

INTEGRAÇÃO DE PREVISÃO DE DEMANDA E MRP EM UM EMPRESA DO SETOR DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

Roberta Teles da Silva (PMPEP/UFRGS) roberta.engpro@ymail.com
Michel José Anzanello, PhD. (PMPEP/UFRGS) michel.anzanello@gmail.com

Resumo

A previsão de demanda adequada auxiliar na gestão de matérias-primas através do método MRP (*Material Requirements Planning*). Esse artigo aplica essas sistemáticas no setor de implementos rodoviários do segmento metal-mecânico. Com a projeção da previsão de demanda, foi possível prospectar a aquisição de matérias-primas de forma a aprimorar a gestão dos recursos. Os resultados deste estudo agregaram ao segmento metal-mecânico um modelo sistemático de previsão de demanda, com isso, o setor de implementos rodoviários, o qual é um ramo existente há pouco mais que três décadas, aderiu traços competitivos em relação ao mercado consumidor através de métodos de gestão conceituados.

Palavras-chaves: Previsão da demanda; MRP; Implementos Rodoviários Metal-mecânicos.

1. Introdução

Segundo dados da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) e ANFIR (Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários), o segmento de implementos rodoviários é responsável pelo transporte de mais de 60% de mercadorias que circulam em território nacional. No entanto, percebe-se que o setor ainda não é consideravelmente reconhecido no desenvolvimento do país, sendo representado pela ANFIR há apenas 35 anos. Em 2015 enfrentou uma severa crise causada pelo descompasso da economia brasileira, a qual continuou no ano de 2016.

Sem o prognóstico preciso da demanda do mercado, a grande maioria das empresas enfrenta dificuldades no processo de encomenda de matérias-primas, suprimentos, negociações de compra, número de efetivos, espaço fabril, assim, percebe-se que a aplicação de sistemáticas estruturadas para previsão de demanda e controle dos suprimentos necessários ao processo produtivo promove maior segurança ao processo produtivo, garantindo maior estabilidade na tomada de decisões e maior assertividade em investimentos futuros. Permite ainda maior embasamento em decisões acerca do planejamento estratégico (CASSEL, 2007; KRAJEWSKI,

RITMAN, MALHOTRA, 2009; LEMOS, 2006) e na tomada de decisões na disputa por novos mercados (MARTINS, SACOMANO, 1994; WERNER, 2004). Este artigo propõe uma sistemática que integra previsão de demanda e MRP com vistas ao aprimoramento da gestão de uma empresa do setor de implementos rodoviários.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Previsão de demanda

A demanda pode ser entendida como a quantidade de produto que suprirá a exigência do mercado consumidor, a qual é variável por tipo de produto, área geográfica e tempo de atendimento (ANZANELLO, 2010; BALLOU, 2007; BERNARDO, 2015; CASAGRANDE, 2010; LEMOS, 2006; WERNER, 2004).

2.2. Métodos quantitativos

2.2.1. Média móvel

A média móvel simples consiste na média dos últimos itens observados na amostragem (GRAEML e PEINADO, 2007; FOGLIATTO e PELLEGRINI, 2001) sendo expressa pela equação (1):

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (1)$$

Onde: i : número de ordem de cada período mais recente; n : número de períodos; D_{it} : demanda realizada no período i ; P_j : previsão para o período j .

Na média móvel ponderada, os dados são gradualmente ponderados através de pesos (GRAEML e PEINADO, 2007; PELLEGRINI, 2000). É expressa pela equação (2):

$$P_j = (D_1 \times PE_1) + (D_2 \times PE_2) + (D_3 \times PE_3) + \dots + (D_n \times PE_n) \quad (2)$$

$$\text{sendo } PE_1 + PE_2 + PE_3 + \dots + PE_n = 1$$

Onde: P_j : previsão para o período j ; PE_i : peso atribuído ao período i ; D_i : demanda do período i .

2.2.2. Suavização exponencial

A Suavização Exponencial Simples trabalha com dados relativos ao período anterior, os quais são ajustados através da multiplicação dos componentes “erro de previsão do período anterior” e “constante de amortecimento” (ANZANELLO, 2010; FOGLIATTO, 2001; LEMOS, 2006; PELLEGRINI, 2000). É calculada de acordo com a equação (3):

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (3)$$

Onde: F_{t+1} : Previsão do período $(t + 1)$; F_t : Previsão do período t ; Y_t : Demanda verificada no período t ; n : tamanho da série temporal; e α : constante de suavização com valor de 0 a 1.

A Suavização Exponencial Linear de Holt foca-se em dados com tendência linear (PELLEGRINI, 2000), conforme as equações (4) e (6), (ANZANELLO, 2010; FOGLIATTO, 2001; LEMOS, 2006):

$$\text{Previsão: } F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (4)$$

$$\text{Nível: } L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

$$\text{Tendência: } b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (6)$$

A equação (3) é utilizada para calcular a previsão da demanda, ao passo que a equação (4) ajusta a estimativa de nível de acordo com a tendência do período anterior e a equação (5) atualiza a tendência com a suavização de dois níveis, executando a combinação desses valores (PELLEGRINI, 2000). Os termos da equação são F_{t+m} : previsão para o período $(t + m)$; m : horizonte da previsão; L_t : estimativa do nível da série temporal no período t ; b_t : estimativa de tendência da série temporal no período t ; α : constante de suavização; β : constante de suavização.

Já o modelo de Winters é recomendado para situações onde os dados apresentam sazonalidade. Esse método pode ser do tipo multiplicativo (sazonalidade varia conforme a demanda, conforme as equações (7) a (10)) ou aditivo (sazonalidade varia independentemente da demanda, conforme as equações (11) a (14)) (ANZANELLO, 2010; CASAGRANDE, 2010; LEMOS, 2006; PELLEGRINI, 2000).

$$\text{Previsão: } F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (7)$$

$$\text{Nível: } L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$\text{Tendência: } b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (9)$$

$$\text{Sazonalidade: } S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (10)$$

Onde s : número de períodos por ciclo sazonal; S_t : estimativa do componente sazonal da série temporal do período t ; α : constantes de suavização (0 a 1 e não relacionados); β : constantes de suavização (0 a 1 e não relacionados); e γ : constantes de suavização (0 a 1 e não relacionados).

$$\text{Previsão: } F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (11)$$

$$\text{Nível: } L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (12)$$

$$\text{Tendência: } b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (13)$$

$$\text{Sazonalidade: } S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (14)$$

2.2.3. Análise de regressão

O método de Regressão Simples é caracterizado pela linearidade na combinação entre a variável Y_i de demanda dependente (a ser prevista) e X_i , que representa a demanda independente. A linearidade da relação entre essas variáveis é controlada pelos coeficientes α e β (LEMOS, 2006; WERNER, 2004), conforme a equação (15) (LEMOS, 2006).

