

UTILIZAÇÃO DE CÁLCULOS DE GESTÃO DE ESTOQUE E PREVISÃO DE DEMANDA DE COMPONENTES IMPORTADOS PARA O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE RESSUPRIMENTOS.

Rodolfo Augusto Castelo Branco Galvão da Silva

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Orientador Lars Meyer Sanches

Laboratório de Aprendizado em Logística e Transporte - LALT
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo sugerir a utilização de cálculos de gestão de estoque e novos modelos de previsão de demanda para componentes importados através da criação de dois cenários de previsão. Um utilizando a metodologia atual da empresa do estudo e outro com cálculos de gestão de estoque e utilizando suavizamento exponencial.

A amostragem utilizada para a criação dos cenários envolveu um determinado tipo de componente: as buchas importadas utilizadas na fabricação de roletes voltados principalmente ao mercado OEM. Devido à falta de dados históricos foram utilizados valores estimados conforme realidade da empresa.

Com a comparação entre os dois cenários, quando utilizada a metodologia proposta com a aplicação de cálculos para a melhor gestão de estoque, pode-se verificar que o resultado mais significativo é a redução do volume de vendas não atendidas por falta dos componentes importados em decorrência da utilização de um estoque de segurança para atender as variações da demanda.

ABSTRACT

This study's objective is to suggest the use of inventory management techniques and new models of demand forecasting for imported components by creating two forecasting scenarios. One using the current methodology and the other with inventory management techniques with exponential smoothing.

The sample used for the creation of scenarios involves a particular component type: imported bushings used in the manufacture of rollers mainly focused on the OEM market. Due to lack of historical data estimated values were used based on the company's reality.

The comparison between the two scenarios, when using the proposed method with inventory management techniques, one can see that the most significant result is the reduction in sales volume unanswered for lack of imported components due to the use of a safety stock to meet the demand variations.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao momento da economia atual, onde existe a expectativa de crescimento no mercado de construção civil até 2016 com a copa do mundo e as olimpíadas, a demanda desse segmento está em ascensão. O mercado de construção civil, assim como o interveniente das crescentes safras de grãos produzidas no Brasil afeta diretamente o mercado em que a ITM atua. Com a prospecção de crescimento o país vira alvo de investimentos estrangeiros, com a vinda de diversas montadoras de tratores e máquinas pesadas, nomes de expressão como Hyundai, Volvo, Deere Hitachi, entre outros.

Com o crescimento da demanda de clientes OEM e por consequência, o aumento das exigências sobre as entregas, a ITM passa por problemas com prazos e níveis de estoque. Na situação atual, a empresa possui estoques não planejados de componentes importados com baixa utilização. Para os produtos de alta demanda a empresa não possui o material em

estoque e possui dificuldades para conseguir que seus fornecedores consigam atender os súbitos pedidos com os prazos de "entrega imediata".

Este trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo de simulação com dois cenários para fins de comparação. O primeiro cenário com a metodologia de previsão atual, por média móvel considerando o período de três meses sem levar em consideração cálculos de suporte a gestão de estoque, e o segundo cenário com a proposta de implementação de estoques de segurança e metodologia de previsão por suavizamento exponencial.

Para que a produção consiga atender as exigências de entrega e eventuais aumentos nos programas das montadoras é essencial que o suprimento de componentes funcione de forma adequada e bem planejada. Os componentes importados ficam sob um foco diferenciado por necessitarem um cuidado maior em seu planejamento onde devem ser considerados o tempo de produção do material e de trânsito. Para que o planejamento de compras ocorra de forma adequada a atender o esperado, o conhecimento ou a previsão da demanda futura é fundamental.

2. PLANEJAMENTO E CONTROLE

O planejamento pode ser entendido como a inércia intrínseca dos processos decisórios, sendo essa inércia o tempo que decorre entre a tomada de uma decisão e o efeito propriamente dito dessa decisão. Esse planejamento se faz necessário porque não é possível efetivar ações pertinentes à estrutura e capacidade de uma empresa de forma instantânea. (CORRÊA, 2011)

Para que o planejamento seja possível se faz necessária uma “visão” de um horizonte futuro onde as decisões possam ser tomadas com base no objetivo que se espera alcançar nesse futuro, sendo a inércia resultante entre a decisão e a efetividade da ação, diretamente relacionadas a visão adequada do futuro, baseada em um modelo lógico que traduza de forma coerente as informações para o presente. (CORRÊA, 2011)

Ao considerar também o controle em conjunto com o planejamento, forma-se a atividade que por definição gerencia as demais atividades de uma operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores de forma contínua. A natureza do planejamento e controle muda ao longo do tempo, existindo o plano em longo prazo: onde são considerados recursos necessários e objetivos a serem atingidos; o plano de médio prazo: onde o planejamento de longo prazo é visto de forma mais detalhada, sendo possível ainda o replanejamento se necessário; e o plano de curto prazo: onde grande parte dos recursos já foram definidos e qualquer mudança de maior impacto será inviável, sendo necessária somente se o resultado do plano original pode ser afetado. Na Figura 1 pode-se observar a relação entre o planejamento e controle com o horizonte de tempo para a tomada de decisões. (SLACK, 2008)

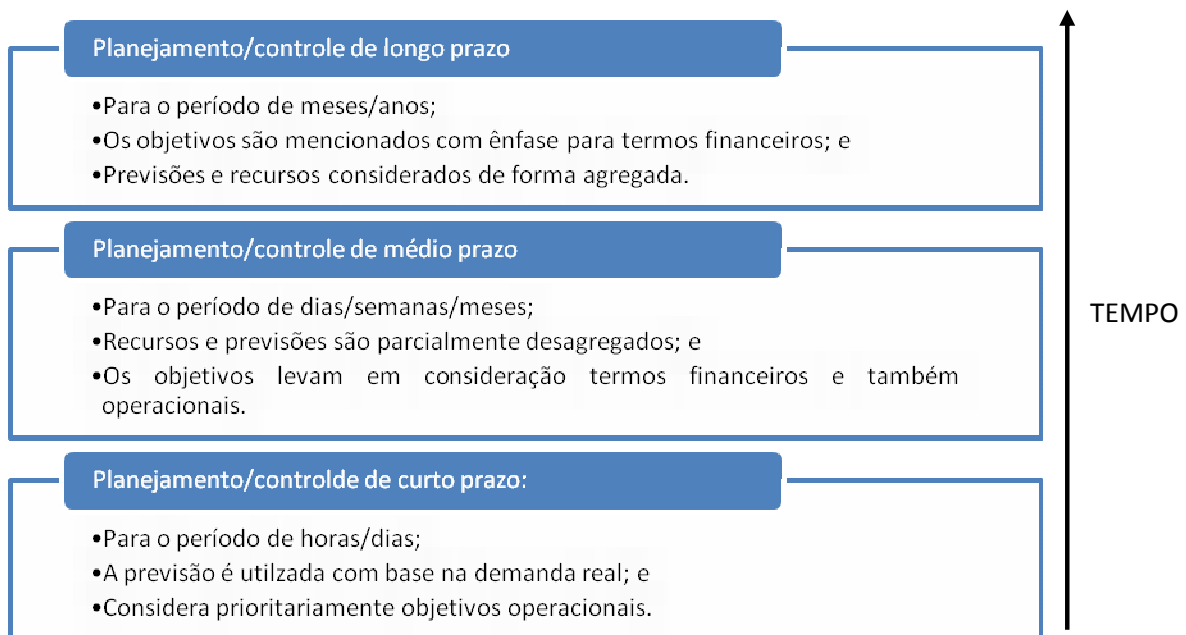


Figura 1: Atividades de planejamento e controle mudam a longo, médio e curtos prazos.

