LEONARDO, 2011) – Figura 10.

Técnica	Características da Série	Tamanho do Histórico Necessário	Complexidade de Implementação
MMS ou AES	Sem tendência Sem sazonalidade	Pequeno	Baixa
MMD ou AED	Com tendência Sem sazonalidade	Pequeno	Baixa
Método de Holt	Com tendência Sem sazonalidade	Pequeno	Média
Método de Winter	Com tendência Com sazonalidade	Médio	Média
Decomposição Clássica	Com tendência Com sazonalidade	Grande	Alta

Figura 10 – Matriz de seleção dos métodos de previsão de séries temporais

Fonte: BRITO; CAMPOS; LEONARDO (2011)

### Análise da série de dados

São coletados junto ao diretor administrativo dados com histórico de vendas referente aos anos de 2014 e 2015 e ao primeiro semestre de 2016. Uma vez que em todos os modelos a fonte chaveada se constitui um componente, não será adotada a separação dos dados quanto ao modelo, ou seja, a previsão será realizada de forma agregada – Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade das vendas totais da Mini Caldeira Hotmax

	2014	2015	2016
Jan	26	38	40
Fev	26	22	24
Mar	22	36	32
Abr	28	33	30
Mai	32	18	28
Jun	20	46	38
Jul	35	29	-
Ago	32	26	-
Set	20	34	-
Out	53	27	-
Nov	31	37	-
Dez	44	32	-

-

Fonte: Elaborada pela autora

Os dados referentes aos anos de 2014 e 2015 servem de base para a previsão a ser comparada com os dados referentes ao primeiro semestre do ano de 2016 – Figura 11.

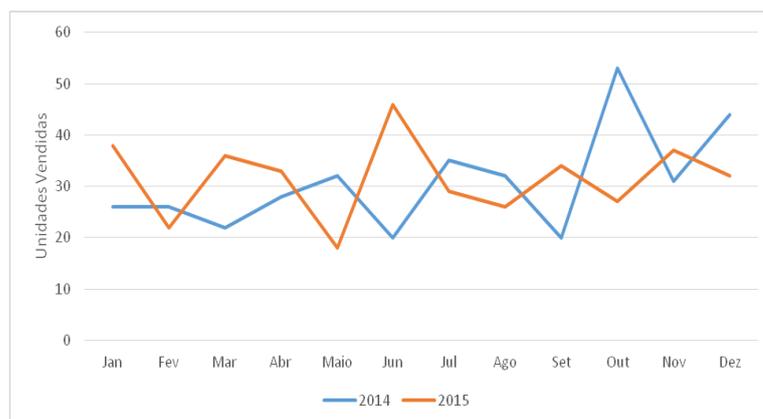


Figura 11 – Gráfico das quantidades vendidas da Mini Caldeira Hotmax

Fonte: Elaborado pela autora

Variações em out/14 e dez/14 deve-se a contratos pontuais de fornecimento de elevados volumes para grandes empreendimentos e instalações em edifícios e condomínios. A ocorrência da variação brusca ocorrida em jun/15 deve-se ao fato de significativas vendas para instalação no Parque Olímpico do Rio de Janeiro, sede dos jogos das Olimpíadas 2016. Existem picos de vendas incoerentes com o comportamento das vendas do restante da série, além de não existir aderência de um ano para o outro, o que indica a ausência de sazonalidade. Serão feitos ajustes para que a previsão não seja

prejudicada. Para realizar o ajuste necessário nessas flutuações, os valores desses períodos (out/14; dez/14; jun/15) assumirão o resultado da média dos valores dos três meses anteriores ao período em questão. Sendo que para o período de dez/14 a média dos três períodos anteriores será calculada após ajuste no mês de out/14 – Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade das vendas totais da Mini Caldeira com ajustes

	2014	2015	2016
Jan	26	38	40
Fev	26	22	24
Mar	22	36	32
Abr	28	33	30
Mai	32	18	28
Jun	20	29	38
Jul	35	29	-
Ago	32	26	-
Set	20	34	-
Out	29	27	-
Nov	31	37	-
Dez	27	32	-

Fonte: Elaborada pela autora

As alterações ocorridas após o ajuste podem ser melhor visualizadas na Figura 12.