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + e_i \quad (15)$$

Onde Y_i : variável dependente ou a ser prevista (demanda); α : coeficiente linear; β : coeficiente angular; X_i : variável independente ou explicativa; e e_i : erro aleatório no período i .

Na Regressão Múltipla, a relação ocorre entre uma variável dependente (Y_i) com outras K variáveis independentes (LEMOS, 2006; WERNER, 2004). A equação (16) expressa o modelo genérico da regressão múltipla (LEMOS, 2006).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \dots + \beta_k X_{k,i} + e_i \quad (16)$$

Para definição do melhor modelo a ser utilizado consiste em verificar o somatório dos erros gerados pelo modelo frente aos dados históricos. O modelo que apresentar o menor somatório de erros é tido como responsável pelo melhor desempenho na obtenção da previsão de demanda (FOGLIATTO, 2001; CALÔBA, 2002). A medida mais utilizada para calcular o percentual de erro é o *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) a qual traz a média dos erros percentuais absolutos (FOGLIATTO, 2001; LEMOS, 2006), calculada com a equação (17) (CALÔBA, 2002; LEMOS, 2006).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \quad (17)$$

Onde \hat{Y}_i : variável prevista (demanda) e demais variáveis como anteriormente definido.

2.3. Métodos qualitativos para ajuste de demanda

Rossetto, Deimling, Zanin, Rodrigues e Neto (2011) e Dias (2004) recomendam que o modelo de previsão de demanda seja “misto”, principalmente quando o intuito é prever mais de três meses. Armstrong (2002), Casagrande e Hoss (2010), Werner e Ribeiro (2006) corroboram a informação anterior, apontando que melhores resultados são obtidos com a junção de mais de um método. Chang, Chuang, Yuan, Wang (2002), Kauppi, Lassila, Teräsvirta (1996) e Werner (2004) acrescenta que a opinião de especialistas pode ajudar quando o histórico ou a situação do momento apresentam perfil instável.

2.4 MRP (*Material Requirements Planning*)

Dentre os principais benefícios do MRP, pode-se citar a redução de estoques e maior atendimento a prazos de entrega (BATALHA, 1994; CARVALHO, 1998; CASTRO, 2008; CASSEL, VACCARO, 2007; DONATO, FIGUEIREDO, MAYERLE, 2008; FERNANDES, 2006; KURBEL, 2013; NARDINI, PIRES, 2002). Para operacionalizar o MRP, é fundamental a estrutura de produto, sendo desmembrada pela Lista de Materiais (*Bill of Material – BOM*) (LAURINDO, 2000). O preenchimento do relatório MRP se dá conforme Quadro 1:

- a) Necessidade Bruta: previsão de demanda e/ou necessidade;
- b) Entrega agendada: representa o recebimento programado para o início de cada período;
- c) Estoque esperado: trata-se do inventário de cada item disponível no início de cada período. Calcula-se o estoque esperado somando o estoque anterior à entrega agendada, e após subtraindo a necessidade bruta;
- d) Necessidade líquida: variável opcional trata-se da subtração da entrega agendada e do estoque esperado do valor da necessidade bruta para cada período; valores maiores do que zero quantificam a escassez de determinado item; e
- e) Liberação planejada do pedido: são os lançamentos de ordens de compra previstos ou ordens de fabricação de “kits” necessários para o próximo período.

distribuído proporcionalmente à expertise alegada por cada especialista. Assim os especialistas comparam-se entre si em termos de domínio sobre o assunto. A escala de pontuação sugerida é -1 (onde o especialista considera-se com menos conhecimento do que o outro), 0 (quando considera-se com conhecimento equivalente) e 1 (quando considera-se com maior conhecimento em relação ao outro).

Em seguida, soma-se individualmente a pontuação de cada especialista. Para as somas com resultado negativo, substituir esse resultado apenas por “zero”. Tal soma é então transformada em “peso”. Esse valor é adicionado ao peso uniformemente atribuído. A Quadro 2 exemplifica a avaliação.

Quadro 2 - Exemplo da forma de ponderação dos Especialistas.

| | <i>Espec. A</i> | <i>Espec. B</i> | <i>Espec.</i> | <i>Soma</i> | <i>%</i> | <i>Peso (w)</i> |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------|----------|-----------------|
| <i>Espec. A</i> | 0 | 1 | -1 | 0 | 0% | 16,67% |
| <i>Espec. B</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 33,33% | 33,33% |
| <i>Espec. C</i> | 1 | 1 | 0 | 2 | 66,67% | 50% |

Fonte: Autores

Na sequência, cada especialista é questionado em termos de uma estimativa otimista e outra pessimista em relação a cada um dos fatores que impactam na demanda. Calcula-se então a média dessas duas pontuações e multiplica-se pelo peso (w). Somam-se tais resultados de todos os especialistas para cada fator (α_j) (Equação 18). Após, soma-se o resultado dos fatores, originando o coeficiente de ajuste α' , Equação 19. Assim, realiza-se o ajuste nas previsões através da Equação 20, onde P será o valor ajustado de previsão, F o valor obtido pelo modelo puramente quantitativo e t o período em avaliação.

$$\alpha_j = \sum_l^n w_l \quad (18)$$

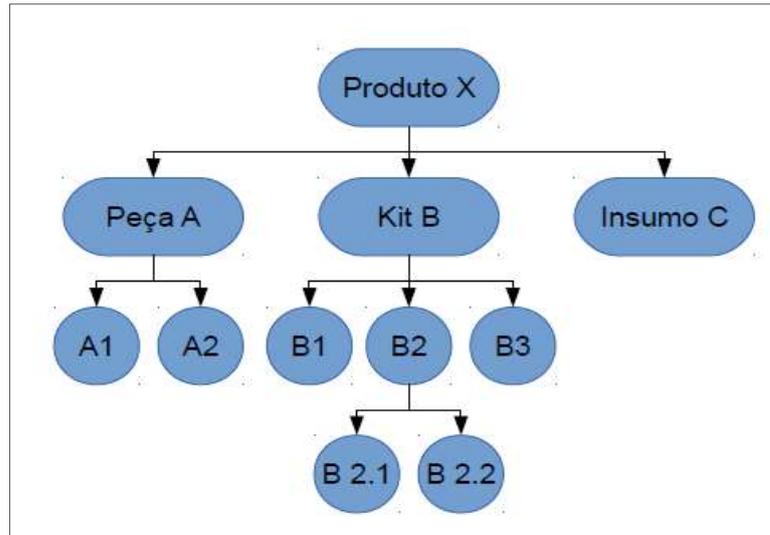
$$\alpha' = \sum_j^n \alpha_j \quad (19)$$

$$P_t = F_t(1 + \alpha') \quad (20)$$

3.4. Passo 4: Geração da matriz BOM

O próximo passo é desmembrar o produto em análise nas matérias-primas, para tanto, utiliza-se o método de estruturação da Lista de Materiais (*Bill of Materials* - BOM), Figura 2.