3. GESTÃO DA DEMANDA

Algumas operações podem ser previstas de forma razoavelmente corretas, usualmente correndo conforme o plano, como por exemplo, o caso de grandes montadoras que possuem um número de ressuprimento fixo para determinado fornecedor por um prazo fixo de tempo, essa situação pode ser definida como uma demanda previsível.

Em outras operações onde a incerteza no suprimento é adicionada, somente certos padrões podem ser previstos com a força de reações do mercado podendo ocorrer sem o tempo adequado de inércia de decisão necessário para atender a demanda de forma satisfatória. (SLACK, 2008)

Para administrar as variações da demanda ao longo do tempo e poder ajustar as decisões de forma adequada a conseguir minimizar a falta dos itens necessários, sejam eles componentes produtivos ou material acabado, utiliza-se a função de gestão da demanda.

A gestão da demanda inclui esforços em cinco principais áreas, sendo elas: previsão da demanda, comunicação com o mercado, influência sobre a demanda, promessa de prazos de entrega, além da priorização e alocação.

Em síntese, essas cinco principais áreas podem ser definidas como: habilidade para prever a demanda – importante para que a empresa saiba utilizar as ferramentas disponíveis e conseguir antecipar a demanda de um horizonte futuro com alguma precisão; canal de comunicação com o mercado – de grande importância, é o canal para o *feedback* dos clientes e do mercado para a empresa, que deve ocorrer em base contínua e permanente; poder de influência sobre a demanda – é de fundamental importância que a empresa procure influenciar a demanda, não somente prever o seu comportamento.

A influência pode ocorrer por meio de negociações, e manipulação de demanda disponível: habilidade de prometer prazos – importante para garantir desempenho em confiabilidade de entregas; habilidade de priorização e alocação – o objetivo é criar as condições necessárias para que as necessidades dos clientes sejam atendidas. (CORRÊA, 2011)

4. POLÍTICA DE ESTOQUES

Estoque pode ser definido como os recursos materiais (componentes, produtos acabados, não importando o que seja) que são acumulados em um sistema onde ocorram transformações com estes recursos.

De acordo com pesquisa realizada pelo ILOS (Instituto de Logística e *Supply Chain*), dos custos logísticos das empresas, os estoques são responsáveis por 26% do total, ficando atrás somente dos gastos com transporte. (WANKE, 2010)

Os estoques são divididos entre quatro tipos: estoque de proteção ou de segurança – é a quantidade de estoque necessária para quantificar a incerteza da previsão; estoque de ciclo – o estoque nesse modelo é dependente do ponto de reposição, o ponto de reposição representa a frequência que em que o ciclo de ressuprimento é ativado para manter o nível de estoque necessário à produção; estoque de antecipação – utilizado quando se conhece razoavelmente a demanda futura, produzindo de forma antecipada a quantidade necessária e a estocando para atender a essa demanda; estoque em trânsito – também conhecido como estoque no canal, é o estoque que é alocado gerado a partir do momento da compra do produto, estando este em via de transporte ou armazenado por terceiros. (SLACK, 2008; CORRÊA, 2011)

No gerenciamento de estoque, as decisões com maior importância são: quanto pedir, quando pedir, qual será o valor do estoque de segurança, como classificar os estoques e como controlar o sistema. Para organizar essas decisões de forma mais estruturada, a utilização de um mapa de estoques é altamente recomendada. (WANKE, 2010)

Para compor o mapa de estoques, o foco deverá ser os itens mais rentáveis para a empresa. Uma das principais ferramentas para a identificação desses itens é a metodologia da Análise de Pareto, com a classificação ABC dos produtos. Na maior parte dos casos, pode-se constatar que 20% dos itens são responsáveis por 80% da lucratividade, justificando dessa forma um controle diferenciado para os itens que compõem os 20%.

Com o a mapa de estoques e as demandas classificadas, pode-se visualizar e estabelecer políticas de controle de estoque adequadas a cada item. (WANKE, 2010)

4.1 GESTÃO DE ESTOQUES DE ITENS DE DEMANDA DEPENDENTE

Para mensurar a demanda de itens dependentes, é necessário ter em mente que os valores são determinados por outros itens de demanda independente. Exemplo são componentes (itens filhos) de um produto acabado (item pai).

4.2 ESTOQUES DE SEGURANÇA

Em relação à demanda, o fato é que em situações reais ela não é constante na maior parte dos casos. Existe uma variação de acordo com a média da demanda. Para que o planejamento esteja preparado para um aumento da demanda, ou seja, uma variação maior do que a média dos valores anteriores deve ser criado um estoque de segurança proporcional ao nível da

incerteza das variações, sendo necessário para isso o conhecimento das características das variações passadas da demanda em torno da média.

A criação de um estoque de segurança está diretamente relacionada ao nível de serviço (atendimento) pretendido a se obter com o cliente. Considerando essa afirmação, foi convencionada a utilização de valores relacionados ao percentual de nível de serviço que se deseja. O valor do fator de serviço correspondente ao nível de serviço desejado, conforme tabela 1, deverá ser utilizado na formulação dos cálculos do estoque de segurança.

Tabela 1: Fatores de segurança

Nível de serviço	Fator de serviço
50%	0
60%	0,254
70%	0,525
80%	0,842
85%	1,037
90%	1,282
95%	1,645
96%	1,751
97%	1,880
98%	2,055
99%	2,325
99,9%	3,100
99,99%	3,620

Aplicando a metodologia do estoque de segurança para a questão de componentes importados, existe a opção de cálculo em que são consideradas incertezas tanto na demanda como no *lead time*. Para este caso é seguida a seguinte formulação, considerando o desvio padrão da demanda distribuído durante um *lead time* distribuído de maneira normal:

$$\sigma_{\text{demanda durante o LT}} = \sqrt{D^2 \times \sigma_{LT}^2 + LT \times \sigma_D^2}$$

Onde

σ_D = desvio-padrão dos desvios da demanda em relação à previsão

σ_{LT} = desvio-padrão do *lead time*

$\sigma_{\text{demanda durante o LT}}$ = desvio-padrão da demanda durante o período do *lead time*.

Nesse modelo, o cálculo do estoque de segurança fica representado por:

$$E_{\text{seg}} = FS \times \sigma_{\text{demanda durante o LT}}$$

Onde

D = demanda média por semana

LT = *lead time* médio

FS = fator de segurança

Enquanto que o ponto de ressuprimento pode ser calculado como:

$$PR = D \times LT + E_{seg}$$

5. CLASSIFICAÇÃO ABC NA GESTÃO DE ESTOQUE

A classificação ABC ou 80-20 é baseada no teorema do economista Vilfredo Pareto, na Itália, no século XIX, num estudo sobre a renda e riqueza, ele observou uma pequena parcela da população, 20%, que concentrava a maior parte da riqueza, 80%. (PINTO, 2002).

A classificação é uma ferramenta gerencial que permite a análise do nível de importância dos itens presentes no estoque da empresa. Pode ser analisado sob diversos aspectos como itens com maior ou menor giro e relacionando-os com o custo de obtenção.

O emprego utilizado com maior frequência da classificação ABC é ordenar os itens do estoque conforme importância relativa, ordenando os itens de forma decrescente, para reagrupá-los em três conjuntos denominados A, B e C. A classificação é feita ordenando os valores com base em percentuais acumulados.