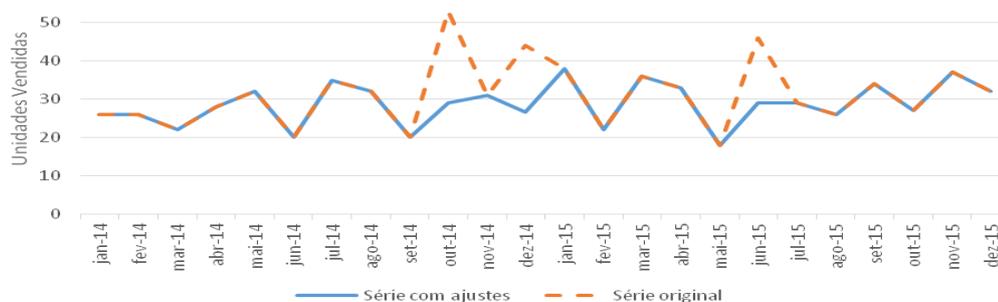


Figura 12 – Comparação da série de dados antes e depois dos ajustes

Fonte: Elaborado pela autora

Portanto, em confronto com a matriz de seleção dos métodos, tem-se três opções de modelos que podem ser aplicados nessa situação: Média Móvel Dupla (MMD); Amortecimento Exponencial Duplo (AED – ou Método de Brown); Método de Holt. Nos critérios “Características da série” e “Tamanho do Histórico necessário”, os três métodos se igualam, na medida que são ideais para séries que apresentam tendência e não apresentam sazonalidade, e necessitam de um histórico pequeno. No critério “Complexidade de Implementação”, a MMD e o AED, apresentam complexidade baixa. Já o método de Holt, apresenta uma complexidade média. Opta-se pelo método de Holt, pois, apesar de o método da MMD trabalhar com séries que apresentam tendência, o mesmo assume que todos os valores da série têm a mesma importância na obtenção da

previsão, ao contrário do método de AED, que se desenvolve com a utilização de um coeficiente de suavização, que pondera os valores da série, permitindo atribuir maior peso aos mais recentes.

### Aplicação do método

Escolhido o método de Holt, utilizado suas equações, atentando para a definição dos valores iniciais do nível ( $N$ ) e da tendência ( $T$ ); e, a definição e ajuste dos valores de  $\alpha$  e  $\beta$ . Os autores sugerem para  $T_o$  a média do aumento mensal da série temporal do ano anterior, e para  $N_o$  o valor observado no mês anterior. Neste artigo, o valor adotado para  $N_o$  foi o valor real da demanda observada no período 1. Para  $T_o$  definiu-se a média do aumento mensal dos 4 primeiros períodos da série observada.

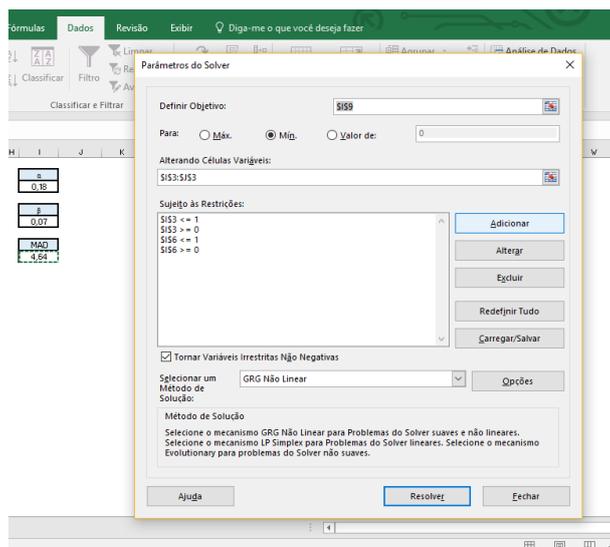
$$T_o = \frac{(R_2 - R_1) + (R_3 - R_2) + (R_4 - R_3)}{3} \quad (\text{eq.6})$$

Onde:

- $R_t$ : Valor real observado no período  $t$ .