Figura 2 - Construção matriz BOM



Fonte: Autores

3.5. Passo 5: Geração do relatório MRP

De posse da previsão de demanda do produto e da lista de materiais, é possível preencher o relatório MRP. A operacionalização deve seguir a seção 2.4 desse estudo. Para esse estudo, os valores da “Necessidade Bruta” são as demandas obtidas com as previsões estimadas no passo 3; “Estoque Esperado” e “Necessidade Líquida” devem ser obtidas através das Equações (21) e (22) respectivamente.

$$I_{jt} = \max\{0, I_{j,t-1} + S_{j,t-1} - G_{j,t-1}\} \quad (21)$$

Onde I_{jt} : quantidade esperada do item j em estoque no início do período t (exceto itens atrasados); S_{jt} : entrega agendada do item j durante o período t ; G_{jt} : demanda bruta do item j durante o período t .

$$N_{jt} = \max\{0, G_{j,t} - S_{j,t} - I_{j,t}\} \quad (22)$$

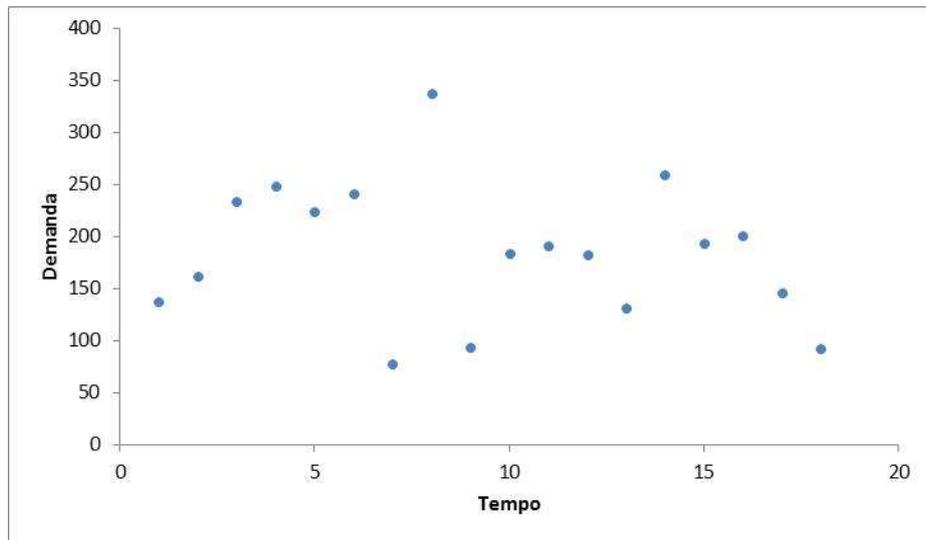
Onde N_{jt} : necessidade líquida do item j no período t .

4. Resultados

4.1. Coleta de dados

Foram coletados dados históricos de vendas mensais do produto dos dois últimos anos (junho de 2014 a maio de 2016). Foram obtidos 24 dados, dos quais 18 foram utilizados para composição da porção de treino (Figura 3) e 6 para a de teste.

Figura 3 - Tempo vs. Demanda

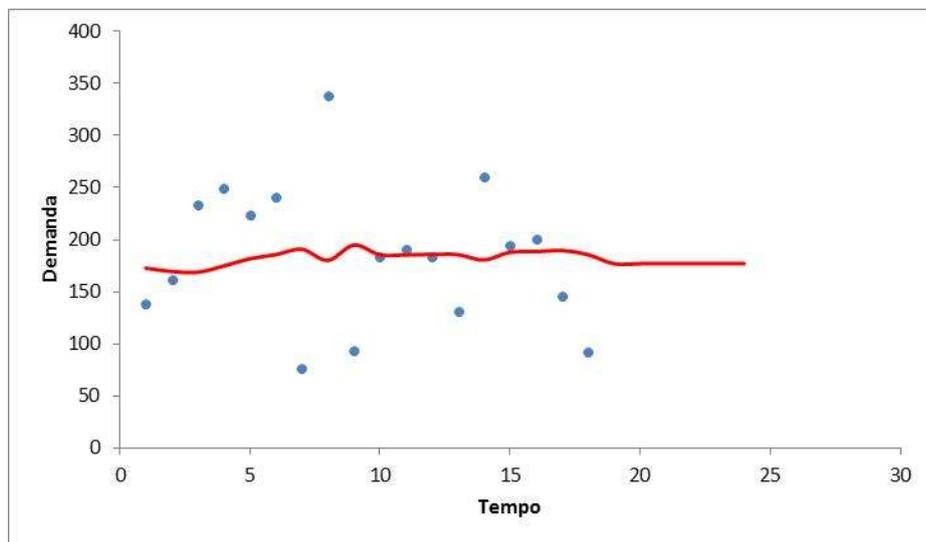


Fonte: Autores

4.2. Modelagem

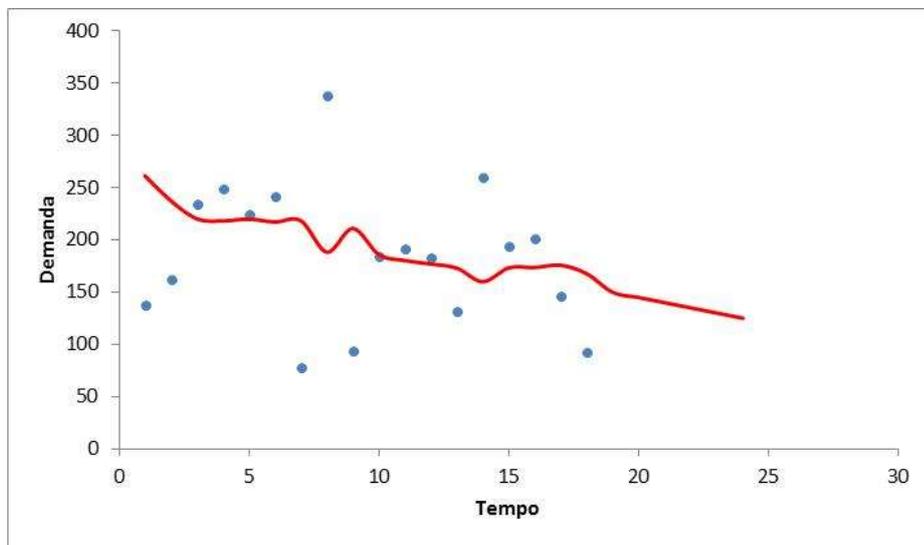
Os modelos de previsão de demanda foram aplicados sobre a porção de treino utilizado o software NCSS (*Number Cruncher Statistical System*) e planilha eletrônica. As modelagens geraram as Figuras 4 a 11.