6. PREVISÃO DE VENDAS

6.1 Previsão de vendas de curto prazo

Para a previsão de vendas em um curto período de tempo, utiliza-se a hipótese de que o futuro seja uma continuação do passado recente, com as mesmas tendências ou declínios. A técnica para prever a demanda dessa forma é chamada de projeção e utiliza os chamados modelos temporais. (CORRÊA, 2011)

Para que uma modelagem temporal matemática seja possível, primeiramente é necessário analisar os dados históricos para escolher uma hipótese de comportamento. Existem quatro hipóteses básicas que podem ser abordadas: hipótese de permanência – em que se verifica que as vendas possuem um estado uniforme, sem variações; hipótese sazonal com permanência – em que é verificada uma sazonalidade nos dados que pode ser identificada e justificada, mas não há tendência de aumento ou decréscimo na média das vendas; hipótese de trajetória – em que se verifica a tendência de aumento ou decréscimo mas não há sazonalidade; hipótese sazonal com trajetória – a sazonalidade pode ser verificada e justificada em conjunto com uma tendência de aumento a determinada taxa uniforme.

Com a hipótese de comportamento selecionada, escolhe-se o modelo adequado. Os mais utilizados para previsão de curto prazo são os de média móvel e os de suavizamento exponencial. (CORRÊA, 2011)

6.1.1 Média móvel

Nesse modelo assumi-se que as variações das vendas reais são distribuídas de forma aleatória e com a utilização da média elas são suavizadas, assumindo que a melhor previsão de vendas em um período (P) é a média dos últimos N valores das vendas passadas. Abaixo a representação da equação: (CORRÊA, 2011)

$$P_t = \frac{V_{t-1} + V_{t-2} + V_{t-3} + \dots + V_{t-n}}{N}$$

6.1.2 Média móvel ponderada

É uma variação da média móvel, onde se pode alocar um peso maior para os valores de vendas mais recentes. O modelo assume que os dados mais recentes são mais relevantes para as previsões. (CORRÊA, 2011)

6.1.3 Suavizamento exponencial

Semelhante a média móvel ponderada, porém com coeficientes de ponderação que decrescem exponencialmente em todos os valores históricos. O modelo básico é explicado pela seguinte equação:

$$S_t = \alpha \times V_t + (1 - \alpha) \times S_{t-1}$$
$$P_t = S_{t-1}$$

Onde:

S = Valor da BASE calculado no instante t

a = Constante de suavizamento

V = Valor das vendas reais no período t

P = Previsão das vendas para o período t

(CORRÊA, 2011)

7. S&OP

S&OP é o planejamento executado de forma formal e sistêmica pelo resultado da integração das estratégias de marketing, manufatura, finanças e P&D, esse planejamento está diretamente relacionado com a gestão da demanda por consistir na elaboração de um plano de vendas de longo prazo abrangendo família de produtos onde são considerados os recursos disponíveis para produção. (CORRÊA, 2011)

8. MÉTODO

Conforme atual escassez de dados decorrente da pouca aplicação teórica no conjunto de decisões de previsão de demanda e bases históricas de previsões anteriores será desenvolvido um cenário teórico, porém de acordo com a realidade da situação vivida hoje pela empresa.

Para compor o cenário, será pesquisada a metodologia atual e dados reais de datas e possíveis variações sazonais da demanda.

Serão considerados e valorizados cinco *part numbers* de componentes “filhos” sendo estes distribuídos entre onze *part numbers* “pais” de acordo com listagem de *bill of materials*. Caso os dados da empresa estivessem acessíveis, seriam escolhidos esses possíveis onze *part numbers* pais de acordo com a metodologia de classificação ABC.

Como base de dados para o desenvolvimento dos cálculos de gestão de estoque e previsão, será desenvolvida em planilha eletrônica uma distribuição de histórico de vendas para o ano de 2012.

Será desenvolvida uma previsão de demanda em determinado período com a metodologia utilizada atualmente pela empresa para que os cálculos de gestão de estoque possam ser desenvolvidos.

Com base no histórico de vendas criado para o ano de 2012, serão desenvolvidos dois cenários distintos. Um dos cenários com base na metodologia atual de média móvel para o

período de três meses e outro cenário utilizando os resultados obtidos com os cálculos de gestão de estoque e utilização do método de suavização exponencial para a previsão.

Como resultados serão comparados entre os dois cenários os volumes valorizados de estoque gerados e o número de vendas perdidas durante o período de um ano. Ao final da comparação será possível discernir qual método apresenta mais vantagens para a empresa com o cenário proposto.

Resumo das etapas:

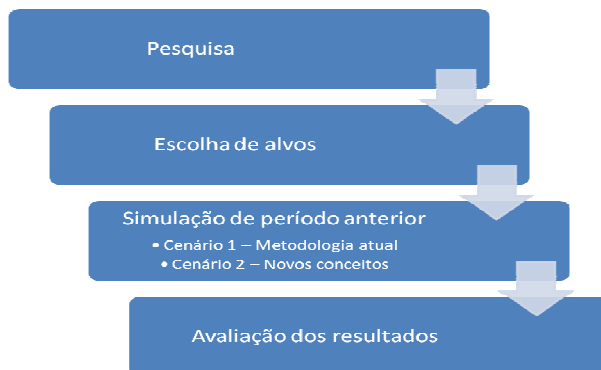


Figura 2: Representação das etapas para desenvolvimento do estudo.

- Pesquisa metodologia e situação atual da empresa;
- Escolha de componentes como alvo do estudo;
- Simulação de histórico de vendas de período anterior;
- Cenário 1 - metodologia de previsão atual para cenário futuro;
- Cenário 2 - aplicação dos conceitos estudados para propor nova metodologia; e
- Comparação e avaliação de resultados.

9. APLICAÇÃO

Utilizando como base do estudo um cenário atual vivenciado pela empresa ITM Latin America, multinacional de médio porte pertencente ao grupo Titan International com aproximadamente 240 funcionários. A empresa é a principal fabricante nacional de peças de reposição para tratores. Localizada na cidade de Atibaia-SP.

A ITM é a atual líder de mercado nacional no segmento de material rodante e de reposição para máquinas dos setores agrícola, de construção e mineração. A tecnologia de fabricação nacional e as certificações internacionais atraem as principais montadoras desses setores por atender a requisitos de qualidade e exigências de consumo de material nacional para benefícios fiscais. Dessa forma na atual situação da empresa, o seu principal foco passa a ser a produção de forma a não mais priorizar o mercado *aftermarket* nacional e mudar seu foco para o mercado OEM.

A mudança de foco para OEM não afeta somente o faturamento da empresa, mas diretamente os processos internos de produção, controle e planejamento, pois passam a existir exigências que até então não eram controladas. O tempo de produção e disponibilidade de material acabado para entrega passam a ser fundamentais para o atendimento a esses novos clientes.

Com mudanças internas na administração do grupo e o acelerado crescimento no último ano de 2.012 com perspectiva de crescimento ainda maior para 2.013 a ITM passa por um momento em que é preciso cada vez mais especializar suas técnicas de planejamento, produção e controle da produção. Com o objetivo de obter melhores resultados em níveis produtivos e de controle de estoque se faz necessária a aplicação de teorias já consolidadas e com aplicabilidade prática.

No cenário estudado, são produzidas peças de reposição para o mercado com em que são utilizados componentes importados de origem italiana. Esses componentes contribuem expressivamente para o nível de estoque da empresa, tanto fisicamente quanto em valor, devido à grande quantidade necessária mensalmente para a produção.

