



Previsão de vendas e implementação de práticas de gestão e controlo de stock

RUI MIGUEL ALVES DA COSTA

novembro de 2018

PREVISÃO DE VENDAS E IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO E CONTROLO DE STOCK

Rui Miguel Alves da Costa

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



PREVISÃO DE VENDAS E IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO E CONTROLO DE STOCK

Rui Miguel Alves da Costa
1161448

Projeto de estágio apresentado ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação da Professora Maria Teresa Ribeiro

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Professor Doutor Luís Pinto Ferreira
Instituto Politécnico do Porto

Orientador

Professora Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira
Instituto Politécnico do Porto

Arguente

Professora Doutora Isabel Cristina Lopes
Instituto Politécnico do Porto

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer à ALVMAC pela oportunidade de realizar um projeto estimulante e, de um modo especial, ao Engenheiro Ricardo Faria pelo apoio, visitas, informação e formação prestadas ao longo deste ano. Sem este suporte os resultados obtidos não seriam certamente os mesmos. Gostaria ainda de agradecer aos restantes colaboradores da ALVMAC e A.F. Moldes, esperando que deste projeto surta uma melhoria qualitativa no trabalho que irão desenvolver e aperfeiçoar no futuro. Agradeço à Professora Maria Teresa Ribeiro pelo apoio prestado ao nível da elaboração do relatório, pela paciência e amizade que sempre demonstrou. Deixo ainda uma palavra de agradecimento ao Engenheiro José Martins e toda a minha equipa da Hutchinson-Borrachas de Portalegre pela compreensão e auxílio em momentos de ausência. Para terminar, presto homenagem àqueles que me são mais queridos. Aos meus pais, pela educação, pelas inúmeras oportunidades que me facultaram, pelo carinho, pelo apoio emocional em todas as fases da minha vida pessoal, académica e profissional. À minha irmã pelo exemplo de resiliência e sucesso e por fim à minha namorada, por estar sempre presente, pela vontade de crescer, evoluir e saber mais, essencialmente por ter sido o meu pilar.

PALAVRAS CHAVE

Logística; Previsão; Gestão de Stocks; Stock, Stock Segurança;

RESUMO

Em uma altura cada vez mais competitiva para as empresas de diferentes indústrias e sectores, as necessidades de investimento em fatores de diferenciação são críticas para a organização e estabilidade das mesmas. Nunca palavras como eficiência, prazo de entrega, qualidade e capacidade produtiva tiveram tanto peso para a continuidade de uma empresa no segmento de trabalho em que se insere. Temas como planeamento e escalonamento da produção começam a tornar-se fatores chave para a rentabilidade e posição estratégica da empresa.

Uma preocupação latente com a previsão de vendas, previsão de compra, quantidade de produto acabado pronto a expedir, eficiência e rotação dos stocks, são importantes atividades logísticas das empresas, que fomentaram estudos e teorias para tornar a atividade mais eficaz e também contribuir para a redução dos custos que lhe estão inerentes. É neste contexto que este projeto de estágio pretende dar algum contributo, utilizando como caso de estudo a ALVMAC. Em fase de transição de ERP, a ALVMAC encontra-se apenas com módulos obrigatórios de faturação. Este é um processo que será demorado e poderá trazer alguns entraves a produção de produtos com histórico curto.

Neste projeto pretende-se desenvolver um modelo de previsão adequado à realidade da empresa para um produto recente, em fase crescente, mas que ao mesmo tempo seja facilmente replicado e utilizado no dia-a-dia. Através da utilização do método *Holt-Winters* multiplicativo foi possível realizar a previsão de vendas, o cálculo de quantidade económica de encomenda, ponto de encomenda, stock de segurança e ainda confrontar estes valores com os dados reais de venda da empresa em estudo.

KEYWORDS

Logistics; Forecast; Stock management; Stock; Safety Stock.

ABSTRACT

At an increasingly competitive time for companies in different industries and sectors, the investment needs in differentiating factors are critical to their organization and stability. Never words as efficiency, delivery time, quality and productive capacity had so much weight for the continuity of a company in the segment of work in which it is inserted. Topics such as planning, and production scheduling begin to become key factors for the company's profitability and strategic position.

Exponential increases in competition, failure in delivery times, spikes in sales, badly delineated production planning, lack of capacity / response become a constant concern. This leads managers, company managers, stockholders, department heads, to critically approach a supply chain management that is fully aligned with their goals and effective. A latent concern with sales forecasting, purchase forecasting, quantity of ready-to-ship finished product, inventory efficiency and stock rotation, are important business logistics activities that have fostered studies and theories to make the activity more effective and contribute to the costs.

It is in this context that this internship project intends to make some contribution, using ALVMAC as a case study.

In the transition phase of ERP, a process that will be delayed and may bring some obstacles to the production of products with a short history, this work intends to develop a forecast model appropriate to the reality of the company and at the same time be easily replicated and used in the day- to-day. Through the use of the multiplicative *Holt-Winters* method it was possible to carry out the sales forecast, the calculation of the economic quantity of the order, the order point, the safety stock and also compare these values with the actual sales data of the company under study.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

ERP	<i>Enterprise resource planning</i>
CSCMP	<i>Council of supply chain management professionals</i>
QEE	Quantidade económica encomendada
PE	Ponto de encomenda
EQM	Erro quadrático médio
HW	<i>Holt-Winters</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
MP	Matéria-Prima
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Método <i>Push</i>	Processo onde o fluxo antecede as necessidades
Método <i>Pull</i>	Pensado com base em necessidades reais (encomendas firmes)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representação tipos de previsão (Zermati, 1990)	34
Figura 2. Exemplo aplicação HW Aditivo	35
Figura 3. Exemplo aplicação HW Multiplicativo	36
Figura 4. Modelo revisão contínua. (Adaptado: José Crespo Carvalho, 2017)	43
Figura 5. Modelo revisão periódica. (Adaptado: José Crespo Carvalho,2017)	45
Figura 6. Centering bushes views	50
Figura 7. BOM centering bush	52
Figura 8. Gráficos valores de vendas históricas referência 0003812	54
Figura 9. Sazonalidade referência 0003812	55
Figura 10. Fórmulas no Excel e atualização de valores referência 0003812	56
Figura 11. Previsão valores para os próximos 12 meses	57
Figura 12. Resumo dados referência 0003812	58
Figura 13. Relação dados previsão x fornecedor; desvio padrão e média	58
Figura 14. Cálculo QEE, SS e PE para referência 0003812	60
Figura 15. Comparação valores previsão vs encomendas firmes/vendas	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Quadro resumo literatura	30
Tabela 2. Lista referência centering bushes	51
Tabela 3. BOM materiais	52
Tabela 4. Dados ALVMAC	53
Tabela 5. Resumo de valores QEE, SS e PE de todos os materiais da referência 003812	60

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Contextualização e Motivação	25
1.2	Objetivos	25
1.3	Metodologia	26
1.4	Estrutura	26
2	ENQUADRAMENTO TEÓRICO	29
2.1	Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento	30
2.2	Previsão	32
2.3	Método <i>Push vs Pull</i>	33
2.4	Séries temporais – Método Quantitativos	33
2.5	Gestão de stocks e custos associados	39
2.6	Modelos determinísticos e estocásticos	41
2.7	Políticas de Revisão contínua e Revisão periódica	42
2.8	Stock de segurança	46
3	PREVISÃO DE VENDAS E IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO E CONTROLO DE STOCK	49
3.1	Apresentação da empresa e situação atual	49
3.2	Objeto de estudo – <i>Centering Bush</i>	50
3.3	BOM	51
3.4	Características técnicas do material	52

3.5	<i>Forecast – Inicialização e Método Holt-Winters multiplicativo</i>	53
3.6	Quantidade económica de encomenda, Stock de segurança e Ponto de Encomenda	59
3.7	Comparação de valores previstos com encomendas firmes	61
4	CONCLUSÕES	65
4.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
4.2	TRABALHOS FUTUROS	65
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	69
5.1	LIVROS E ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS	69
6	ANEXOS	73
6.1	ANEXO <i>Centering Bush</i> 0003801	73
6.2	ANEXO <i>Centering Bush</i> 0003802	74
6.3	ANEXO <i>Centering Bush</i> 0003812	75
6.4	ANEXO <i>Centering Bush</i> 0003820	76
6.5	ANEXO QEE, SS e PE – <i>Centering Bush</i> 0003801	77
6.6	ANEXO QEE, SS e PE – <i>Centering Bush</i> 0003802	79
6.7	ANEXO QEE, SS e PE – <i>Centering Bush</i> 0003812	81
6.8	ANEXO QEE, SS e PE – <i>Centering Bush</i> 0003820	83
6.9	ANEXO Parametrização do software <i>Solver</i>	85

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Motivação

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Estrutura

1 INTRODUÇÃO

O relatório apresentado foi realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto/Dissertação, pelo aluno Rui Miguel Alves Costa, nº 1161448, com o objetivo de obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

O projeto foi desenvolvido ao longo do ano de 2017, realizado na empresa ALVMAC, Lda. O tema do projeto apresentado foi desenvolvido em parceria com a empresa acima mencionada, tendo como principais objetivos o estudo da previsão de vendas de um produto relativamente novo e por conseguinte com poucos dados históricos. Consiste em encontrar um modelo que tenha em conta as relações existentes entre as observações, permitindo a descrição da série temporal, bem como a comparação com os valores reais, seguido da definição de uma política de gestão de stocks.