Figura 4 - Modelagem – Suavização Exponencial Simples



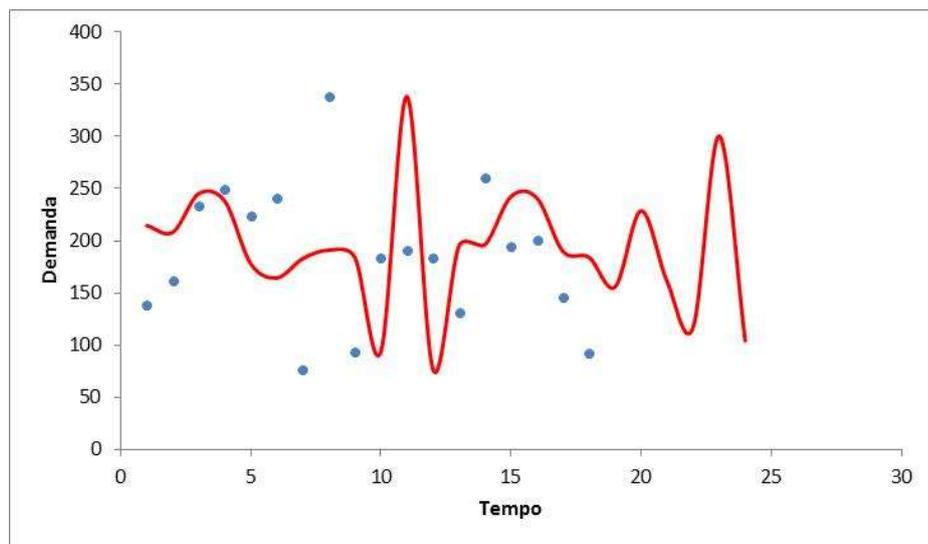
Fonte: Autores

Figura 5 - Modelagem – Suavização Exponencial Dupla



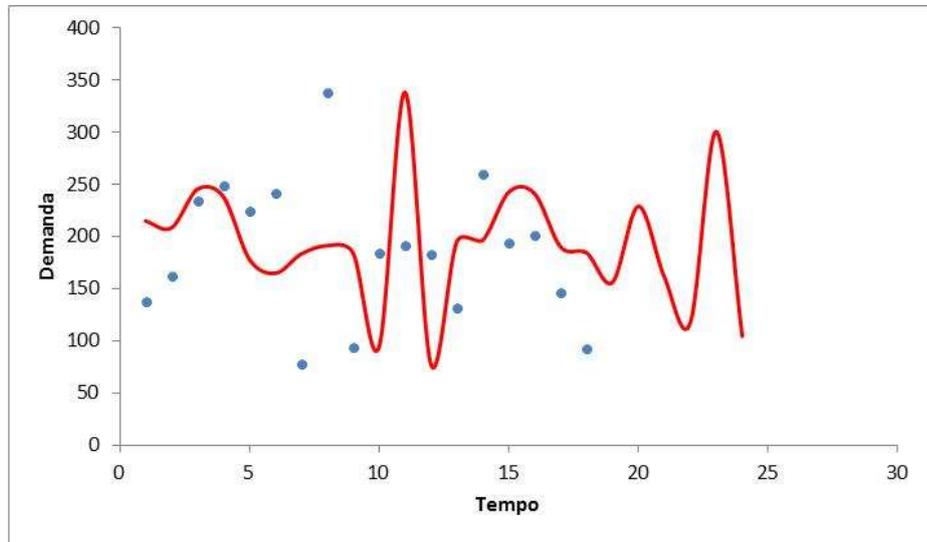
Fonte: Autores

Figura 6 - Modelagem – Suavização Exponencial de Holt (Aditiva)



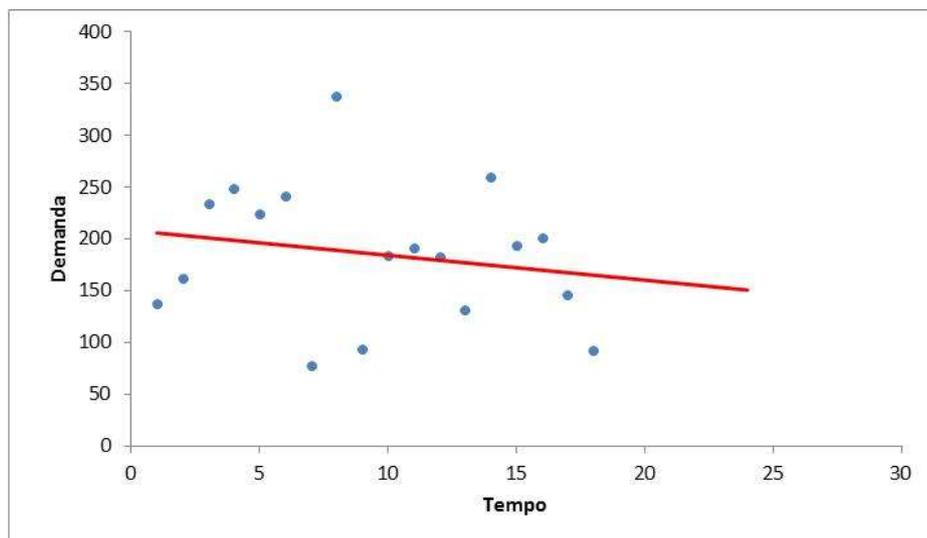
Fonte: Autores

Figura 7 - Modelagem – Suavização Exponencial de Holt-Winter (Multiplicativa)