Atualmente não são levadas em consideração técnicas de previsão de demanda apuradas para material importado, que consideram a incerteza maior tanto na demanda quanto no lead-time. A decisão de compra é feita com base na experiência e informações próprias do planejador, componente por componente. Existe hoje uma metodologia de previsão de demanda baseada na média histórica móvel, porém pôde ser verificado que esta é considerada como defasada e sendo utilizada somente como base para a heurística do planejador.

Com base na metodologia corrente para compra de componentes, há um número cada vez maior de estoque irregular (não planejado) sendo formado. A capacidade de armazenagem está acima do limite. O valor do nível de estoque de componentes está longe de ser o esperado pelos executivos da empresa, pois mesmo nesse cenário faltam componentes para a montagem dos produtos finais. São necessárias coberturas nacionais ou produção interna como alternativas que possuem valor elevado em relação aos componentes importados.

10. DESENVOLVIMENTO PRÁTICO DOS CONCEITOS

10.1. Escolha de alvo

Para o desenvolvimento dos cálculos e conceitos são levantados dados reais do *lead-time* de produção do fornecedor, *transit time*, tempo aproximado de nacionalização para compor o lead-time total até a chegada na empresa. Esse total para fins de cálculo é apresentado como o total em dias calendário e como total representado em meses conforme descrito no anexo 1.

Para um cenário ideal de estudo, seriam necessários dados de previsões de demanda anteriores para comparação com o histórico de vendas mensais, porém esses dados não são controlados e, portanto é necessária a utilização de dados aproximados para o desenvolvimento do estudo.

As tabelas 1, 2 e 3 do anexo 1 apresentam os dados à respeito dos componentes e sua demanda de utilização nos itens “pai” de acordo com *Bill of materials*. Para o histórico de vendas (tabela 4) É estimada uma distribuição de vendas para o ano de 2.012. Essa distribuição é feita seguindo a atribuição de valores aleatórios entre 500 e 900 para os meses entre janeiro e maio; 700 e 1.000 entre os meses de junho a agosto; e 800 e 1.100 para os meses entre setembro e dezembro. Esses valores foram obtidos de acordo com variação aproximada durante o ano da família de itens estudada.

Para obtenção dos dados de desvio padrão do volume produzido em relação à demanda comercializada é aplicada a metodologia de previsão atual baseada em média histórica móvel

para o período de três meses. Essa previsão é desenvolvida para o período entre julho a agosto de 2012 e é utilizado como base de obtenção dos dados do período entre janeiro a junho de 2012, conforme representado na tabela 5.

Para o desenvolvimento dos cálculos de gestão de estoque: desvio da demanda, estoque de segurança e ponto de ressuprimento é desenvolvido na tabela 6 o desvio padrão da demanda prevista na tabela 5 com os dados utilizados como demanda real apresentados na tabela 4. Como resultados são obtidos os valores de desvio padrão para os onze *part numbers* estudados como itens “pai” nesse caso.

O desvio padrão do *lead-time* é obtido de acordo com seis amostras mensais entre o período de julho a dezembro de 2012 onde são apresentados dados de *lead-time* total considerando desde a emissão do pedido de compra até a chegada do material à empresa. O resultado do desvio padrão é então convertido para um valor em meses com fim de utilização em base de cálculo (tabela 7).

Conforme avaliação do comportamento do modelo nos dois cenários desenvolvidos e considerando que um dos objetivos desse estudo é a redução do nível de estoque, foi considerado o nível de serviço de 90% o qual é utilizado como base para o desenvolvimento do estoque de segurança demonstrado na tabela 9. Ainda levando em consideração a questão de níveis de estoque, para o cenário proposto será utilizado 50% do valor sugerido de estoque de segurança para fins de implementação do projeto.

A previsão de demanda baseada no suavizamento exponencial é representada na tabela 10, onde os valores representados como demandas reais são gerados de forma aleatória seguindo os mesmos parâmetros que foram utilizados na distribuição da demanda do ano de 2012 utilizado na tabela 4. A previsão do mês subsequente é desenvolvida aplicando a fórmula do suavizamento para o período de 12 meses, compreendendo o mês corrente e os 11 anteriores. O método de suavizamento nos permite adequar uma constante entre os valores de 0 e 1 para valorizar o peso das demandas anteriores. Conforme variação anual já conhecida com maior demanda no último semestre e uma menor demanda no primeiro semestre é possível distribuir a constante de suavizamento. Os valores variam entre 0,20 entre os meses de janeiro a abril, com gradativo aumento em maio (0,30), junho (0,40) e a partir de julho até dezembro utilizando o valor de 0,45.

A previsão baseada na metodologia atual está representada pela tabela 11. Foi desenvolvida a previsão para o período de um ano com base na média móvel em períodos de 3 meses.

É recomendada a reunião entre representantes do departamento comercial e de logística (S&OP) para discussão dos números apresentados como sugestões de previsão da demanda para os meses subsequentes.

10.2. Simulação

Como forma de exemplificar o desenvolvimento das fórmulas utilizadas, abaixo descrevo em detalhes o item A0B1 ao longo do estudo realizado.

De início é necessário valorizar o item pai (A0B1), seu componente estudado (B1) e definir a quantidade de componentes utilizados:

Tabela 1 - Componentes (itens "filho")

Part number	Valor Unit.
B1	€ 13,00

Tabela 2 - Produtos acabados (itens "pai")

Part number	Valor Unit.
A0B1	€ 296,00

Tabela 3 - Bill of Materials - Itens "Pai"

Part number	Qtd. B1	Qtd
A0B1	2	

Figura 3: Representação das tabelas de valores e *Bill of materials* do anexo 1.

Em seguida foi feito um histórico de vendas com valores aleatórios próximos a realidade de mercado da empresa:

Tabela 4 - Histórico Vendas - Itens "Pai" - 2012

Part number	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
A0B1	803	630	892	711	569	885
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	822	944	808	812	1041	941

Figura 4: Representação do histórico de vendas do anexo 1.

Para o cálculo de desvio da demanda, necessário para chegar ao estoque de segurança, foi simulada a previsão de vendas para um determinado período, considerando como base de cálculos o histórico de vendas do período imediatamente anterior:

	A	B	C	D	E	F	G
46	A0B5	-	-	-	-	2	
47							
48	Tabela 4 - Histórico Vendas - Itens "Pai" - 2012						
49	Part number	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
50	A0B1	803	630	892	711	569	885
51	A1B1	702	765	715	772	563	881

Figura 5: Representação da média móvel calculada no anexo 1.

62	Tabela 5 - Previsão de Vendas período Jul - Dez 20			
63	Part number	Jul	Ago	S
64	A0B1	=SOMA(E50:G50)/3		
65	A1B1	730	798	

Figura 6: Representação da fórmula em planilha eletrônica utilizada para o cálculo da média móvel.

Tabela 6 - Cálculo Desvio padrão da demanda em relação à demanda prevista (produção) x vendas efetivas no período entre Jul - D

Part number	Jul	Desvio	² des.	Ago	Desvio	² des.	Set	Desvio	² des.	Out	
A0B1	722	-100	10067	759	-185	34348	884	76	5725	858	
	Desvio	² des.	Nov	Desvio	² des.	Dez	Desvio	² des.	Soma ² desv.	Variância	Desvio pad.
46	2116	855	-186	34720	887	-54	2916	89893	17979	134	

Figura 7: Representação das tabelas utilizadas no anexo 1 para cálculo do desvio padrão da demanda.