Seguindo o critério o valor definido para  $N_o$  é 26 e calculando tem-se  $T_o$  de 0,67. Com os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  definidos arbitrariamente, serão ajustados com o auxílio de uma ferramenta chamada Solver<sup>1</sup>/Excel. Calculada a previsão e os erros inerentes a ela aplica-se a ferramenta de modo a minimizar o MAD (Desvio Absoluto Médio, do inglês, *Mean Absolute Deviantion*) alterando os valores de  $\alpha$  e  $\beta$ , tendo como restrição  $0 \leq \alpha \leq 1$ ;  $0 \leq \beta \leq 1$  – Figura 13, tendo valores ajustados de  $\alpha$  e  $\beta$  respectivamente de 0,18 e 0,07.

Figura 13 – Inserção dos parâmetros do Solver



Fonte: Elaborado pela autora

<sup>1</sup> Solver – parte do programa Microsoft Excel; ferramenta de teste de hipóteses, possibilita encontrar um valor ideal (máximo ou mínimo).

Dados históricos organizados, definiu-se de maneira arbitrária os valores dos coeficientes de suavização  $\alpha$  e  $\beta$ . Utiliza-se os critérios já abordados anteriormente para definir os valores iniciais do nível ( $N_o$ ) e da tendência ( $T_o$ ), aplicando as fórmulas e calculado o MAD (eq.11) – Figura 14, tendo como período de janeiro/2014 até junho/2016, ajustando os coeficientes de suavização da Figura 13 anterior.