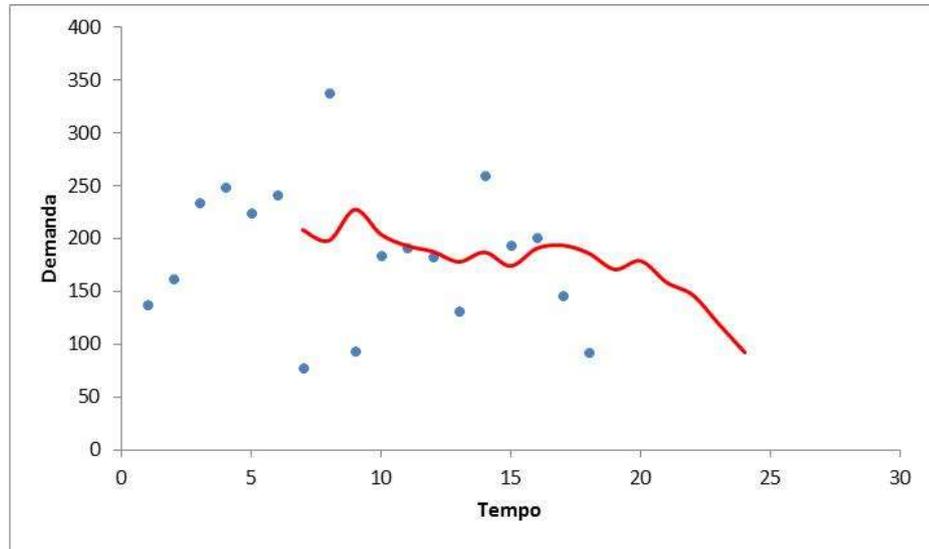
Fonte: Autores

Figura 8 - Modelagem – Análise de Regressão Simples



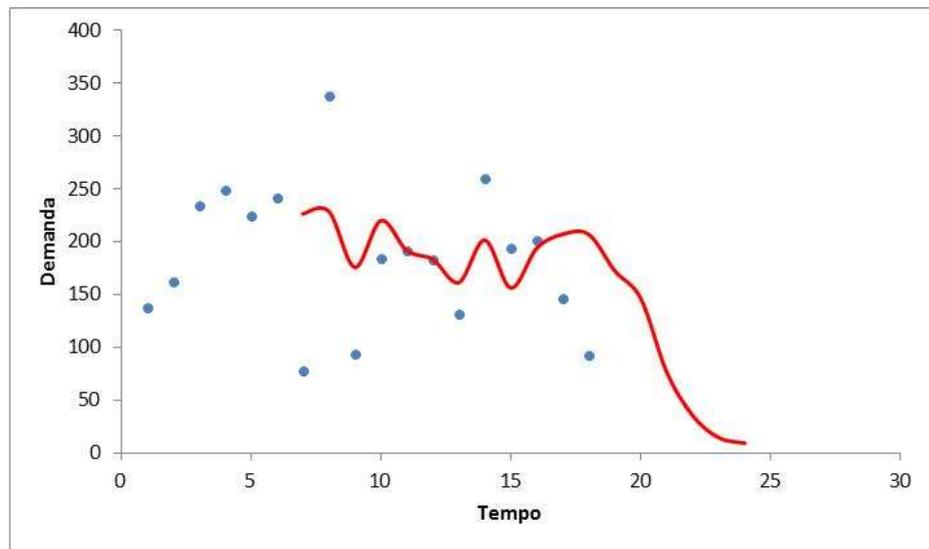
Fonte: Autores

Figura 9 - Modelagem – Média Móvel Simples



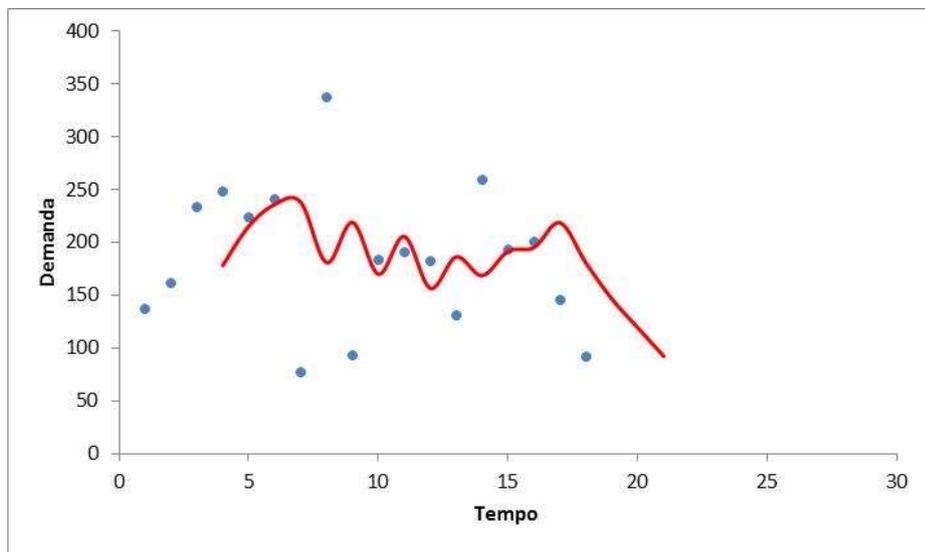
Fonte: Autores

Figura 10 - Modelagem – Média Móvel Ponderada



Fonte: Autores

Figura 11 - Modelagem – Média Móvel Simples apenas dos três últimos períodos



Fonte: Autores

Com as modelagens, comparou-se as previsões com os dados da porção de teste (25%). Com essa parcela dos dados, calculou-se o *MAPE* (Quadro 3). Assim foi possível avaliar que o melhor modelo, para esse estudo, é a Suavização Exponencial Dupla.

Quadro 3 - Desempenho dos diferentes métodos de previsão de demanda

| Método de Previsão | <i>MAPE</i> |
|---|-------------|
| Suavização Exponencial Simples | 64% |
| Suavização Exponencial Dupla | 33% |
| Suavização Exponencial de Holt | 74% |
| Suavização Exponencial de Holt-Winter | 74% |
| Análise de Regressão Simples | 45% |
| Média Móvel Simples | 49% |
| Média Móvel Ponderada | 67% |
| Média Móvel Simples (três últimos períodos) | 37% |

Fonte: Autores

4.3. Ajuste qualitativo

Foram entrevistados três especialistas da empresa em questão e levantaram-se os possíveis fatores que poderiam influenciar na demanda (Quadro 5). Em entrevista individual, cada especialista pontuou-se em relação aos outros (Quadro 4). Na sequência pontuam cada fator.