1.1 Contextualização e Motivação

Sendo que a ALVMAC é uma das únicas três empresas a fabricar este produto, em toda a Europa, devido à sua especificidade e aos clientes que detém, a direção da empresa achou interessante e assume mesmo como pertinente em altura de transição de ERP, a realização deste projeto para ajudar na antecipação, como forma de apoio à gestão e planeamento de produção do produto em questão. Pretende-se de algum modo melhorar a prever as flutuações de mercado e estar preparada para fabricar um produto que tem procura global e margens imensamente superiores a qualquer dos atuais produtos fabricados pela ALVMAC. A ALVMAC sente um desafio enorme na atualização de stock para este produto, no custeio do mesmo, no nível de investimento que deve ter e mesmo na margem de lucro que advém do mesmo. Torna-se também pertinente a altura, mais uma vez, visto que a empresa se encontra em época de troca de software de gestão.

Foi proposto pelo Eng.º Ricardo Faria, diretor técnico-comercial da ALVMAC, que este estudo visasse a análise das atividades de venda de um produto específico e recente. A finalidade é obter uma previsão de vendas para o próximo ano e, posteriormente, comparar a previsão com valores fornecidos de vendas reais.

1.2 Objetivos

O presente projeto tem em vista a análise das atividades de venda de um produto recente a ser produzido pela ALVMAC, de forma a obter uma previsão de vendas para o próximo ano, com o intuito de realizar uma gestão eficiente dos stocks do produto, promovendo um crescimento organizado e sustentado.

Tendo sido este projeto realizado no decorrer do ano de 2017 e agora com acesso às vendas efetivas (vendas efetivas e encomendas firmes colocadas em sistema) de cada referência em estudo, até ao mês de dezembro de 2018, serão posteriormente comparados os valores já fornecidos e previamente calculados com a realidade.

1.3 Metodologia

A metodologia do projeto a desenvolver com vista a atingirmos os objetivos pretendidos, envolve um conjunto de etapas que passam a ser descritas.

Foi feita uma revisão da literatura científica, onde foram realizados estudos sobre conceitos teóricos considerados fulcrais para o projeto em questão. O autor consultou principalmente artigos e livros relacionados com logística e gestão de stocks. Numa primeira fase o autor pretende caracterizar e analisar o caso de estudo real a fim de compreender o problema a ser resolvido. Caracterizado o problema procede-se à revisão de literatura acerca de técnicas e ferramentas de séries temporais utilizadas no estudo da série das observações. Apesar da divergência de modelos existentes na área, no presente projeto foi adotado o modelo *Holt-Winters*, e modelos de gestão de stocks. Conclui-se por fim sobre a importância destes processos nesta indústria.

A segunda fase consiste na descrição dos modelos de séries temporais a testar para efetuar previsões e nos modelos para gestão de stocks.

A terceira fase deste trabalho remete para o tratamento de dados fornecidos pela empresa onde foi elaborado o projeto, análise de soluções e conseqüentemente para a resolução do problema em estudo.

Na quarta fase serão efetivamente apresentados os modelos de previsão ao nível dos definidos como caso de estudo pela ALVMAC. Com a previsão feita serão testados os modelos de gestão de stock.

Na quinta fase serão analisados e discutidos os resultados obtidos.

1.4 Estrutura

O presente relatório encontra-se estruturado em cinco partes, sendo que, é feito o enquadramento temático, definidos os objetivos a atingir, descrita a metodologia de abordagem adotada e descrita a presente estrutura.

Na segunda parte é apresentada toda a revisão bibliográfica necessária à fundamentação do trabalho desenvolvido.

Na terceira parte apresenta-se, de forma desenvolvida, todo o trabalho prático efetuado, e na quarta e última parte, tecem-se as conclusões a retirar do trabalho realizado. Posteriormente são mencionadas as diversas fontes de informação e anexos.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

- 2.1 Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento
- 2.2 Previsão
- 2.3 Método *Push vs Pull*
- 2.4 Séries temporais – Método Quantitativos
- 2.5 Gestão de stocks e custos associados
- 2.6 Modelos determinísticos e estocásticos
- 2.7 Políticas de Revisão contínua e Revisão periódica
- 2.8 Stock de segurança

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo será exposto em enquadramento teórico, um conjunto de conceitos sobre a temática que dá corpo a este projeto, nomeadamente, previsão de vendas e implementação de práticas de gestão de stocks. É assim pretendido ir ao encontro do objetivo definido, analisando a influência direta da previsão e gestão de stocks no dia a dia de uma organização.

Antes de entrar no objeto principal da investigação, as primeiras secções do capítulo abordam os principais conceitos que enquadram esse objeto, bem como as principais metodologias de análise a aplicar posteriormente, no capítulo “Previsão de vendas e implementação de práticas de gestão e controlo de stock”.

Segue um quadro resumo da literatura usada nos conceitos principais, onde são mencionados conceitos, definições e autores.

Conceito	Definição	Autor
Logística empresarial	Campo da gestão que integra várias áreas da organização	(Ballou, 2006)
Gestão Logística	Área da gestão que define a logística e cadeia de abastecimento	(Barut, Faisst, & Kanet, 2002)
Gestão Cadeia Abastecimento	Coordenar movimentos, mercadorias, processos e informação relativa à organização	(Moura, 2006)
Previsão	Procedimento ou processo que avalia fatores determinantes para prever o futuro	(Kazmier, 2007); (Carvalho 2017); (Zermati 1990); (Lewis C.,1997)
Método <i>Push</i>	Processo onde o fluxo antecede as necessidades	(Carvalho 2017)
Método <i>Pull</i>	Processo advém de encomendas reais	(Carvalho 2017)
Séries temporais	Dados temporais, são os valores efetivamente observados, das variáveis escolhidas e observados durante diferentes momentos e intervalos de tempo	(Armstrong,2001); (Kazmier, 2007); (Carvalho 2017); (Zermati 1990)

Método <i>Holt-Winters</i>	Modelos para séries com tendência e sazonalidade	(Gentry, Wiliamowski, e Weatherford ,1995); (Taylor, 2010)
EQM	Erro quadrático médio	(Caiado, 2011); (Gentry, Wiliamowski, e Weatherford 1995).
Stocks	Acumulações de matéria-prima ou produto mensurável	(L. Ling, 2007)
Gestão stocks	Gestão de compra e venda de stocks, área associada à gestão e logística	(Plinere & Borisov, 2015); L.Ling 2007; (Shekarian, 2017)
Custos de stocks	Custos relacionados a toda a envolvimento dos stocks	(Moura, 2006); (Carvalho 2017); (Zermati 1990)
Revisão Periódica	Sistema onde se calcula a periodicidade da encomenda, ou seja, estipula-se a data de encomenda, mas não a quantidade económica	(Khan, Jaber, & Bonney, 2011); (Moura, 2006)
Revisão Contínua	Sistema onde se calcula a quantidade económica da encomenda, ou seja, estipula-se a quantidade, mas não a periodicidade, acrescentando o stock de segurança	(Carvalho 2017); (Yu, Yimin; Shu, Biying; Ni Yaodong; Chen, Li, 2017).
Stock Segurança	Stock de proteção para imprevistos	(Gonçalves 2010); (Carvalho 2017)

Tabela 1. Quadro resumo literatura

2.1 Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

A logística nasce para as empresas e organizações com base em inúmeras práticas e ideologias militares. Pilares como abastecimento, transporte, manutenção são basilares e antecipam aspetos que todas as empresas e organizações devem ter em conta na sua gestão operacional e estratégica.

A logística empresarial é entendida como um campo recentemente inserido no estudo de gestão integrada, tendo em conta departamentos tradicionais como finanças, marketing ou produção. A gestão da cadeia de abastecimento, enfatiza, portanto, interações logísticas que ocorrem entre os departamentos (mais uma vez, marketing,

logística e produção), mas também as interações que ocorrem entre empresas legalmente separadas que pertencem a mesma cadeia de abastecimento. (Ballou, 2006) Todavia, a coordenação, integração, desenvolvimento de relações colaborativas entre todos os membros da cadeia, ainda é feita a um nível bastante limitado. (Ballou, 2006) A Gestão da cadeia de Abastecimento deve ser encarada como um horizonte alargado de todo o processo logístico. Enquanto a logística concentra a sua atenção na coordenação e movimentos de produto e informação enquanto organização, a Gestão da Cadeia de Abastecimento preocupa-se com todo o canal logístico. (Moura, 2006) Numa era extremamente competitiva, em que se negociam temas nunca antes equacionados, e onde as empresas vivem, sobrevivem ou coexistem, questões logísticas são levantadas e ganham enorme importância na gestão operacional, estratégica e planeamento.

O *Council of supply chain management professionals (CSCMP)*, define a gestão logística como uma função integrante, que para além de coordenar e otimizar todas as atividades logísticas, também as sintonizam com outras funções/departamentos, tais como marketing, vendas, finanças e TI (Carvalho, 2017)

A gestão logística permite reduzir tempos entre ciclos o que leva a uma redução de custos, mas também sincroniza o planeamento de forma a que o principal foco sejam os clientes e as suas necessidades. Necessita, portanto, de uma integração eficiente entre as várias ramificações da cadeia de abastecimento, para obter o sucesso esperado. (Barut, Faisst, & Kanet, 2002)

Tal como acima referido, em alturas de extrema competitividade, as relações logísticas, a rapidez de execução na entrega, na produção, a garantia da melhor compra e prazo de entrega aliadas ao melhor sistema de armazenagem podem e fazem a diferença na continuidade e/ou crescimento de uma empresa. Sejam as organizações meramente de serviços ou de bens, quem compete entre si são as cadeias de abastecimento e não as organizações. (Christopher, M. 1992)

Entenda-se então, que o desempenho de todas estas vertentes da logística, devem resultar em uma gestão integrada de importância fulcral.