Período (mês)	Real	Nível (A <sub>t</sub> )	Tendência	Previsão	Erro
1	26	=C3	=(C4-C3)+(C5-C4)+(C6-C5)/3		
2	26	=((\$I\$3*C4)+(1-\$I\$3)*(D3+E3))	=((\$I\$6*(D4-D3))+(1-\$I\$6)*E3)	=D3+E3	=ABS(C4-F4)
3	22	=((\$I\$3*C5)+(1-\$I\$3)*(D4+E4))	=((\$I\$6*(D5-D4))+(1-\$I\$6)*E4)	=D4+E4	=ABS(C5-F5)
4	28	=((\$I\$3*C6)+(1-\$I\$3)*(D5+E5))	=((\$I\$6*(D6-D5))+(1-\$I\$6)*E5)	=D5+E5	=ABS(C6-F6)
5	32	=((\$I\$3*C7)+(1-\$I\$3)*(D6+E6))	=((\$I\$6*(D7-D6))+(1-\$I\$6)*E6)	=D6+E6	=ABS(C7-F7)
6	20	=((\$I\$3*C8)+(1-\$I\$3)*(D7+E7))	=((\$I\$6*(D8-D7))+(1-\$I\$6)*E7)	=D7+E7	=ABS(C8-F8)
7	35	=((\$I\$3*C9)+(1-\$I\$3)*(D8+E8))	=((\$I\$6*(D9-D8))+(1-\$I\$6)*E8)	=D8+E8	=ABS(C9-F9)
8	32	=((\$I\$3*C10)+(1-\$I\$3)*(D9+E9))	=((\$I\$6*(D10-D9))+(1-\$I\$6)*E9)	=D9+E9	=ABS(C10-F10)
9	20	=((\$I\$3*C11)+(1-\$I\$3)*(D10+E10))	=((\$I\$6*(D11-D10))+(1-\$I\$6)*E10)	=D10+E10	=ABS(C11-F11)
10	29	=((\$I\$3*C12)+(1-\$I\$3)*(D11+E11))	=((\$I\$6*(D12-D11))+(1-\$I\$6)*E11)	=D11+E11	=ABS(C12-F12)
11	31	=((\$I\$3*C13)+(1-\$I\$3)*(D12+E12))	=((\$I\$6*(D13-D12))+(1-\$I\$6)*E12)	=D12+E12	=ABS(C13-F13)
12	27	=((\$I\$3*C14)+(1-\$I\$3)*(D13+E13))	=((\$I\$6*(D14-D13))+(1-\$I\$6)*E13)	=D13+E13	=ABS(C14-F14)
13	38	=((\$I\$3*C15)+(1-\$I\$3)*(D14+E14))	=((\$I\$6*(D15-D14))+(1-\$I\$6)*E14)	=D14+E14	=ABS(C15-F15)
14	22	=((\$I\$3*C16)+(1-\$I\$3)*(D15+E15))	=((\$I\$6*(D16-D15))+(1-\$I\$6)*E15)	=D15+E15	=ABS(C16-F16)
15	36	=((\$I\$3*C17)+(1-\$I\$3)*(D16+E16))	=((\$I\$6*(D17-D16))+(1-\$I\$6)*E16)	=D16+E16	=ABS(C17-F17)
16	33	=((\$I\$3*C18)+(1-\$I\$3)*(D17+E17))	=((\$I\$6*(D18-D17))+(1-\$I\$6)*E17)	=D17+E17	=ABS(C18-F18)
17	18	=((\$I\$3*C19)+(1-\$I\$3)*(D18+E18))	=((\$I\$6*(D19-D18))+(1-\$I\$6)*E18)	=D18+E18	=ABS(C19-F19)
18	29	=((\$I\$3*C20)+(1-\$I\$3)*(D19+E19))	=((\$I\$6*(D20-D19))+(1-\$I\$6)*E19)	=D19+E19	=ABS(C20-F20)
19	29	=((\$I\$3*C21)+(1-\$I\$3)*(D20+E20))	=((\$I\$6*(D21-D20))+(1-\$I\$6)*E20)	=D20+E20	=ABS(C21-F21)
20	26	=((\$I\$3*C22)+(1-\$I\$3)*(D21+E21))	=((\$I\$6*(D22-D21))+(1-\$I\$6)*E21)	=D21+E21	=ABS(C22-F22)
21	34	=((\$I\$3*C23)+(1-\$I\$3)*(D22+E22))	=((\$I\$6*(D23-D22))+(1-\$I\$6)*E22)	=D22+E22	=ABS(C23-F23)
22	27	=((\$I\$3*C24)+(1-\$I\$3)*(D23+E23))	=((\$I\$6*(D24-D23))+(1-\$I\$6)*E23)	=D23+E23	=ABS(C24-F24)
23	37	=((\$I\$3*C25)+(1-\$I\$3)*(D24+E24))	=((\$I\$6*(D25-D24))+(1-\$I\$6)*E24)	=D24+E24	=ABS(C25-F25)
24	32	=((\$I\$3*C26)+(1-\$I\$3)*(D25+E25))	=((\$I\$6*(D26-D25))+(1-\$I\$6)*E25)	=D25+E25	=ABS(C26-F26)
25				=D26+E26	
26				=D26+E26*2)	
27				=D26+E26*3)	
28				=D26+E26*4)	
29				=D26+E26*5)	
30				=D26+E26*6)	

Figura 14 – Aplicação das fórmulas

Fonte: Elaborado pela autora

## Resultados e discussão

É possível visualizar a abrangência do erro para cada período, sendo que o Desvio Absoluto Médio relativo às previsões dos 24 primeiros períodos dispõem de um valor de 4,64, ou seja, existe um afastamento de 4,64 unidades do valor previsto para com o valor real – Figura 15.