Quadro 4 - Ponderação dos Especialistas entrevistados

| | <i>Espec. A</i> | <i>Espec. B</i> | <i>Espec. C</i> | <i>Soma</i> | <i>%</i> | <i>Peso</i> |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|----------|-------------|
| <i>Espec. A</i> | 0 | 1 | 1 | 2 | 100% | 67% |
| <i>Espec. B</i> | -1 | 0 | -1 | 0 | 0% | 17% |
| <i>Espec. C</i> | -1 | 1 | 0 | 0 | 0% | 17% |

Fonte: Autores

Quadro 5 - Fatores de influência na demanda e correspondente pontuação dos especialistas

| <i>Fatores</i> | <i>Espec. A</i> | | <i>Espec. B</i> | | <i>Espec. C</i> | |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | <i>Pessimista</i> | <i>Otimista</i> | <i>Pessimista</i> | <i>Otimista</i> | <i>Pessimista</i> | <i>Otimista</i> |
| Oscilação de recursos para financiamento | -80% | 60% | -60% | 60% | -65% | 80% |
| Flexibilização de mercado | -10% | 80% | -60% | 50% | -40% | 60% |
| Diversidade da gama de produtos | 0% | 80% | -50% | 40% | -50% | 90% |
| Cientes de diferentes portes | -10% | 80% | -55% | 30% | -80% | 90% |
| Produtos a pronta entrega | -60% | 60% | -20% | 70% | -60% | 95% |
| Novos produtos | 0% | 50% | -30% | 65% | -50% | 50% |

Fonte: Autores

Para cada especialista, foi extraída a média por fator, depois de multiplicada pelo seu peso correspondente, assim obtendo os coeficientes para cada fator (j), a_j , de acordo com a Quadro 6 (de acordo com a Equação 23). Então, se somou os resultados obtendo como coeficiente de ajuste final α' , conforme Equação 24.

Quadro 6 - Coeficiente de ajuste por fator

| <i>Fatores</i> | <i>Espec. A</i> | <i>Espec. B</i> | <i>Espec. C</i> | a_j |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| Oscilação de recursos para financiamento | -6,67% | 0% | 1,25% | -5,42% |
| Flexibilização de mercado | 23,33% | -0,83% | 1,67% | 24,17% |
| Diversidade da gama de produtos | 26,67% | -0,83% | 3,33% | 29,17% |
| Cientes de diferentes portes | 23,33% | -2,08% | 0,83% | 22,08% |
| Produtos a pronta entrega | 0% | 4,17% | 2,92% | 7,08% |
| Novos produtos | 16,67% | 2,92% | 0% | 19,58% |

Fonte: Autores

$$a_j = \sum_l^3 w_l = -6,667\% + 0\% + 1,250\% = -5,417\% \quad (23)$$

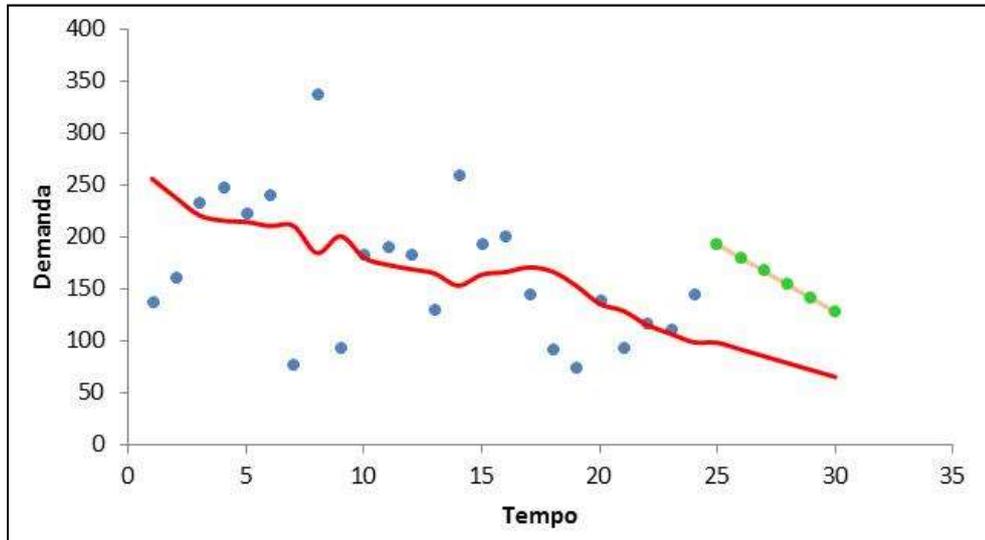
$$\alpha' = \sum_j^6 a_j = -5,417\% + 24,167\% + 29,167\% + 22,083\% + 7,083\% + 19,583\% = 96,66\% = 0,9666 \quad (24)$$

Assim, o modelo de previsão desse estudo estabelecesse através do ajuste feito pela Equação 25, considerando-se os valores de $\alpha' = 0,9666$, $F_{25} = 98$, $F_{26} = 91$, $F_{27} = 85$, $F_{28} = 78$, $F_{29} = 72$, $F_{30} = 65$, onde temos respectivamente as previsões $P_{25} = 193$, $P_{26} = 180$, $P_{27} = 167$, $P_{28} = 154$, $P_{29} = 141$, $P_{30} = 128$.

$$P_t = F_t(1 - 0,9667) \quad (25)$$

Com as informações das previsões extraídas pelo método quantitativo e o coeficiente de ajuste qualitativo, comparam-se a demanda real e o valor ajustado para 6 meses futuros. Esses resultados são apresentados na Figura 12.

Figura 12 - Comparativo entre dados Reais (pontos) vs. Quantitativo puro (linha) vs. Ajuste Qualitativo (linha com pontos)