Para Moura (2006) e Carvalho (2017) define-se logística como o sistema de atividades integradas pelo qual fluem não só produtos e informação (desde a origem ao ponto de consumo), mas um sistema que o faz com uma resposta correta, na altura certa, quantidade correta e local apropriado.

Depreende-se que existe valor acrescido a todo e qualquer produto ou serviço pela logística. Esse mesmo valor advém da capacidade de tornar exequível com o mínimo exigível, fazer mais que o máximo expectável.

Ser ágil em várias vertentes como: armazenar, entregar, gerir stock, expedir, comprar, transportar, é cada vez mais importante. Garantir que o abastecimento é sincronizado para fazer face aos picos da procura, muitas vezes repentinos, é a chave de ouro para o sucesso.

Sendo que a logística é então o elo de ligação de fluxos, desde fornecedores a clientes, e a ligação constante de toda a cadeia de abastecimento, a própria gestão da mesma torna-se um desafio muito complexo. Tudo se resume à entrega de um serviço/bem que

cumpram os mesmos requisitos, com a mesma ou melhor qualidade, mais rápido e ainda, mais barato do que a concorrência.

No entanto, gerir toda a cadeia de abastecimento começa a ser algo extremamente complexo e desafiante, pois para além de englobar e coordenar parceiros de trabalho na mesma cadeia (fornecedores, clientes, prestadores de serviço), tem que, a nível de planeamento estratégico, definir o melhor e mais eficaz plano de trabalho, para que a mesma tenha níveis de eficácia exímios e melhor que os concorrentes.

Em tom simplista, a logística em todo o seu esplendor procura gerir um conjunto de atividades que permitem fazer chegar ao cliente certo, na quantidade certa, no lugar certo, tempo certo e custo certo. (Carvalho, 2017)

2.2 Previsão

Cada vez mais, as organizações (desde pequenas a multinacionais, desde têxteis a ramo automóvel, importadores a exportadores), começam a planear o futuro com base em previsões.

A necessidade de realizar previsões surge em múltiplos aspetos da atividade humana, particularmente ligada à vertente de planeamento. A correta previsão, do que quer que seja, é o principal input para um controlo ótimo das áreas funcionais da gestão da cadeia logística. Estas interferem diretamente com necessidades financeiras, capacidade de armazéns e distribuição. (Carvalho, 2017)

Fazer a previsão de necessidades de stock de um produto é, no fundo, semelhante a efetuar uma previsão de vendas. Existem vários métodos de previsões de vendas/necessidades e essas previsões devem ser constantemente trabalhadas de modo a aproximarem-se o mais possível da realidade do mercado a que se aplicam. Sendo este um pré-requisito para a maioria das atividades operacionais. (Lewis C.,1997) Independentemente da finalidade a que se destinam, as previsões devem refletir-se na procura final, no mercado final e do produto final, mesmo com todas as incertezas que estes modelos acarretam. E a informação deve ser partilhada por toda a cadeia de abastecimento o mais rápido possível, de forma ágil e fluída. (Carvalho, 2017)

É possível afirmar que todo e qualquer processo, sendo ele extremamente planeado e pensado ao detalhe, pode sofrer alterações (por mínimas que sejam), tornando real o facto de as previsões não estarem isentas das incertezas.

De salientar que este nível de incerteza é tratado quase como uma constante, que é sem exceções, contemplada e dimensionada nas previsões. Isto leva empresas a serem ou tornarem-se aptas a planear de novo e reorganizarem-se consoante uma realidade muito díspar da previsão. No entanto assumindo esta incerteza e minimizando-a ao máximo com as ferramentas auxiliares necessárias, as previsões apresentam cada vez mais um nível mais elevado de exatidão e tornam-se primordiais à gestão de cada organização. (Zermati, 1990)

A previsão da procura assume-se, de certo modo, como uma ferramenta que dentro do ambiente empresarial ajuda administradores, engenheiros e/ou qualquer pessoa que tenha de antever necessidades futuras para cumprimento do seu trabalho diário.

A realização de uma previsão passa por várias fases, onde se determina e define o objeto de análise e se recolhe os dados históricos para posterior análise comportamental. Nesta análise comportamental procuram-se entender linhas de tendência, se existem ou não, e se existirem parametrizá-la, definir a sazonalidade e tentar perceber porquê. A partir daqui será necessário escolher de entre os inúmeros métodos existentes, qual é mais indicado. (Carvalho, 2017)

2.3 Método *Push* vs *Pull*

De forma a ser mais perceptível a função das previsões da procura no planeamento, temos de distinguir e perceber quais as formas e ambientes em que se podem manifestar.

São definidos por vários autores como, Benjamim Moura e José Carvalho Crespo, dois ambientes basilares onde a previsão atua: ambiente *Pull* e ambiente *Push*.

Num ambiente *Push*, o fluxo antecede as necessidades, define-se pelo consumo com base em previsões, enquanto que o ambiente *Pull* é feito com base em necessidades reais que advém de ordens de encomenda firmes. No entanto e como por vezes, a realidade é um pouco diferente da teoria, o mais habitual é que uma parte da cadeia (parte mais inicial, a montante do produto acabado), funcione em regime *Push*, armazena-se (ponto de desacoplamento) e depois funciona em regime *Pull*.

A previsão é, contudo, necessária em qualquer cenário; em regime estritamente *Push*, a previsão é crucial para o funcionamento da cadeia, em termos temporais, espaciais e deve ser detalhada em termos de quantidades, antecipando-se assim deslocções para armazéns ou centros logísticos. Já que é necessário criar stock, que apresentam um custo financeiro, os recursos devem ser rentabilizados ao máximo. Em regime *Pull*, a previsão é crucial, mas de outro ponto de vista, é agora agregada aos mercados e produtos, isto porque toda a cadeia se compromete a entregar rapidamente e disponibilizar os produtos no local requerido. É estritamente fundamental para dimensionar linhas de produção, transporte, montagem, embalagem e capacidades ao longo da cadeia de abastecimento toda. (Carvalho, 2017)

2.4 Séries temporais – Método Quantitativos

As técnicas ou ferramentas de previsão assumem diversos formatos, cada um com o seu grau de complexidade, precisão e adaptabilidade. Os instrumentos de previsão visam reduzir a incerteza, no entanto subsistirão tipicamente elementos de imprevisibilidade. Existem dois tipos de metodologias de previsão, mas para vários autores, como Zermati (1990), Kazmier (2007) e Carvalho (2017) os métodos quantitativos são os que melhor se adaptam na previsão da procura. Também de acordo, Armstrong (2001), afirma que é possível dividir os métodos de previsão nestes dois tipos: quantitativos e qualitativos. Armstrong (2001), assume que os mais frequentes são os quantitativos, exceto na ocorrência de um novo produto sem dados históricos de qualquer tipo, onde deve ser utilizado o método qualitativo.

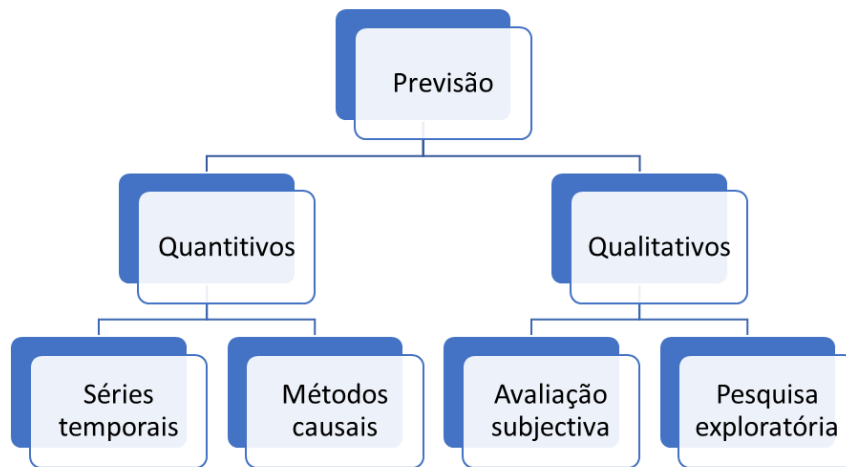


Figura 1. Representação tipos de previsão (Zermati, 1990)

As séries temporais podem ser descritas de duas formas;

1. Determinística, quando os valores da série podem ser escritos enquanto função matemática;
2. Estocástica, intrinsecamente associada a aleatoriedade.

Antes de serem aprofundados os métodos quantitativos, é necessário salientar que a série temporal se pode dividir em alguns tipos de séries distintas:

- Série aleatória;
- Série estacionária;
- Série com tendência;
- Série com tendência e sazonalidade.