Com os dados da previsão de demanda calculados com a metodologia atual de média móvel e com os dados considerados como reais no histórico de vendas, é possível medir o desvio, calcular seus quadrados e proceder com o cálculo da variância e do desvio padrão:

Após encontrar o desvio padrão da demanda, é necessário verificar por amostragem o *lead-time* médio e os *lead-times* ocorridos para assim também encontrar o desvio padrão do *lead-time*:

Tabela 7 - Variação Lead-time total entre os meses de Jul - Dez 2012 como referência histórica

Mês/Ocorrências	1	Desvio	^2 des.	2	Desvio	^2 des.	3	Desvio	^2 des.
Julho	74	-12,000	144	87	1,000	1	83	-3,000	9
Agosto	81	-5,000	25	90	4,000	16	84	-2,000	4
Setembro	72	-14,000	196	92	6,000	36	76	-10,000	100
Outubro	75	-11,000	121	76	-10,000	100	79	-7,000	49
Novembro	86	0,000	0	79	-7,000	49	84	-2,000	4
Dezembro	83	-3,000	9	88	2,000	4	89	3,000	9
TOTAL	471	-45	495	512	-4	206	495	-21	175

Figura 8: Representação do cálculo do desvio padrão do *lead-time* utilizado no anexo 1.

Soma quadrados dos desvios	1647
Variância	45,75
Desvio padrão lead-time	6,76 (dias)
Desvio padrão lead-time	0,23 (meses)

Figura 9: Resultados obtidos para o desvio padrão do *lead-time* conforme anexo 1.

Em seguida é necessário definir o nível de fator de segurança para atendimento de entregas aos clientes, nesse caso foi definido o fator 90%:

Nível de serviço	Fator de serviço
50%	0
60%	0,254
70%	0,525
80%	0,842
85%	1,037
90%	1,282
95%	1,645
96%	1,751
97%	1,88
98%	2,055
99%	2,325
99,90%	3,1
99,99%	3,62

Figura 10: Representação da tabela utilizada no anexo 1 para os fatores de segurança com a seleção utilizada de 90%.

A partir dos valores de desvio padrão da demanda, desvio do *lead-time* e definição do valor para o fator de segurança e utilizando a média do período de 12 meses da demanda, foi

possível calcular o desvio da demanda durante o *lead-time*, o estoque de segurança e o ponto de re-suprimento sugerido:

Tabela 9 - Cálculos de gestão de estoque

Part number	Demanda	Desv. Demanda durante lead-time	Estoque de segurança	Ponto de ressuprimento
A0B1	822	293	376	2731

Figura 11: Representação conforme anexo 1 dos cálculos de gestão de estoque.

Com os cálculos de gestão de estoque concluídos, passou-se a previsão de demanda em si, desenvolvendo dois cenários distintos, um com a utilização do método de suavizamento exponencial e outro com o conceito atual de média móvel.

Para o cálculo do suavizamento é definida uma constante de suavizamento com os valores entre 0 e 1 onde quanto mais próximo de 1, menor é a importância das previsões mais antigas:

Tabela 10 - Previsão Vendas período Jan - Dez 2013 utilizando suavizamento exponencial

Const. Suavizam.	0,20		0,20		0,20		0,20	
Part number/ Mês	Jan		Fev		Mar		Abr	
	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real
A0B1	818	783	800	566	745	754	734	835

Figura 12: Representação do anexo 1 para o cálculo do suavizamento exponencial.

O desenvolvimento do cálculo da fórmula do suavizamento é feito multiplicando a constante de suavizamento pelo número de vendas reais do mês anterior, somando ao número da constante de suavizamento novamente e a multiplicando por um menos a constante. No caso desenvolvido neste estudo, foi utilizado o período de doze meses anteriores, dessa forma a fórmula é repetida deixando a constante multiplicada de forma exponencial conforme exemplo:

128	Tabela 10 - Previsão Vendas período Jan - Dez 2013 utilizando suavizamento exponencial							
129	Const. Suavizam.	0,20		0,20		0,20		0
130	Part number/ Mês	Jan		Fev		Mar		A
131		Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto
132	A0B1	$=\$B\$129 * M50 + \$B\$129 * (1 - \$B\$129) * L50 + \$B\$129 * (1 - \$B\$129)^2 * K50 + \$B\$129 * (1 - \$B\$129)^9 * D50 + \$B\$129 * (1 - \$B\$129)^{10} * C50 + \$B\$129 * (1 - \$B\$129)^{11} * A50$						
133	A1B1							
134	A2B1	801	894	811	665	773	822	771
135	A0B2	857	635	799	789	786	877	784

Figura 13: Exemplificação do cálculo em planilha eletrônica do anexo 1 para o suavizamento exponencial.

Em seguida, no segundo cenário foi desenvolvida a previsão para o mesmo período, porém utilizando a média móvel:

Tabela 11 - Previsão Vendas período Jan - Dez 2013 utilizando metodologia atual

Part number/ Mês	Jan		Fev		Mar		Abr	
	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real
A0B1	931	783	922	566	763	754	701	835

Figura 14: Representação dos resultados para a previsão do item A0B1 conforme metodologia atual no anexo 1.

O valor foi obtido somando-se os dados de vendas reais dos últimos três meses e dividindo o valor por três:

Tabela 11 - Previsão Vendas período Jan - Dez 2013 utilizando metodologia atual								
Part number/ Mês	Jan		Fev		Mar		Pr	
	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real
A0B1	=SOMA(K50:M50)/3		922	566	763	754		
A1B1	937	830	850	575	737	880		
A2B1	910	801	885	665	830	877		

Figura 15: Representação do cálculo no anexo 1 para a previsão de vendas com a metodologia atual.

Após obter os dados das previsões com os dois cenários, é possível comparar o volume de vendas perdidas considerando a previsão e o real. A principal diferença em relação aos dois cenários, é que ao computar as perdas para o cenário com o suavizamento exponencial, é considerado também um valor para o estoque de segurança, a perda só é considerada quando o volume de vendas supera também o estoque de segurança:

Tabela 12 - Metodologia Suavizamento exponencial																	
Part number	Valor Unit.	Vendas perdidas														Total Vendas Perdidas	
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez				
A0B1	€ 296,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-197	0	0	€ 58.409,62
A1B1	€ 314,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	€

Tabela 13 - Metodologia atual																	
Part number	Valor Unit.	Vendas perdidas														Total Vendas Perdidas	
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez				
A0B1	€ 296,00	0	0	0	-134	-119	-182	-63	0	-110	-212	-59	0	0	0	0	€ 260.381,33
A1B1	€ 314,00	0	0	-143	-38	0	-33	-75	0	-135	-84	-144	0	0	0	0	€ 770.951,33

Figura 16: Representação conforme anexo 1 das vendas perdidas do item A0B1 para o cenário com a metodologia atual e para o cenário utilizando-se o suavizamento exponencial. Com o valor das vendas perdidas concluído, seguiu-se para os cálculos do estoque gerado. Nesse caso, para o cenário proposto é computado o custo do estoque de segurança:

Metodologia Suavizamento exponencial																	
Tabela 14 - Estoque de componentes não previsto																	
Part number	Valor Unit.	Estoque														Total	
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez				
B1	€ 13,00	297	0	666	414	117	623	648	348	1014	832	638	344	0	0	0	€ 77.225,40
A1B1	€ 314,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	€ 112.889,87

Figura 17: Representação conforme anexo 1 para o estoque do item B1.