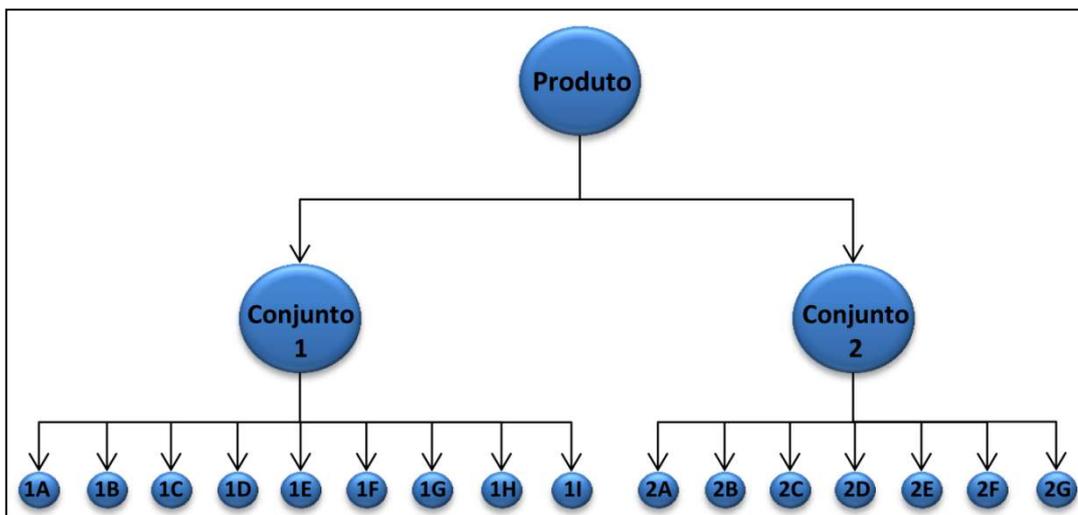


Fonte: Autores

4.4. Geração da matriz BOM

A Figura 13 traz a estrutura do produto, a qual dá origem à matriz BOM, apresentada na Quadro 7. Abaixo de cada conjunto estão as matérias-primas necessárias para cada qual e suas quantidades para concepção de uma unidade do produto em questão.

Figura 13 - Árvore de materiais (BOM) do produto em questão



Fonte: Autores

Quadro 7 - Matriz BOM do produto em questão

| Estrutura de Produto | | | quantidade |
|----------------------|--------------|--------------------|------------|
| Item Pai | FECHO | | 1 |
| | C1 | Conjunto 1 | |
| | 1A | Chapa metálica | 1 |
| | 1B | Tampa de chave | 1 |
| | 1C | Mola | 1 |
| | 1D | Miolo da fechadura | 1 |
| | 1E | Barra roscada | 1 |
| | 1F | Porca | 2 |
| | 1G | Pino | 4 |
| | 1H | Cabo | 1 |
| | 1I | Bucha | 2 |
| | C2 | Conjunto 2 | |
| | 2A | Bandeja | 1 |
| | 2B | Bico de papagaio | 1 |
| | 2C | Suporte do trinco | 1 |
| | 2D | Parafuso | 1 |
| | 2E | Porca sextavada | 1 |
| | 2F | Mola Trinco | 1 |
| | 2G | Bucha da Bandeja | 2 |

Fonte: Autores

4.5. Geração do relatório MRP

Com a lista de materiais e a previsão de demanda apontada pelos modelos numéricos de Suavização Exponencial Dupla, é então preenchido o relatório MRP (Figura 14). Para este estudo, foi executado o planejamento apenas para o Conjunto 1 do produto em questão.

Na linha “Necessidade Bruta” foram inseridos os dados obtidos com o modelo de previsão de demanda para os seis próximos períodos. Para algumas matérias-primas, esses valores aumentaram proporcionalmente a matriz BOM, que é o caso dos itens “1F, 1G e 1I”. Considerou-se um mês de *lead time* e matérias-primas com estoque mínimo para atender a demanda referente ao período 25.

Após, foram executadas “Liberações Planejadas” de forma a atender ao “Estoque Esperado”, ou seja, os volumes definidos para aquisição foram estipulados aos menores níveis possíveis, com o intuito de não gerar altos estoques, ao mesmo tempo, garantir atendimento à demanda prevista. Outro fator considerado na determinação dos tamanhos de lotes de matérias-primas necessárias foi a utilização total das mesmas até o final do espaço de tempo avaliado, também considerando a otimização dos estoques.

Ponderando que os volumes de matéria-prima foram calculados com o principal intuito de otimizar o fluxo de caixa, não foram consideradas restrições de capacidade de armazenamento.

Figura 14 – Desempenho do Planejamento MRP com abastecimento do Modelo de Previsão de Demanda

| <i>Item Pai</i> | <i>Períodos</i> | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Necessidade Bruta | 193 | 180 | 167 | 154 | 141 | 128 |
| Entrega agendada | | 180 | 167 | 154 | 141 | 0 |
| Estoque Esperado | 193 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necessidade Líquida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 128 |
| Liberação Planejada | 180 | 167 | 154 | 141 | | |

| <i>Conjunto 1</i> | <i>Períodos</i> | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----|-----|-----|----|----|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Necessidade Bruta | 180 | 167 | 154 | 141 | 0 | 0 |
| Entrega agendada | | 167 | 154 | 141 | 0 | 0 |
| Estoque Esperado | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necessidade Líquida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liberação Planejada | 167 | 154 | 141 | | | |

| <i>Item 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1H</i> | <i>Períodos</i> | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|----|----|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Necessidade Bruta | 180 | 167 | 154 | 141 | 0 | 0 |
| Entrega agendada | | 200 | 150 | 100 | 0 | 0 |
| Estoque Esperado | 200 | 20 | 53 | 49 | 8 | 8 |
| Necessidade Líquida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liberação Planejada | 200 | 150 | 100 | | | |

| <i>Item 1F, 1I</i> | <i>Períodos</i> | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----|-----|-----|----|----|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Necessidade Bruta | 360 | 334 | 308 | 282 | 0 | 0 |
| Entrega agendada | | 300 | 350 | 250 | 0 | 0 |
| Estoque Esperado | 400 | 40 | 6 | 48 | 16 | 16 |
| Necessidade Líquida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liberação Planejada | 300 | 350 | 250 | | | |

| <i>Item 1G</i> | <i>Períodos</i> | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----|-----|-----|----|----|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Necessidade Bruta | 720 | 668 | 616 | 564 | 0 | 0 |
| Entrega agendada | | 650 | 650 | 550 | 0 | 0 |
| Estoque Esperado | 750 | 30 | 12 | 46 | 32 | 32 |
| Necessidade Líquida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liberação Planejada | 650 | 650 | 550 | | | |

Fonte: Autores

5. Considerações finais

Organizações que focam na competitividade podem encontrar grandes aliados nos métodos de previsão de demanda, e principalmente, na associação entre eles (quantitativos e qualitativos),

permitindo melhor gestão de insumos e recursos. Neste estudo, também integraram-se modelos de previsão de demanda ao MRP com o intuito de gerir o ressuprimento de itens do setor metal-mecânico em uma empresa de implementos rodoviários.

Os resultados obtidos pela aplicação da previsão de demanda, aliado ao MRP no produto em questão, possibilitou uma melhor compreensão das necessidades de matéria prima, além de permitir um ponto de vista científico a respeito das ações a serem tomadas, como: as negociações para aquisições de matéria-prima, a deliberação de medidas à área comercial da organização para equilibrar as demandas de acordo com o perfil da empresa, o controle do volume de estoque alinhado ao financeiro.