Figura 15 – Resultados da aplicação do método

Período (mês)	Real	Nível (A)	Tendência	Previsão	Erro
1	26	26	0,67		
2	26	27	0,66	27	0,67
3	22	26	0,59	27	5,20
4	28	27	0,61	27	1,14
5	32	28	0,66	28	4,33
6	20	27	0,55	29	9,11
7	35	29	0,63	28	6,98
8	32	30	0,66	30	2,09
9	20	29	0,52	31	10,95
10	29	29	0,52	29	0,50
11	31	30	0,53	30	1,07
12	27	30	0,49	31	3,65
13	38	32	0,58	30	7,52
14	22	31	0,45	32	10,41
15	36	32	0,51	31	5,01
16	33	33	0,52	32	0,60
17	18	30	0,33	33	15,03
18	29	30	0,31	31	1,65
19	29	30	0,29	31	1,66
20	26	30	0,23	31	4,65
21	34	31	0,28	30	3,96
22	27	30	0,23	31	4,04
23	37	32	0,31	31	6,46
24	32	32	0,31	32	0,01
25				32	
26				33	
27				33	
28				33	
29				34	
30				34	

Summary parameters:  
 $\alpha$ : 0,18  
 $\beta$ : 0,07  
MAD: 4,64

Fonte: Elaborado pela autora

Na Tabela 3 estão dispostos dados reais e os dados previstos do primeiro semestre de 2016. Explícitos também erro percentual absoluto (PMA) da previsão que consiste na diferença entre o real e o previsto.

Tabela 3 – Comparação dos valores previstos com a demanda real observada

Período		Previsto	Realizado	Erro abs.	Erro % abs.
25	Jan/16	32	40	8	19%
26	Fev/16	33	24	9	36%
27	Mar/16	33	32	1	3%
28	Abr/16	33	30	3	11%
29	Mai/16	34	28	6	20%
30	Jun/16	34	38	4	11%

Fonte: Elaborado pela autora

A previsão apresenta um Desvio Médio Absoluto (DMA ou MAD) de 5,03, e sua média de erro percentual igual a 16,61%, significando margem de erro de afastamento dos valores reais de 5 unidades ou 16,61% – Figura 16.

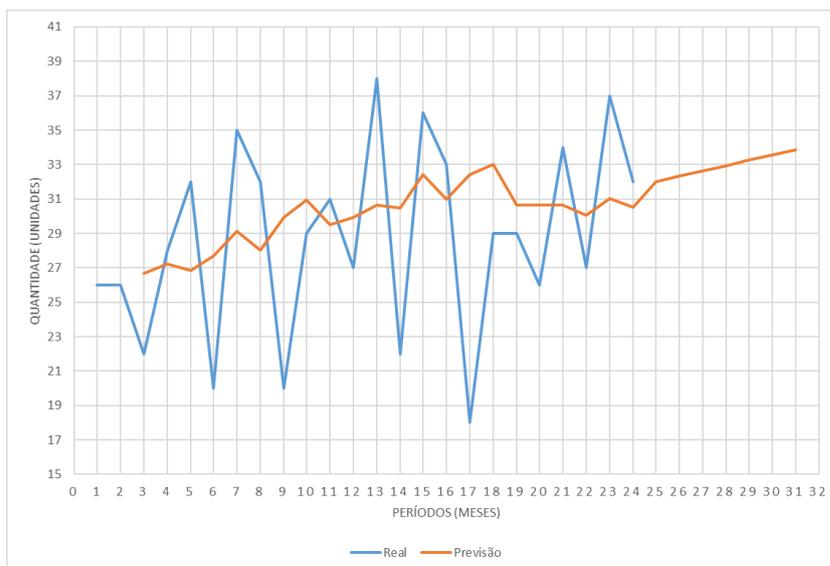


Figura 16 – Gráfico de comparação da série real com a previsão

Fonte: Elaborado pela autora

Diferença entre o previsto e o realizado no primeiro semestre de 2016 – Figura 17.