Tabela 15 - Estoque de Segurança			
Part number	Valor Unit.	Quantidade	Valor total
A0B1	€ 296,00	188	€ 55.591,04
A1B1	€ 314,00	207	€ 65.140,40

Figura 18: Representação conforme anexo 1 da quantidade e valor gerado para o estoque de segurança do item A0B1.

226	Metodologia atual														
227															
228	Tabela 16 - Estoque de componentes não previsto														
229	Part number	Valor Unit.	Estoque												Total Estoque
230			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
231	B1	€ 13,00	0	0	573	430	237	698	723	428	761	830	764	365	€ 75.530,00

Figura 19: Representação conforme anexo 1 das quantidades valorizadas dos estoques de componentes não previstos com cenário utilizando a metodologia atual para previsão.

10.3. Avaliação

E finalmente, os resultados são obtidos com a soma do estoque de segurança, estoque de componentes e vendas perdidas nos dois cenários. Dessa forma é possível visualizar a diferença de valor entre os dois cenários e a possível economia com os dados propostos:

Para o valor dos estoques foi considerado o valor dos estoques gerados de produtos acabados (para o caso do estoque de segurança da metodologia proposta) e a valorização do estoque de componentes excedente, tanto para a metodologia atual quanto para a proposta. As vendas perdidas foram calculadas tomando como base o valor de venda dos itens acabados proporcionalmente a diferença entre a demanda ocorrida e a esperada.

238	Tabela 17 - Resultados			
239	Ano 2013	Metodologia Atual	Metodologia Proposta	Valor Economia
240	Estoque componentes	€ 369.222,67	€ 343.112,95	€ 26.109,72
241	Estoque de Segurança	€ -	€ 667.399,68	-€ 667.399,68
242	Vendas perdidas	€ 2.532.183,67	€ 482.296,32	€ 2.049.887,35
243	TOTAL			€ 1.408.597,39

Figura 20: Representação dos resultados valorizados obtidos conforme anexo 1.

11. RESULTADOS

Com o desenvolvimento das previsões para o período de um ano utilizando tanto a metodologia atual quanto a metodologia proposta com a utilização do suavizamento exponencial, pode-se comparar os resultados obtidos em níveis de estoque e vendas que deixaram de ser atendidas.

Para a comparação das vendas perdidas, foram considerados os volumes mensais em que os desvios entre a demanda prevista e as vendas realizadas foram negativos, conforme representados pelas tabelas 12 e 13 do anexo 1. O estoque de segurança foi levado em consideração para a tabela 12, sendo que os valores negativos só são representados quando esse valor também ultrapassa o estoque de segurança proposto para cada item.

Os níveis de estoque são apurados considerando a valorização dos componentes armazenados que em sua previsão excederam o valor real comercializado, representados nas tabelas 14 e 16. Para o cenário proposto são adicionados os valores representados na tabela 15 relativos ao estoque de segurança mantido.

Os níveis de estoque no novo modelo agora possuem um valor constante e controlável de acordo com variações verificadas ao longo do ano. Com a medição mais precisa foi possível uma redução no valor de estoque de componentes. Na metodologia atual há um grande número de vendas perdidas, representando o valor relativo aproximadamente 2.5 milhões de euros. Esse valor seria reduzido com a produção interna de componentes ou coberturas com fornecedores atuais, porém serão valores de produção com desvios. Mantendo o estoque de segurança proposto tanto as perdas como a necessidade de produção interna utilizando a capacidade da fábrica quanto as compras no mercado nacional a valores superiores seriam fortemente minimizadas e representariam uma economia relativa de aproximadamente 2 milhões de euros no cenário proposto.

Como resultado final na comparação, o conjunto da utilização do estoque de segurança dos produtos acabados com a utilização do suavizamento exponencial como método de previsão da demanda foram responsáveis por um valor relativo de economia de aproximadamente 1.4 milhões de euros para o cenário proposto.

11.1 CÁLCULO DE VENDAS PERDIDAS

Para as vendas perdidas, foram considerados os volumes de demanda apurados durante os meses versus a disponibilidade de materiais para atendê-los. No cenário com a metodologia atual, onde não há estoque de segurança, qualquer variação superior a previsão de demanda utilizada para a compra de componentes foi considerada com venda perdida. Em relação ao cenário com os cálculos de gestão de estoque e previsão por suavizamento exponencial, a venda perdida foi considerada quando os valores da demanda ultrapassaram seus respectivos estoques de segurança.

Como premissa não foi considerada variação cambial em ambos cenários, bem como também não foram consideradas outras ações não previstas nos assuntos abordados por este artigo para minimizar as perdas de vendas.

12. CONCLUSÕES

Ao desenvolver a pesquisa e aplicar novos conceitos em uma situação com um problema real, surgem as dificuldades que só podem ser vislumbradas após a aplicação prática.

Não existe hoje na empresa uma política de gerenciamento de estoque bem definida para os itens importados, assim como um descontrole no estoque “informal” gerado pelo método de compras corrente.

Em alguns casos o erro na previsão da demanda, de certa forma já faz parte da cultura da empresa sendo um fato aceitável e desconsiderado. Dessa forma uma ferramenta que pode ajudar a gestão da empresa acaba por ser ignorada e substituída por métodos inexatos e sem base teórica, a previsão individual de cada planejador sem apoio de ferramentas específicas para esse fim. A experiência individual da pessoa que planeja o ressurgimento dos componentes com certeza é algo positivo para a minimização do erro, porém, a escolha das quantidades deve possuir suporte de um sistema de previsão e gestão que leve em consideração variáveis impossíveis de serem consideradas com precisão para centenas de itens por uma pessoa.

A falta de importância dada para a previsão da demanda também gera um fato que dificulta a realização de um estudo como o desenvolvido neste artigo. Os dados de previsões anteriores não estavam disponíveis, visto que esse número é ignorado. Por este motivo foi desenvolvido um cenário controlado com especificações semelhantes às encontradas no mercado de atuação da ITM.

Ao aplicar os conceitos estudados de gestão de estoque e métodos de previsão, embora à primeira vista possam parecer complicados, pode-se entendê-los melhor por meio da aplicação prática. Ao aplicar as fórmulas estudadas e buscar as informações de como as desenvolve dentro da empresa, além dos resultados numéricos, a pessoa que desenvolve o estudo consegue um resultado ainda maior no seu entendimento de como a demanda e a gestão do estoque funcionam na realidade e quais são seus principais intervenientes. Dessa forma outras oportunidades de melhoria podem surgir e melhores opções podem ser desenvolvidas e apresentadas.

Para as pessoas que passam por situação semelhante à dos problemas apresentados neste artigo, recomendo que pesquisem os intervenientes que estão diretamente relacionados com o problema (dados de previsões anteriores x vendas realizadas, lead-time, performance do fornecedor, etc.) e desenvolvam os conceitos aplicáveis à situação, propondo uma oportunidade de melhoria. Essa proposta deverá ser comparada com o cenário atual e apresentada uma economia valorizada para que o responsável da área na empresa possa decidir por aplicar ou não a proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, Henrique Luiz, Gianesi, Irineu Gustavo N., Caon, Mauro. *Planejamento, programação e controle da produção*. 5 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

SLACK, Nigel, Chambers, Stuart, Johnston, Robert. *Administração da produção*. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

PINTO, C. V. *Organização e Gestão da Manutenção*. 2. ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. *Gestão Estratégica da Armazenagem*. 2. ed. Editora Aduaneiras, 2011.