Os objetivos deste estudo foram atingidos com êxito, pois foram aplicados os conceitos estudados, da previsão de demanda em um produto, o qual apresentava maior representatividade no faturamento, com o propósito de aprimorar a confiabilidade do processo de investimento como um todo (matéria-prima, estoques, estrutura e etc).

REFERÊNCIAS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Notícias. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 02/10/2016.

ANFIR – Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários. Comunicação. Disponível em: <<http://www.anfir.org.br>>. Acesso em: 02/10/2016.

ARMSTRONG, J. S. **Assessing Games Theory, Role Playing, and Unaided Judgment**. International Journal of Forecasting, Volume 18, Issue 3, July 2002, pages 345-352.

ANZANELLO, M. J; FERNANDES, F. **Integração de métodos quantitativos e qualitativos para previsão de demanda no setor de autopeças**. Trabalho de Conclusão submetido ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/32218>>. Acessado em: 26/08/2014.

ANZANELLO, M. J; MENEGHINI, M. **Ajuste de previsão de demanda quantitativa com base em fatores qualitativos: estudo de caso em um restaurante *fast food***. Trabalho de Conclusão submetido ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/97384>>. Acessado em: 21/12/2016.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial** [recurso eletrônico] / Ronald H. Ballou; tradução Raul Rubenich. – 5. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2007.

BATALHA, M. O; STHALBERG, P. **A gestão da produção em firmas agroindustriais.** Produção, v. 4, n. 1, São Paulo, 1994. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65131994000300006&lang=pt>. Acessado em: 21/08/2014.

BERNARDO, Y. N. S; JUNIOR, J. A. M; SANTOS, G. Q. V. **Previsão de demanda: revisão bibliográfica e análise acadêmica atual.** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, outubro de 2015.

CALÔBA, G. M; CALÔBA, L. P; SALIBY, E. **Cooperação entre redes neurais artificiais e técnicas 'clássicas' para previsão de demanda de uma série de vendas de cerveja na Austrália.** Pesquisa Operacional, v.22, n.3, p.345-358, julho a dezembro de 2002.

CARVALHO, M. F; FERNANDES, C. A. O; SILVA FILHO, O. S. **O Planejamento da Manufatura – Práticas Industriais e Métodos de Otimização.** Gestão & Produção, v. 5, n. 1, p. 34-59, abril 1998.

CARVALHO, M.F.H; HADDAD, R.B.B; ROCHA, R.B. **Integração entre ERP e programação matemática um estudo de caso na indústria de autopeças.** www.producaoonline.inf.br, ISSN 1676 – 1901, Vol. 4, Num. 1, Fevereiro de 2004.

CASAGRANDE, L. F; HOSS, O. **Métodos de Forecasting Conjugado com um Método Qualitativo e um Método com a Média das Previsões Quantitativas e Qualitativas.** Revista CAP - Número 04 - Ano 4 - Volume 4 – 2010.

CASSEL, G. L; VACCARO, G. L. R. **A aplicação de simulação otimização para definição do mix ótimo de produção de uma indústria metal-mecânica.** XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP 2007, outubro 2007.

CASTRO, R. L; MESQUITA, M. A. **Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira.** Gestão & Produção, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 33-42, jan-abr. 2008.

CHANG, P. C; CHUANG, K. T; YUAN, B. J. C; WANG, C. P. **Forecast of development trends in Taiwan's machinery industry.** Technological Forecasting and Social Change. volume 69, issue 8, pages 781-802, November 2002.

DIAS, A. S. **Uso de conhecimento teórico e de especialista para previsão de demanda.** Trabalho de Conclusão submetido ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. São Carlos, 2004.

DONATO, F. A. S; FIGUEIREDO, J. N; MAYERLE, S. F. **Um modelo de planejamento agregado da produção para otimizar o mix de produtos e clientes em uma indústria metal-mecânica.** Anais do SIMPOI 2008.

FERNANDES, F. C. F; GODINHO FILHO, M. **Redução da instabilidade e melhoria de desempenho do sistema MRP.** Produção, v. 16, n. 1, p. 064-079, Jan./Abr. 2006.

FOGLIATTO, F.S; PELLEGRINI, F.R. **Passos para a Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda – Técnicas e Estudo de Caso.** Revista Produção. V.11, N.1, Novembro de 2001.

GRAEML, A. R; PEINADO, J. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman. 2003.

KAUPPI, E; LASSILA, J; TERÄSVIRTA, T. **Short-term forecasting of industrial production with business survey data: experience from Finland's great depression 1990–1993.** International Journal of Forecasting. V.12, issue 3, pages 373-381, September 1996.

KRAJEWSKI, L.J; RITMAN, L.P; MALHOTRA, M.K. **Administração de produtos e operações.** São Paulo: Pearson, 8 ed., 2009.

KURBEL, K. E. **Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management**, Progress in IS, DOI 10.1007/978-3-642-31573-2_2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013. Disponível em: <<http://www.springer.com/978-3-642-31572-5>>. Acessado em: 02/09/2014.

LAURINDO, F. J. B; MESQUITA, M. A. **Material Requirements Planning: 25 anos de história – uma revisão do passado e prospecção do futuro.** Gestão & Produção, v. 7, n. 3, p. 320-337, dezembro 2000.

LEMO, F.O. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda.** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, com 183 p. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/5949>>. Acessado em: 25/06/2014.

MARTINS, R. A; SACOMANO, J. B. **Integração, flexibilidade e qualidade: os caminhos para um novo paradigma produtivo.** Gestão & Produção, v. 1, n. 2, p. 153-170, agosto 1994.

NARDINI, J.J; PIRES, S. R. I. **Tecnologias e sistemas de gestão da produção e da qualidade: Um estudo na indústria metal-mecânica.** XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba – PR, outubro de 2002.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda.** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, com 146 p. Porto Alegre, setembro de 2000.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação.** 4. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

ROSSETTO, M; DEIMLING, M. F; ZANIN, A. RODRIGUES, M. P; NETO, A. R. **Técnicas Qualitativas de Precisão de Demanda: um Estudo Multicasos com Empresas do Ramo de Alimentos.** VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, outubro de 2011.

WERNER, L. **Um modelo composto para realizar previsões de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado na opinião.** Porto Alegre, 2004. Tese submetida ao Programa de Doutorado em Engenharia de Produção – PPGEP na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, com 166 p. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/4189>>. Acessado em: 25/06/2014.

WERNER, L; RIBEIRO, J. L. D. **Modelo composto para prever demanda através da integração de previsões.** UFRGS. Produção, v. 16, n. 3, p. 493-509, Set./Dez. 2006.