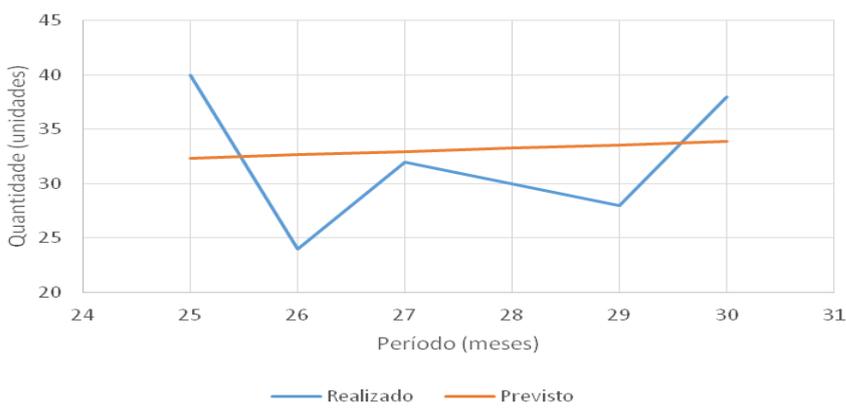


Figura 17 – Gráfico de comparação do previsto com o realizado do 1º sem. de 2016

Fonte: Elaborado pela autora

A previsão para os períodos que não dispuseram de dados reais (25 a 30) apresenta um comportamento linear que acompanha a tendência de crescimento da série original. Entretanto, seu MAD apresenta um valor muito próximo do valor atribuído às previsões que dispunham dos valores reais.

## Conclusões

A opção de uso de previsão de demanda como ferramenta para controle de fluxo de ressurgimento de materiais depende da tolerância que a empresa apresenta de correr

riscos. Portanto, se a empresa estiver disposta a trabalhar com previsões com margens de erro próximas às calculadas nesse estudo pode-se concluir que a ferramenta apresenta validade para a atividade em questão. Recomenda-se a adoção de estoque de segurança.

Planejar com uma previsão segura requer base de dados confiáveis em quantidade e qualidade que represente uma amostra salutar.

Sugere-se aderir à previsão de demanda como ferramenta para elaboração de planos de reposição de materiais com ajuste periódico dependendo da necessidade, retroalimentando o sistema, ajustando a precisão da base entre dados entre antigos e novos, adequado a cada cenário.

## Referências

- BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística Empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616p.
- BOUZADA, M. A. C. Aprendendo decomposição clássica: tutorial para um método de análise de séries temporais. Learning classical decomposition: tutorial for a time series analysis method. TAC, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, art. 1, pp. 1-18, Jan./Jun. 2012. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/periodicos/arq\\_pdf/a\\_1320.pdf](http://www.anpad.org.br/periodicos/arq_pdf/a_1320.pdf)> Acesso em: 26 set. 2016.
- BRITO, V. B.; CAMPOS, A. T.; LEONARDO, B. C. Técnicas quantitativas de previsão de demanda. In: WANKE, P. F.; JULIANELLI, L. Previsão de vendas: processos organizacionais & métodos quantitativos e qualitativos. São Paulo: Atlas, 2011. p. 48 – 81.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA C. A. Administração de produção e de operações. São Paulo: Atlas, 2011.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação base para SAP, Oracle Applications e outros Softwares integrados de gestão. São Paulo: Atlas, 2010. 456 p.
- CHOPRA, S.; MEINDL P. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- DIAS, M. A. P. Administração de materiais: uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 2010.
- FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. Administração da produção e operações. São Paulo: Cengage Learning, 2002. 598 p.
- MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 400p.

- OLIVEIRA, U. M. B.; CARVALHO, F. L. de S. Comparação de técnicas de previsão de demanda para controle de estoques de embalagem para computadores. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2013. p. 1-18.
- PEIXOTO, E. C.; PINTO, R. Gerenciamento de estoques via previsão de vendas agregadas utilizando simulação. Produção, v. 16, n. 3, p. 569-581, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v16n3/a16v16n3.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2016.
- TUBINO, D. F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.
- VIANA, J. J. Administração de materiais: um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2006.
- WINSTON, W. L.; GOLDBERG, J. B. Operations Research: Applications and Algorithms. Thompson Brooks, 2004. 1418p. Disponível em: <<http://engineeringstudymaterial.net/ebook/operations-research-applications-and-algorithms/>> Acesso em: 11 out. 2016.