WANKE, Peter, Andries, Marina. *Mapas de estoque aplicados à gestão de peças de reposição*, Artigo, Instituto de Logística e Supply Chain, 2010.

ANEXO 1 - Simulação dos cenários

Dados

Exportador	Fornecedor italiano
Lead time produção	40 dias úteis
Transit time	20 dias calendário
Nacionalização	10 dias calendário
Lead time total	86 dias calendário
Lead time total	2,867 (meses)

Tabela 1 - Componentes (itens "filho")

Part number	Valor Unit.
B1	€ 13,00
B2	€ 18,00
B3	€ 15,00
B4	€ 17,00
B5	€ 19,00

Metologia atual de previsão de demanda:

Projeção da Demanda:

Fórmula: $(m-1 + m + m+1) / 3$

Obs.: Para "m+1" considera-se a quantidade em carteira para o mês subsequente ao corrente

Tabela 2 - Produtos acabados (itens "pai")

Part number	Valor Unit.
A0B1	€ 296,00
A1B1	€ 314,00
A2B1	€ 328,00
A0B2	€ 252,00
A1B2	€ 294,00
A0B3	€ 322,00
A1B3	€ 312,00
A2B3	€ 333,00
A0B4	€ 251,00
A1B4	€ 318,00
A0B5	€ 304,00

Tabela 3 -Bill of Materials - Itens "Pai"

Part number	Qtd. B1	Qtd. B2	Qtd. B3	Qtd. B4	Qtd. B5
A0B1	2	-	-	-	-
A1B1	4	-	-	-	-
A2B1	2	-	-	-	-
A0B2	-	2	-	-	-
A1B2	-	6	-	-	-
A0B3	-	-	2	-	-
A1B3	-	-	2	-	-
A2B3	-	-	4	-	-
A0B4	-	-	-	2	-
A1B4	-	-	-	2	-
A0B5	-	-	-	-	2

Tabela 4 - Histórico Vendas - Itens "Pai" - 2012

Part number	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A0B1	803	630	892	711	569	885	822	944	808	812	1041	941
A1B1	702	765	715	772	563	881	951	819	803	1091	915	805
A2B1	654	637	847	523	586	822	704	926	1007	969	831	931
A0B2	716	672	673	843	508	727	841	909	1036	880	1065	1005
A1B2	673	847	548	745	552	943	808	796	810	1026	1066	1057
A0B3	650	898	562	623	686	750	960	794	1000	1016	852	859
A1B3	872	697	892	558	656	808	921	767	830	966	872	805
A2B3	885	728	880	831	715	771	722	777	1040	920	992	807
A0B4	698	709	690	747	554	912	942	763	835	902	923	906
A1B4	674	742	893	540	534	945	998	808	837	1057	935	929
A0B5	795	885	575	758	696	768	703	944	984	1040	1069	910

Tabela 5 - Previsão de Vendas período Jul - Dez 2012 com metodologia atual utilizando os meses de Jan - Jun 2012 como referência histórica

Part number	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A0B1	722	759	884	858	855	887
A1B1	739	798	884	858	904	936
A2B1	644	704	817	879	967	936
A0B2	693	692	826	929	942	994
A1B2	747	768	849	805	877	967
A0B3	686	799	835	918	937	956
A1B3	674	795	832	839	854	889
A2B3	772	736	757	846	912	984
A0B4	738	803	872	847	833	887
A1B4	673	826	917	881	901	943
A0B5	741	722	805	877	989	1031
TOTAL	7827	8401	9277	9536	9972	10410

Metodologia Proposta - Desenvolvimento

Tabela 6 - Cálculo Desvio padrão da demanda em relação à demanda prevista (produção) x vendas efetivas no período entre Jul - Dez 2012 de acordo com a metodologia atual

Part number	Jul	Desvio	^2 des.	Ago	Desvio	^2 des.	Set	Desvio	^2 des.	Out	Desvio	^2 des.	Nov	Desvio	^2 des.	Dez	Desvio	^2 des.	Soma ^2 desv.	Variância	Desvio pad.
AOB1	722	-100	10067	759	-185	34348	884	76	5725	858	46	2116	855	-186	34720	887	-54	2916	89893	17979	134
A1B1	739	-212	45085	798	-21	427	884	81	6507	858	-233	54444	904	-11	114	936	131	17248	123826	24765	157
A2B1	644	-60	3640	704	-222	49284	817	-190	35973	879	-90	8100	967	136	18587	936	5	22	115606	23121	152
AOB2	693	-148	22003	692	-217	47089	826	-210	44240	929	49	2368	942	-123	15211	994	-11	128	131040	26208	162
A1B2	747	-61	3762	768	-28	803	849	39	1521	805	-221	48988	877	-189	35595	967	-90	8040	98709	19742	141
AOB3	686	-274	74893	799	5	22	835	-165	27335	918	-98	9604	937	85	7168	956	97	9409	128432	25686	160
A1B3	674	-247	61009	795	28	784	832	2	4	839	-127	16044	854	-18	312	889	84	7112	85266	17053	131
A2B3	772	50	2533	736	-41	1681	757	-283	80278	846	-74	5427	912	-80	6347	984	177	31329	127595	25519	160
AOB4	738	-204	41752	803	40	1573	872	37	1394	847	-55	3062	833	-90	8040	887	-19	374	56195	11239	106
A1B4	673	-325	105625	826	18	312	917	80	6400	881	-176	30976	901	-34	1179	943	14	196	144688	28938	170
AOB5	741	38	1419	722	-222	49136	805	-179	32041	877	-163	26569	989	-80	6347	1031	121	14641	130153	26031	161
TOTAL	7827	-1545	371789	8401	-846	185460	9277	-713	241419	9536	-1143	207699	9972	-589	133620	10410	455	91416	1231402	246280	496

Tabela 7 - Variação Lead-time total entre os meses de Jul - Dez 2012 como referência histórica

Mês/Ocorrências	1	Desvio	^2 des.	2	Desvio	^2 des.	3	Desvio	^2 des.	4	Desvio	^2 des.	5	Desvio	^2 des.	6	Desvio	^2 des.
Julho	74	-12,000	144	87	1,000	1	83	-3,000	9	76	-10,000	100	81	-5,000	25	80	-6,000	36
Agosto	81	-5,000	25	90	4,000	16	84	-2,000	4	80	-6,000	36	74	-12,000	144	79	-7,000	49
Setembro	72	-14,000	196	92	6,000	36	76	-10,000	100	84	-2,000	4	91	5,000	25	76	-10,000	100
Outubro	75	-11,000	121	76	-10,000	100	79	-7,000	49	75	-11,000	121	84	-2,000	4	84	-2,000	4
Novembro	86	0,000	0	79	-7,000	49	84	-2,000	4	88	2,000	4	77	-9,000	81	80	-6,000	36
Dezembro	83	-3,000	9	88	2,000	4	89	3,000	9	87	1,000	1	86	0,000	0	87	1,000	1
TOTAL	471	-45	495	512	-4	206	495	-21	175	490	-26	266	493	-23	279	486	-30	226

Soma quadrados dos desvios 1647
 Variância 45,75
 Desvio padrão lead-time 6,76 (dias)
Desvio padrão lead-time 0,23 (meses)

Desvio demanda durante o lead-time

$$\sigma_{\text{demanda durante o LT}} = \sqrt{D^2 \times \sigma_{\text{LT}}^2 + \text{LT} \times \sigma_D^2}$$