Os métodos quantitativos tendem a modelar os diferentes aspetos da série de dados, como nível, tendência, sazonalidade, não esquecendo nunca da existência da aleatoriedade. (Carvalho,2017)

Na análise da série, tendo em conta os fatores falados anteriormente, deve ser tomada a decisão de qual o método mais adequado ao objeto em estudo. Tratando-se de uma análise de séries temporais e sendo essas mesmas séries nada mais que conjunto de dados ordenados cronologicamente, é crucial a verificação da existência de fatores como a sazonalidade, nível e tendência. (Armstrong,2001)

Para séries totalmente estacionarias, deve ser utilizado o método das médias móveis, pois para além de ser simples de aplicar, pode ser aplicado se a amostra for pequena. O próprio método de Alisamento Exponencial Simples, semelhante ao das médias móveis, apesar da difícil suavização, é adequado a séries localmente estacionarias. Para séries mais complexas onde os dados do objeto em estudo apresentam tendência (seja ela crescente ou decrescente) deve utilizar-se o método *Holt-Winters*. No entanto, para séries que, para além de tendência apresentam a componente de sazonalidade, devemos

utilizar o método de *Holt-Winters* sazonal, que pode ser aditivo ou multiplicativo. (Gentry, Wiliamowski, e Weatherford, 1995).

Para séries temporais, que apresentam simultaneamente tendência e sazonalidade, o método *Holt-Winters*, apresenta duas formulações básicas e de fácil aplicação, de modo a um melhor ajuste ao padrão da série. (Armstrong,2001)

Formulações essas que podem ser, segundo Carvalho (2017):

- Aditiva;
- Multiplicativa.

Na série aditiva assumimos que os valores da série resultam da soma do nível local da mesma, que evolui conforme a sua própria tendência de forma sazonal.

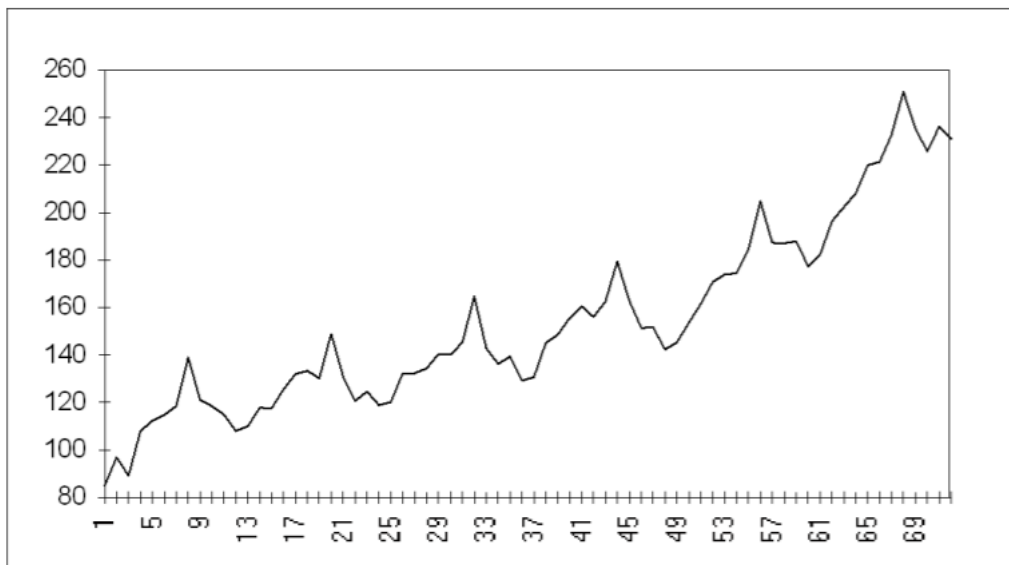


Figura 2. Exemplo aplicação HW Aditivo

Na multiplicativa assume-se que os valores resultam de um produto do nível pela sazonalidade. Na forma multiplicativa os efeitos da sazonalidade são retirados através de quocientes e não de diferenças. (Carvalho, 2017)

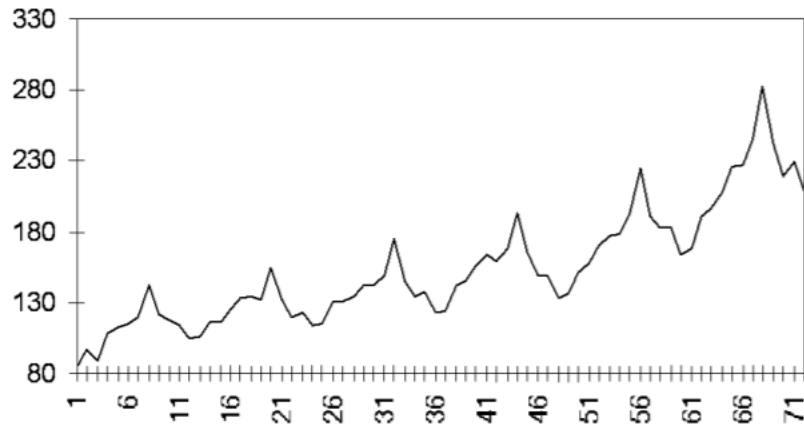


Figura 3. Exemplo aplicação HW Multiplicativo

Relativamente às expressões nos diferentes métodos (aditivo ou multiplicativo), ambas assumem que o nível é afetado por uma tendência, que sendo determinada através de uma taxa de variação existem flutuações aleatórias, imprevisíveis ao cálculo. Qualquer uma das formulações assenta em equações de atualização, para nível, tendência e sazonalidade. (Taylor, 2010)

Sendo que o método aditivo é tido como o ideal para casos onde a sazonalidade é aditiva (Figura 2). Segundo este método são utilizadas as equações (1), (2) e (3), como forma de estimar a atualização do nível, tendência e sazonalidade, representados por $n(t)$, $b(t)$ e $f(t)$, respetivamente, na série em estudo. Na aplicação práticas destas formulações, α , β e γ correspondem a constantes de alisamento exponencial. O s representa a duração do ciclo sazonal que é observado no instante t . (Caiado, 2011)

Constantes essas onde podem ser atribuídos valores aleatórios, que posteriormente são corrigidos e atualizados para valores ótimos, por softwares ou aplicações do *Excel*, como o solver.

$$n(t) = \alpha (Y_t - f_{t-s}) + (1 - \alpha)(n_{t-1} + b_{t-1}), \text{ onde } 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

$$b(t) = \beta(n_t - n_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, \text{ onde } 0 < \beta < 1 \quad (2)$$

$$f(t) = \gamma (Y_{t-n_t}) + (1 - \gamma)f_{t-s} \quad 0 < \gamma < 1 \quad (3)$$

A expressão (3), quantifica o efeito da sazonalidade entre instantes, comparando valores de instantes atuais com os mesmos instantes s períodos atrás. Na expressão referente ao nível, (1), o valor efetivo de vendas conforme dados, é subtraído ao índice de sazonalidade da estação correspondente ao instante t calculado s períodos atrás. (Caiado, 2011). Na expressão (2) é calculado a taxa de variação do nível em determinado instante t e atualiza a estimativa de tendência que advém do instante anterior. As

previsões de futuros valores, utilizando o método aditivo, com base nestas equações, feitas em determinado instante t , são realizadas pela expressão (4). (Caiado,2011). Na expressão (4), os índices k e m , representam respetivamente, o horizonte da previsão e o número de ciclos sazonais desse mesmo horizonte.

$$\hat{Y}_{t+k} = n_t + kb_t + f_{t+k-ms}, \quad k = 1,2,3 \quad (4)$$

Para o método multiplicativo as equações são ligeiramente diferentes. Aqui assume-se que os valores da série resultam do produto do nível pela sazonalidade, alterando ligeiramente as expressões. (Caiado, 2011)

As expressões (5), (6) e (7) correspondem respetivamente aos valores de atualização do nível, tendência e sazonalidade, onde mais uma vez são representados por $n(t)$, $a(t)$ e $b(t)$. Os valores de α , β e γ correspondem a constantes de alisamento exponencial. O s representa a duração do ciclo sazonal que é observado no instante t . (Caiado, 2011)

$$n(t) = \alpha \left(\frac{Y_t}{f_{t-s}} \right) + (1 - \alpha) [n_{t-1} + b_{t-1}], \text{ onde } 0 < \alpha < 1 \quad (5)$$

$$b(t) = \beta (n_t - n_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, \text{ onde } 0 < \beta < 1 \quad (6)$$

$$f(t) = \gamma \left(\frac{Y_t}{n_t} \right) + (1 - \gamma) f_{t-s}, \quad 0 < \gamma < 1 \quad (7)$$

As previsões de futuros valores, utilizando o método multiplicativo, com base nestas equações, feitas em determinado instante t , são realizadas pela expressão (8). (Caiado, 2011)

$$\hat{Y}_{t+k} = (n_t + kb_t)f_{t+k-ms}, \quad k = 1,2,3 \quad (8)$$

Tanto no caso aditivo como multiplicativo, nas expressões de previsão o m depende da sazonalidade, onde é dado que $m=1$ para apenas um ciclo sazonal ($k \leq s$), e $m=2$, caso $s < k < 2s$, e assim sucessivamente. (Caiado, 2011)

Para se dar início ao método, qualquer um deles, é necessário definir valores e calcular estes mesmos, conhecidos como valores de inicialização do método.

Tal como em outros métodos de alisamento exponencial, é necessário calcular os valores iniciais de nível (9) e tendência (10), mas também os índices de sazonalidade (11). (Caiado, 2011)

Os valores α , β , γ representados nas fórmulas acima, são as constantes de amortecimento, que posteriormente com ensaios ao modelo na série histórica em

estudo são identificados e corrigidos. Geralmente assume-se que $\alpha > \beta > \gamma$, assumindo que a tendência é mais estável que o nível e a sazonalidade mais estável que todos. (Caiado, 2011)

$$n(0) = \left(\frac{1}{s}\right) \sum_{t=1}^s Y_t \quad (9)$$

$$B(0) = \left(\frac{1}{s^2}\right) (\sum_{t=s+1}^{2s} Y_t - \sum_{t=1}^s Y_t) \quad (10)$$

$$S1 = \frac{Y_1}{n(0)} \quad S2 = \frac{Y_2}{n(0)} \quad S3 = \frac{Y_3}{n(0)} \quad (11)$$

A solução ótima deve ser encontrada, encontrando o erro quadrático médio (EQM). Para tal e utilizando o Solver, que é uma ferramenta de otimização linear do Excel, em que auxilia o utilizador na procura da solução em qualquer problema de maximização ou minimização, que em previsão é o EQM. (Caiado, 2011)

De forma a definir e escolher qual o melhor método, ou mais indicado para a realização da previsão, é possível analisar apenas a série temporal, procurando se são estas apresentam qualquer padrão de sazonalidade ou tendência. Assumindo que não seria necessário escolher entre um inúmero conjunto de métodos existentes, é sempre necessário calcular o erro associado à previsão feita. O EQM é uma forma muito utilizada para este cálculo. (Gentry, Wiliamowski, e Weatherford, 1995)

Assume-se que a expressão (12), que representa o cálculo do EQM, pode ser interpretada da seguinte forma: quanto menor o valor do EQM mais estabilidade tem a previsão. (Caiado, 2011)

$$EQM = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m (Y_t - P_t)^2 \quad (12)$$

Onde,

Y_t é o valor observado

P_t a previsão momento t

m valores observados

2.5 Gestão de stocks e custos associados

Stocks são por definição acumulações de algo mensurável, matéria-prima, componentes, produto acabado, produto intermédio. Não passam de inventário de um qualquer item ou recurso útil à empresa. (L. Ling, 2007)

Stock consiste em bens e matérias-primas preservadas numa organização, é tida como produtos existentes em armazém, desde a sua compra até à sua venda. (Waters, 2003).

A gestão de stocks, são espelho por si só de uma área de extremo desafio e problemáticas na cadeia de abastecimento. Se por um lado, as empresas se sentem obrigadas a criar stock para responder rapidamente à procura, por outro sentem ao longo do tempo uma enorme necessidade de colmatar todos os custos associados a esses mesmos níveis de stock. Esta dinâmica torna a gestão de stock uma tarefa contínua e que visa evitar stocks excessivos e prejudiciais às empresas. Habitualmente encontram-se no chão de fábrica, armazém ou equipamento de transporte. (Plinere & Borisov, 2015)

A gestão de stocks, é no fundo uma área associada à logística, que assenta em fatores, como quantidade de compra e quando se compra. (Syntetos & Boylan, 2006)

Mas muito mais que isso, questiona por exemplo, qual o stock a manter para segurança e satisfação do cliente.

A definição de uma política de gestão de stocks implica responder a algumas questões, como:

Quando encomendar?

Quanto encomendar?

Stock de segurança?

É necessário avaliar a existência ou não de aleatoriedade da oferta e procura.

De forma perentória, por parte dos fornecedores é necessário, se o prazo de entrega for definido como fixo, avaliar prazos de entrega, nível de serviço e quantidades. Posto isto, assumimos que a oferta não deve ter aleatoriedade associada, sendo considerada determinística. (Carvalho, 2017)

No entanto, no atual mundo competitivo e dinâmico que as empresas vivem, não é fácil consultar todas as informações com precisão esperada.

Daí o desenvolvimento das tecnologias de informação (sobretudo bases de dados), softwares ágeis, aumento do preço de produtos físicos e custos excessivos por armazenamento ou rotura de stocks, a importância do inventário na cadeia de abastecimento com recurso a controlo e bases de dados atualizáveis em tempo real, serem uma necessidade consolidada. (Shekarian, 2017)

Estes softwares auxiliam em funções base/pilar na gestão de stocks, tais como:

- Cálculo de quantidades a encomendar;
- Definição de espaços /localização;
- Previsão de consumo e necessidades;

- Vigilância do nível de stock;
- Constituição de subprodutos;
- Preparação das compras;
- Verificação de faturas;
- Inventário permanente;
- Contabilidade;
- Estatísticas;
- Armazenamento.

Satisfazer as necessidades dos clientes e também fazê-lo de forma economicamente viável. Para tornar um tema tão particular como a gestão de stocks controlado e o mais eficiente possível, é exigido um planeamento extremamente rigoroso.

Os softwares de gestão devem ser trabalhados com exatidão, de forma meticulosa definindo sobre o que é necessário criar stock, as quantidades, definir políticas conforme a procura ou consumo, balizar custos associados, entre muitas outras coisas. Tendo em mente que um stock não representa mais que uma previsão de determinado produto de consumo (interno ou externo) é importante para um gestor definir que um produto é dado como consumido a partir do instante que sai do stock. (Zermati, 1990). A existência de stocks auxilia na disponibilidade do produto ao consumidor final, o que os torna imprescindíveis. Contudo a sua gestão deve e tem de ser minuciosamente calculada. (Ballou, 2006)

À luz de Moura (2006) existem classes gerais de custos a ter em conta na definição da política de stock:

- Custo de aquisição;
- Custo de posse;
- Custo de falta de stock;
- Custos de encomenda;
- Custos de armazenagem;
- Custos financeiros;
- Custos de deterioração;
- Custos de rotura;

O custo de funcionamento de um qualquer sistema de gestão de stock tem muita ponderação na sua própria parametrização. Existem custos que dependem apenas de si, enquanto outros mais difíceis de calcular pois tem componentes indiretas. Os custos de posse, encomenda e aquisição são facilmente identificáveis e mensuráveis. O custo de posse associado a estes stocks, figuram normalmente entre 20 a 40% do seu valor anual, daí a minimização dos custos e de quantidades sejam temas a ter em conta no dimensionamento destes mesmos stocks. (Moura, 2006)

Para autores como Carvalho (2017) e Moura (2006) o custo de encomenda inclui os custos associados ao lançamento e receção da encomenda, custos administrativos. O custo de aquisição não é nada mais que o custo de unidades compradas, soma do custo

por unidade, exceto em caso de descontos que é preciso ser englobado. Custo de rotura é por definição nada mais que o custo associado à falta de determinado produto.

Atualmente a gestão de stock é vista e analisada como um fator chave de sucesso para as empresas. Sendo que um stock serve primeiramente para fazer frente à penúria e para comprar a melhor preço, o mesmo stock também permite assegurar o consumo regular de um produto mesmo que a sua produção seja irregular. (Moura, 2006)

Um stock permite também fazer frente rapidamente a consequências da irregularidade do mercado e da produção. Assim sendo, mesmo que a produção de determinado produto não esteja terminada, um stock permite tornar esse mesmo produto disponível. (Carvalho, 2017)

Conclui-se que controlar e gerir um stock, é balanceá-lo de forma que constantemente seja possível responder às necessidades dos clientes. (Plinere & Borisov, 2015)

2.6 Modelos determinísticos e estocásticos

Em resposta à base da gestão de stocks, quando encomendar, quanto encomendar, se é necessário ou não, e qual o stock de segurança, se a procura e a oferta são ou não estáveis e isentas de aleatoriedade, existem duas principais direções, modelos estocásticos e determinísticos. (Gonçalves, 2010).

Através dos vários modelos de gestão de stocks, é possível controlar o nível de stock de forma a prevenir roturas, definir encomendas, tudo isto com o objetivo global de minimizar custos e riscos para a organização.

Para modelos determinísticos, existem uma dependência do pressuposto de não existir qualquer aleatoriedade na procura e oferta. Estas devem ser totalmente constantes.

Segundo Carvalho (2017), existem para isso três modelos:

- Quantidade económica de encomenda, QEE, (fórmula 12);
- Quantidade económica de encomenda com descontos de quantidade;
- Quantidade económica de encomenda sem reposição instantânea.

$$QEE = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (12)$$

onde,

D taxa de procura anual (unidades/ano)

S custo encomenda unitário (€/encomenda)

H custo de posse de stock (%/Ano)

Os tradicionais modelos, por norma, baseiam-se numa quantidade económica de encomenda. (Khan, Jaber, & Bonney, 2011).

Importante salientar que nos dois primeiros modelos a reposição de stock é instantânea. A reposição de stock é considerada instantânea quando a entrega é realizada apenas de uma vez, momento esse previamente combinado entre o cliente e fornecedor. Significa

isto que, apenas no momento combinado, a quantidade entregue dá entrada no armazém do cliente. Existem, no entanto, casos onde a reposição de stocks pode não ser instantânea, mas sim gradual ou faseada (sendo na mesma sujeito a acordo entre cliente e fornecedor). A título de exemplo, o stock de produto acabado numa fábrica é repostado de uma forma gradual (não instantânea), de acordo com a taxa de produção da fábrica: se um retalhista recebe uma encomenda dividida em diversos carregamentos durante um período de tempo, a reposição do stock é faseada (não instantânea). Nos dois primeiros modelos, a reposição do stock é instantânea.

Modelos estocásticos são a resposta quando a procura ou a oferta têm uma componente aleatória.