Estoque de Segurança

$$E_{\text{seg}} = \text{FS} \times \sigma_{\text{demanda durante o LT}}$$

Ponto de ressuprimento

$$\text{PR} = D \times \text{LT} + E_{\text{seg}}$$

Tabela 9 - Cálculos de gestão de estoque

Part number	Demanda	Desv. Demanda durante lead-time	Estoque de segurança	Ponto de ressuprimento
A0B1	822	293	376	2731
A1B1	815	324	415	2752
A2B1	786	313	401	2655
A0B2	823	331	424	2783
A1B2	823	302	387	2745
A0B3	804	326	418	2724
A1B3	804	286	366	2670
A2B3	839	330	423	2828
A0B4	798	254	326	2615
A1B4	824	343	439	2803
A0B5	844	333	427	2846

Nível de serviço	Fator de serviço
50%	0
60%	0,254
70%	0,525
80%	0,842
85%	1,037
90%	1,282
95%	1,645
96%	1,751
97%	1,88
98%	2,055
99%	2,325
99,90%	3,1
99,99%	3,62

Tabela 10 - Previsão Vendas período Jan - Dez 2013 utilizando suavizamento exponencial

Const. Suavizam.	0,20		0,20		0,20		0,20		0,30		0,40		0,45		0,45		0,45		0,45		0,45			
Part number/ Mês	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real
A0B1	818	783	800	566	745	754	734	835	779	837	804	991	889	951	917	709	823	994	900	1097	988	992	990	866
A1B1	802	830	798	575	743	880	761	800	794	728	824	886	820	880	847	775	814	982	889	963	922	1051	980	952
A2B1	801	894	811	665	773	822	771	798	805	672	804	748	745	887	809	983	887	849	869	941	901	959	927	1099
A0B2	852	635	799	780	786	822	784	575	743	722	776	830	765	891	822	835	827	810	819	804	812	909	855	981
A1B2	856	560	788	845	788	534	729	670	716	658	735	915	781	983	871	769	825	1069	935	1083	1001	808	914	976
A0B3	803	764	786	631	743	702	727	721	736	682	762	891	788	827	805	974	881	1018	942	972	955	1005	977	830
A1B3	775	709	750	533	697	537	653	875	718	873	835	828	809	847	826	730	782	840	808	924	860	917	885	877
A2B3	808	538	742	658	715	707	701	803	741	666	767	792	747	842	789	886	833	967	893	950	918	945	930	1078
A0B4	796	813	790	711	764	779	758	516	706	859	803	787	767	926	838	817	828	800	815	1100	943	1028	981	960
A1B4	830	625	779	821	778	571	724	660	712	561	695	845	725	945	824	980	894	1053	965	1050	1003	940	974	1080
A0B5	853	755	823	687	783	565	732	764	742	723	783	731	726	995	847	891	866	827	848	873	859	952	901	976
TOTAL	8995	7906	8666	7472	8314	7673	8074	8017	8192	7981	8588	9244	8561	9974	9194	9349	9260	10209	9684	10757	10163	10506	10314	10675

Tabela 11 - Previsão Vendas período Jan - Dez 2013 utilizando metodologia atual

Part number/ Mês	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		
	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	Previsto	Real	
A0B1	931	783	922	566	763	754	701	835	718	837	809	991	888	951	926	709	884	994	885	1097	933	992	1028	866	
A1B1	937	830	850	575	737	880	762	800	752	728	803	886	805	880	831	775	847	982	879	963	907	1051	999	952	
A2B1	910	894	885	665	830	822	794	798	762	672	764	748	739	887	769	983	873	849	906	941	924	959	916	1099	
A0B2	983	635	902	780	807	822	746	575	726	722	706	830	709	891	814	835	852	810	845	804	816	909	841	981	
A1B2	1050	560	894	845	821	534	646	670	683	658	621	915	748	983	852	769	889	1069	940	1083	974	808	987	976	
A0B3	909	764	825	631	751	702	699	721	764	685	682	702	891	765	827	800	974	897	1018	940	972	988	1005	998	830
A1B3	881	709	795	533	682	537	593	875	648	873	762	828	859	847	849	730	802	840	806	924	831	917	894	877	
A2B3	906	538	779	658	668	707	634	803	723	666	725	792	754	842	767	886	840	967	898	950	934	945	954	1078	
A0B4	910	813	881	711	810	779	768	516	669	859	718	787	721	926	857	817	843	800	848	1100	906	1028	976	960	
A1B4	974	625	830	821	792	571	672	660	684	561	597	845	689	945	784	980	923	1053	993	1050	1028	940	1014	1080	
A0B5	1006	755	911	687	784	565	669	764	672	723	684	731	739	995	816	891	872	827	904	873	864	952	884	976	
TOTAL	10398	7906	9474	7472	8444	7673	7684	8017	7721	7981	7890	9244	8414	9974	9066	9349	9522	10209	9844	10757	10105	10506	10490,67	10675	

Metodologia Suavizamento exponencial

Tabela 14 - Estoque de componentes não previsto

Part number	Valor Unit.	Estoque												Total
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
B1	€ 13,00	297	0	666	414	117	623	648	348	1014	832	638	344	€ 77.225,40
B2	€ 18,00	0	342	72	0	0	1188	1465	27	1464	891	194	625	€ 112.809,87
B3	€ 15,00	0	0	0	851	309	359	537	725	928	521	321	592	€ 77.144,25
B4	€ 17,00	34	83	29	0	305	301	758	313	319	739	170	211	€ 55.452,12
B5	€ 19,00	0	0	0	64	0	0	539	89	0	49	186	151	€ 20.481,30
TOTAL														€ 343.112,95

Tabela 15 - Estoque de Segurança

Part number	Valor Unit.	Quantidade	Valor total
A0B1	€ 296,00	188	€ 55.591,04
A1B1	€ 314,00	207	€ 65.149,49
A2B1	€ 328,00	200	€ 65.723,53
A0B2	€ 252,00	212	€ 53.465,25
A1B2	€ 294,00	193	€ 56.846,09
A0B3	€ 322,00	209	€ 67.360,24
A1B3	€ 312,00	183	€ 57.170,39
A2B3	€ 333,00	212	€ 70.451,45
A0B4	€ 251,00	163	€ 40.900,24
A1B4	€ 318,00	220	€ 69.871,23
A0B5	€ 304,00	213	€ 64.870,73
TOTAL			€ 667.399,68

Metodologia atual

Tabela 16 - Estoque de componentes não previsto

Part number	Valor Unit.	Estoque												Total Estoque
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
B1	€ 13,00	0	0	573	430	237	698	723	428	761	830	764	365	€ 75.530,00
B2	€ 18,00	0	0	31	142	0	2013	1776	41	1080	856	185	280	€ 115.284,00
B3	€ 15,00	0	0	157	1283	449	778	478	825	826	508	248	496	€ 90.730,00
B4	€ 17,00	0	0	0	0	381	633	923	393	259	619	245	131	€ 60.939,33
B5	€ 19,00	0	0	0	190	102	94	511	149	0	0	177	184	€ 26.739,33
TOTAL														€ 369.222,67

Tabela 17 - Resultados

Ano 2013	Metodologia Atual	Metodologia Proposta	Valor Economia
Estoque componentes	€ 369.222,67	€ 343.112,95	€ 26.109,72
Estoque de Segurança	€ -	€ 667.399,68	-€ 667.399,68
Vendas perdidas	€ 2.532.183,67	€ 482.296,32	€ 2.049.887,35
TOTAL			€ 1.408.597,39