Estamos assim a lidar com a possibilidade de roturas devido a este comportamento aleatório, que pode ser absorvido através do cálculo e cumprimento de um certo nível de stock de segurança. Associamos, inevitavelmente variações aleatórias a probabilidades, o que torna o nível de serviço um tópico importante para dimensionamento do stock de segurança. (Carvalho, 2017)

2.7 Políticas de Revisão contínua e Revisão periódica

Em sistemas claros de revisão contínua é calculada uma quantidade fixa (Q) a encomendar. Facilita o trabalho do gestor, pois atingindo o nível mínimo de stock estipulado, chegamos ao ponto de encomenda. Pode então haver uma variação no ponto de encomenda. (Carvalho, 2017)

Para Carvalho (2017), consiste na colocação de uma quantidade fixa, quando o produto atinge um determinado ponto de encomenda, onde o tempo de colocação de encomendas varia consoante o consumo e requer uma monitorização contínua.

Para revisão contínua é necessário calcular:

- Ponto de encomenda;
- Stock de segurança;
- Quantidade económica de encomenda;
- Possibilidade de rotura;

É uma adaptação do modelo de quantidade económica de encomenda quando a procura e/ou oferta são aleatórias, acrescentando o stock de segurança. O princípio de funcionamento é simples, baseia-se no momento em que o stock de segurança atinge um certo valor pré-estabelecido, chamado ponto de encomenda e onde deve ser lançada uma nova encomenda.

A quantidade a encomendar é fixa, designada por Q, mas o período de encomendas varia. De notar que existe sempre o risco de rotura de stock, como já referido, quando a procura durante o prazo de entrega for superior ao ponto de encomenda.

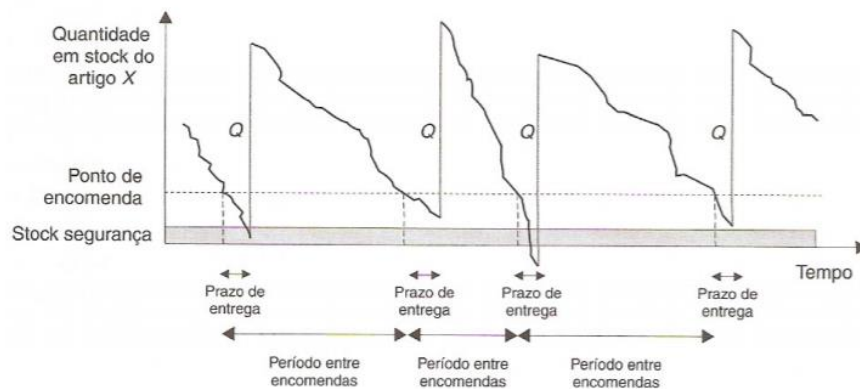


Figura 4. Modelo revisão contínua.
(Adaptado: José Crespo Carvalho, 2017)

Segundo Carvalho (2017), o ponto de encomenda corresponde à procura média durante o prazo de entrega (μ), adicionado ao valor stock de segurança ($z \cdot \sigma$).

Como a procura durante o prazo de entrega é uma variável aleatória, onde é necessário identificar o tipo de distribuição estatística associada. Assumindo que os valores se aproximam de uma distribuição conhecida como Normal, então é dado que:

X = Procura durante o prazo de entrega (unidades)

$X \sim$ Distribuição normal onde a média é representada por μ e o desvio padrão por σ .

Existirá certamente rotura quando a procura durante o prazo de entrega for maior que o ponto de encomenda, fórmula (13). (Carvalho, 2017)

$$P[X > R] = \alpha, \text{ (13)}$$

Onde, R = ponto de encomenda (unidades) e α a probabilidade de rotura.

Da mesma forma, a fórmula (14) expressa o valor do nível de serviço quando a procura for menor ou igual ao ponto de encomenda. (Carvalho, 2017)

$$P[X \leq R] = 1 - \alpha, \text{ (14)}$$

Onde, $1 - \alpha$ é o nível de serviço.

O ponto de encomenda, correspondente à procura média durante o prazo de entrega somado ao stock de segurança (expressão 16 é calculado utilizando a expressão 15). (Carvalho, 2017)

$$R = \mu + SS_L \quad (15)$$

$$SS_L = Z\sigma_{DL} \quad (16)$$

$$\text{onde, } \sigma_{DL} = \sqrt{\bar{L}\sigma_d^2 + \bar{d}^2\sigma_L^2}$$

L = prazo de reposição (unidade de tempo)

Z = constante normal padrão

σ_{DL} = desvio padrão da procura durante a reposição

σ_d = desvio padrão da procura

\bar{d} = Taxa média de procura (unidades/ano)

Q = quantidade a encomendar (unidades)

Sucintamente, como acontece no modelo da quantidade económica da encomenda, a encomenda é realizada ao fornecedor apenas quando o nível de stock atingir o ponto de encomenda, no entanto, este ponto de encomenda inclui um stock de segurança para lidar com a aleatoriedade associada à procura/oferta.

Note-se que apesar da ampla aplicação da política de revisão contínua, há uma falta de estudos sistemáticos sobre a produção ideal e de dinamismo na precificação.

(Yu, Yimin; Shu, Biying; Ni Yaodong; Chen, Li, 2017).

Na política de revisão periódica, é calculada a periodicidade da encomenda, ou seja, estipula-se a data de encomenda, apenas varia a quantidade a encomendar. (Moura, 2006).

Este modelo é periódico pelo simples facto de os níveis de stock serem revistos periodicamente e não em datas fixas. (Khan, Jaber, & Bonney, 2011)

A maior diferença deste método em relação ao anterior, é definida pelo ciclo fixo de revisão do nível de stock. (ver figura 5)

No fundo, como o período de encomendas é calculado e é sempre o mesmo, a quantidade é a variável deste sistema. (Khan, Jaber, & Bonney, 2011)

Neste cenário continua a ser importante definir stock de segurança, devido a aleatoriedade, associada à procura e oferta, fazendo com que mais uma vez o nível de serviço e a rotura sejam preponderantes.

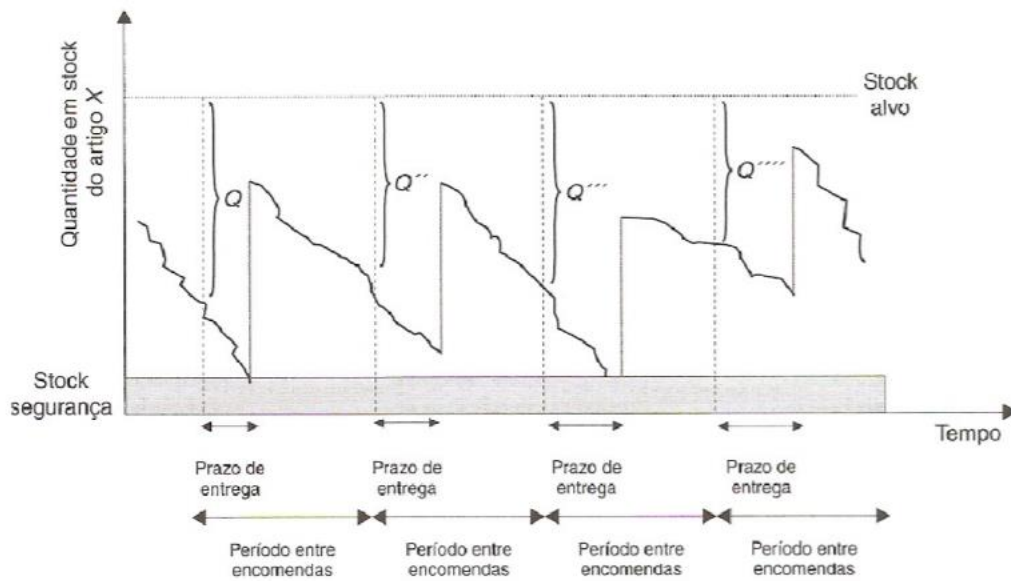


Figura 5. Modelo revisão periódica. (Adaptado: José Crespo Carvalho, 2017)

Mais uma vez e devido à aleatoriedade assumida, é necessário dimensionar o stock de segurança, para tal é preciso definir a probabilidade de rotura e nível de serviço. No modelo de revisão periódica existe rotura quando o período entre as encomendas (valor fixo) somado ao prazo de entrega do fornecedor for superior ao stock, expressão (17). (Carvalho, 2017)

$$P[X > T] = \alpha, \quad (17)$$

Onde,

$$\begin{aligned} X &= \text{Procura durante o prazo de entrega + período entre encomendas;} \\ T &= \text{stock existente no início do clique;} \\ \alpha &= \text{probabilidade de rotura.} \end{aligned}$$

Tal como no modelo de revisão contínua, quando o oposto acontece, conseguimos calcular o nível de serviço, isto é, quando a procura entre período de encomendas somado ao prazo de entrega do fornecedor é menor ou igual ao stock existente, tal como expresso em (18). (Carvalho, 2017)

$$P[X \leq T] = 1 - \alpha. \quad (18)$$

2.8 Stock de segurança

O stock de segurança é utilizado nas organizações como proteção para imprevistos que possam decorrer no funcionamento normal da mesma. Atrasos, problemas de qualidade, são alguns destes imprevistos que tendem a ser colmatados por métodos de previsão. (Gonçalves, 2010)

Tendo em conta a necessidade de se controlar os níveis de stock de segurança, por problemas de armazenagem e custos associados. Estes são dimensionados através de um nível de serviço que expressa o custo de rotura implicitamente.

O fator de segurança (Z), é um coeficiente determinado com recurso a uma tabela de fatores de segurança para uma distribuição normal.

Para os autores Gonçalves (2010) e Carvalho (2017), o nível de serviço, por definição, é a percentagem de disponibilidade da empresa corresponder a encomendas na altura em que é colocada. É então fácil depreender que o stock de segurança também depende do nível de serviço que a empresa tem ou pretende atingir. Tem que tentar assegurar variações na procura e assumir o nível de serviço pretendido. O stock de segurança dependerá do modelo estocástico escolhido: revisão contínua ou periódica.

Em qualquer um destes dois sistemas pode ser calculado o ponto de encomenda com base no serviço de forma a minimizar o custo total.

Previsão de vendas e implementação de práticas de gestão e controlo de stock

- 3.1 Apresentação da empresa e situação atual
- 3.2 Objeto de estudo – *Centering Bush*
- 3.3 BOM e características técnicas do material
- 3.4 BOM e características técnicas do material
- 3.5 *Forecast* – Inicialização e Método *Holt-Winters* multiplicativo
- 3.6 Quantidade de encomenda, Stock de segurança e Ponto de Encomenda
- 3.7 Comparação de valores previstos com encomendas firmes

3 Previsão de vendas e implementação de práticas de gestão e controlo de stock

3.1 Apresentação da empresa e situação atual

A ALVMAC Portugal, tal como a ALVMAC SWISS e DEUTSCHLAND, pertencem ao grupo A.F. Moldes, com sede em Braga.

A ALVMAC nasceu de uma decisão estratégica do grupo A.F. Moldes, empresa com mais de 20 anos na indústria metalomecânica de precisão mais especificamente na fabricação de ferramentas e moldes, que iniciou em 2000 o seu departamento de desenvolvimento, construção e programação de máquinas.

Conquistando o seu espaço em Portugal, conseguindo a título de exemplo, industrializar inúmeras linhas de montagem em algumas das maiores empresas alemãs no norte de Portugal, como a Leica, Continental e *Bosch*.

Com a conclusão destes projetos com sucesso, a empresa entrou num processo de expansão, conquistando projetos pelo país todo, nas maiores empresas e nos ramos mais distintos, desde fundições a ramo automóvel, desde o grupo PSA à *Triumph*.

Devido à consolidação destes clientes com cada vez mais projetos, a empresa viu a necessidade de fazer crescer o seu departamento de construção e desenvolvimento. Contudo e visto trabalharem com inúmeras multinacionais, decidiram tentar tirar vantagem do nome dos seus clientes, tornarem-se uns dos maiores construtores e exportadores de máquinas em Portugal através deste mesmo canal.

Foram planeadas e construídas duas novas empresas, a ALVMAC SWISS e a alemã, onde conquistaram clientes como a *Triumph*, *Kern-liebers* e a *Huster*, tal como novos mercados, como por exemplo o relojoeiro.

Com a exigência dos clientes a empresa tornou-se certificada pela ISO 9901 em 2005.

Atualmente em Portugal a A.F moldes, e na Suíça e Alemanha a ALVMAC têm como principais mercados a indústria automóvel, têxtil, relojoeira e médica.

Alargando os seus produtos e focando-se essencialmente no seguinte:

- Placas de controlo eletrónicas;
- Montagem de linhas industriais totalmente automatizadas e robotizadas
- Robot ALVMAC;
- Inovação no controlo por visão artificial;
- Aplicações *Pick and Place* com recurso a visão artificial;
- Construção desenvolvimento e programação de máquinas totalmente robotizadas de 5 a 6 eixos com precisões de posicionamento de 0,010mm.

Têm tido inúmeros avanços na área da robótica com visão artificial para controlo e inspeção, unidades de teste, automação de postos e linhas de montagem.

Com o seu inúmero leque de soluções e clientes com elevada exigência, nasceu uma nova oportunidade. A produção de *centering bushes* principalmente para OEM's. A

diferença da necessidade emergente deste produto é o material. Ao contrário de um normal acoplamento sintético de borracha, trata-se de material ferroso tratado. Esta necessidade por parte de clientes internacionais, sediados essencialmente na Alemanha, Suíça, França e Austrália, foi sugerido a ALVMAC a manufatura de *centering bushes*.

Este desafio e oportunidade fazem com que a ALVMAC se possa afirmar ainda mais no mercado internacional. No entanto, um pouco sem ser a intenção da empresa, vê-se a ter que trabalhar e a melhorar o seu método de compras, calcular e controlar melhor os seus stocks, prazos de encomenda e estratégia comercial (para isso adquiriu recentemente mais duas máquinas) e a trocar de Software de Gestão, passando a integrar o Primavera, a partir de novembro de 2018.

Ao longo do projeto e sendo todos os produtos semelhantes, é explicado o processo de previsão e análises realizadas para referência, sendo os métodos transversais a todos. Em Anexo estão expostos os valores, estudos e dados da mesma análise para as restantes referências.

A particularidade e a necessidade do projeto são simples: a ALVMAC quer continuar a produzir este mesmo produto e planear a produção, para em 2019 passar a produzir mais referências, com outras dimensões e outras aplicabilidades.

3.2 Objeto de estudo – *Centering Bush*

O *centering bush* é um conjunto com acoplamento metálico que serve como guia de alinhamento para eixos em OEM.

Foi desenhada a primeira revisão do mesmo por uma sucursal do grupo Rolex, e posteriormente melhorado e desenvolvido para produção em série pela ALVMAC.

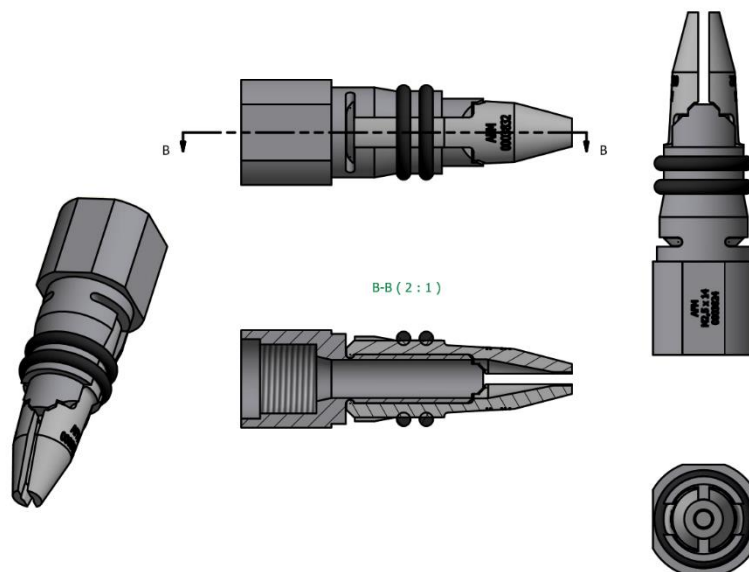


Figura 6. Centering bushes views

Estes produtos apresentam uma performance comprovada com os seguintes dados técnicos:

1. Durabilidade de 300.000,000 ciclos;
2. Teste de abrasão e corrosão feitos para 70,000 ciclos;
3. Sem manutenção necessária;
4. Elimina a necessidade de lubrificação.

A ALVMAC produz várias referências de *centering bush*.

Apesar do material ser o mesmo, tal como o tempo de produção, as referências são diferentes devido às diferenças de características entre eles. Entre referências o aspeto é o mesmo, o tratamento e material também, apenas as dimensões mudam. (ver tabela 2)

Referência	Dimensões (mm)	Matéria-Prima	Anexo
0003801	18 x 100	PM300+FR3+Elástico	<i>Centering Bush</i> 0003801
0003802	25x80	PM300+FR3+Elástico	<i>Centering Bush</i> 0003802
0003812	25x85	PM300+FR3+Elástico	<i>Centering Bush</i> 0003812
0003820	20x80	PM300+FR3+Elástico	<i>Centering Bush</i> 0003820

Tabela 2. Lista referência centering bushes

3.3 BOM

Uma vez que queremos analisar o produto e fazer a sua previsão, necessitamos conhecer a árvore do produto, estudar os seus materiais e a quantidade de subcomponentes por cada peça terminada. Foi-nos facultado uma árvore de produto e uma *Bill of Materials* (BOM), figura 7, isto é, uma definição básica e estrutura de produtos que neste caso se apresentam como uma lista de matéria-prima. São subcomponentes do produto em estudo. De forma hierarquizada de acordo com o produto em questão.

Esta BOM ordena os subcomponentes, aço PM300, FR3 e 2 elásticos, por cada peça acabada.

Cada um destes materiais, exceto os elásticos que são comprados por atacado, tem de ser maquinados. Trata-se de aços com características especiais, muito apropriados naturalmente a aplicações industriais.

O PM300, um aço muito utilizado em moldes para injeção de plásticos, componentes de máquinas ou estruturas, possui durezas homogêneas no seu conjunto e é fornecido já tratado. A sua composição química, propriedades físicas e mecânicas fazem deste aço o

ideal para a aplicação em causa. O Fr3, que é um aço crómio--níquel-molibdénio, é um aço para aplicações de esforço superior aos aços de construção ao carbono. Apresenta uma maior resistência ao desgaste e fadiga. Os elásticos, são um produto standard, que com as suas características, é possível ser encontrado em fornecedores como a Fersorol ou a Sove, entre outros.

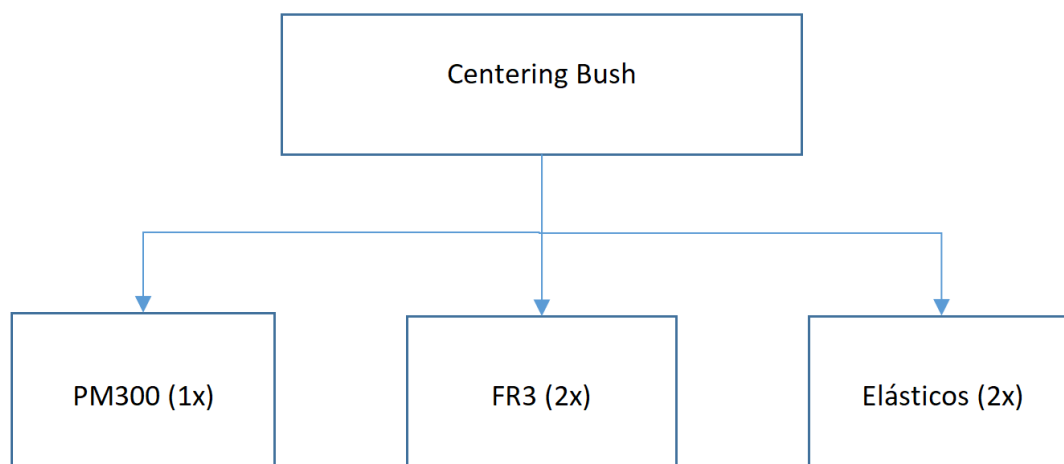


Figura 7. BOM centering bush

3.4 Características técnicas do material

A ALVMAC é uma empresa que trabalha com peças maquinadas para a indústria, há 13 anos, pelo que sendo cliente de vários materiais para a o grupo, a F Ramadas tem preços e prazos de entrega estabelecidos. (Ver tabela 3)

Tipo material	Fornecedor	Preço/quantidade	Lead time (dias úteis)
PM300	F. Ramadas	65€/m	3
FR3	F. Ramadas	57€/m	5
Elásticos	Fersorol ou Sove	0,17€/unidade	2

Tabela 3. BOM materiais

De salientar que a ALVMAC estima e faculta os seguintes dados que serão utilizados em fórmulas presentes abaixo.

Designação	Fornecedor	unidade
Nível de serviço	ALVMAC	95%
Custo venda material	ALVMAC	35€/unidade

Custo de posse	ALVMAC	10€/ano
----------------	--------	---------

Tabela 4. Dados ALVMAC

3.5 Forecast – Inicialização e Método *Holt-Winters* multiplicativo

A informação relativa às vendas, disponibilizada pela ALVMAC, vinha agregada por produto de família. Após a desagregação, construindo uma árvore de produto e por codificação por tipo, foram estudados os valores de vendas nos últimos três anos, para cada uma das referências existentes deste produto.

Ao longo do trabalho foram dados como exemplos de métodos utilizados o produto com a referência 0003812 (Anexo “*Centering Bush 0003812*”). O método é transversal a todas as referências e estas encontram-se em anexo. (Ver anexos).

Como já citado nesse trabalho, os métodos quantitativos são os métodos de previsão baseados em séries de dados históricos nas quais se procura, por meio de análises, identificar padrões de comportamento para que estes sejam projetados para o futuro. Desta forma, foram analisados os comportamentos dos dados históricos de cada uma das peças dos subgrupos elaborados, por meio de gráficos, identificando componentes como nível, tendência e sazonalidade.

Analisado o comportamento das vendas durante três anos, trinta e seis meses de vendas, torna-se possível parametrizar ou procurar um comportamento tipo. Verificou-se através da análise gráfica dos valores de vendas durante esse período que existem os fatores de tendência e sazonalidade. Fatores esses que sustentam a escolha do método de *Holt-Winters*. Devido a um crescimento exponencial das vendas foi utilizado o método *Holt-Winters* multiplicativo.

Aquando da resolução e definição do caso de estudo foram definidos pelo autor alguns pressupostos. Abaixo são indicados alguns pressupostos generalistas e do modelo e questão.

- Os cálculos de necessidade e para matéria-prima são arredondados por excesso;
- Dados referentes a vendas passadas, valores de necessidade de matéria-prima e previsão de vendas futuras, apresentam-se em unidade de centenas de peças.
- Cálculos, fórmulas e métodos com recurso ao *Microsoft Office Excel*;
- Utilização do modelo de *Holt-Winters* multiplicativo, onde equações de atualização de nível, tendência e índices sazonais, são realizadas com recurso ao *Microsoft Office Excel*.
- A minimização do erro quadrático médio e a variação dos três parâmetros α , β e γ , é feito através das respetivas restrições de domínio ($0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$ e $0 \leq \gamma \leq 1$), com recurso ao *Solver*, do *Microsoft Office Excel*.
- A escolha do método foi clara, começando por ser feito despiste de características, colocando o valor total de vendas, de todos os anos disponíveis em um gráfico. (Figura 8)



Figura 8. Gráficos valores de vendas históricas referência 0003812

Na figura acima (8), o eixo das ordenadas representa o valor efetivo de vendas nos últimos três anos, enquanto que o eixo das abscissas representa os dados temporais, de modo a relacionar a venda com a data da mesma. O mesmo se aplica à figura 9, e a todos os gráficos em anexo.

Podemos reconhecer facilmente, com uma análise simples sobre o gráfico, que o mesmo apresenta uma clara tendência e componente sazonal, com picos em maio e junho de todos os anos.

Como referido acima e no enquadramento teórico, o método *Holt-Winters* é o mais indicado para se trabalhar com dados que possuem sazonalidade e tendência. É, no entanto, necessário perceber qual o que melhor se ajusta aos dados em estudo, se o aditivo ou multiplicativo. Este produto, sustentando por um crescimento exponencial das vendas, corrobora a escolha do método de *Holt-Winters* multiplicativo.

Após uma análise inicial, verificou-se que havia pouca discrepância e que para todos os anos o pico incide nos períodos de Maio. Este pico, pode ser explicado, segundo o Eng.º Ricardo, pelo fato que a empresa produz muitas máquinas onde estes *centering bush* são utilizados, com recursos a fundos por parte dos seus clientes. A ALVMAC assume que possa ser essa uma justificação para um pico tão grande neste período em relação aos outros meses do ano.

De forma a definir a sazonalidade, o autor sobrepôs os gráficos dos três anos, valores históricos, para tentar visualmente reconhecer algum padrão sazonal. Facilmente se denota que a componente sazonal é de um ano, doze meses de venda, pois é facilmente identificável um comportamento repetitivo ao longo de cada um dos anos. (figura 9)

Com uma análise mais detalhada dos gráficos (figura 8 e 9), é possível que componentes como o nível e tendência possam ser identificados, embora sejam pequenos. É claro, que o componente mais visível, ao analisar os gráficos dos períodos de vendas, é a sazonalidade.

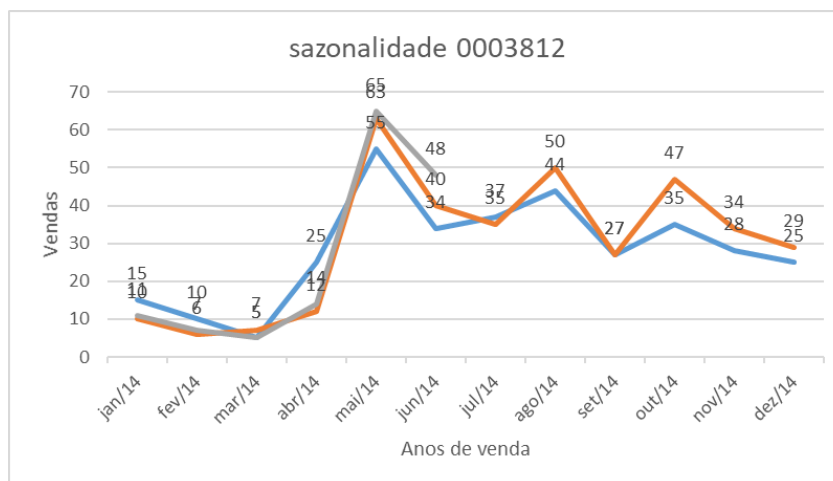


Figura 9. Sazonalidade referência 0003812

Assumindo que a sazonalidade é de 12 meses e sabendo que o método multiplicativo de *Holt-Winters* possui três equações principais:

1. Ajuste de nível;
2. Ajuste da tendência;
3. Sazonalidade,

Foram postos em prática estes conceitos e fórmulas para que o projeto fosse ganhando forma. A partir da fórmula 9, 10 e 11, do enquadramento teórico, foram calculados os valores de inicialização para nível, tendência e sazonalidade, respetivamente.

Inicialmente, foram atribuídos, valores aleatórios para o α , β e γ . Todos eles com o valor de 0,5, onde posteriormente e com recurso à ferramenta *Solver*, o erro quadrático médio da série foi minimizado.

Para utilização da ferramenta *solver*, é necessário apenas selecionar no separador “Dados”, a ferramenta “*Solver*”. Concluído este passo, foi necessário definir o valor objetivo a ser neste caso minimizado, o EQM, e os valores das variáveis a trabalhar, α , β e γ , alfa, beta e gama, respetivamente. Para isso basta selecionar a célula onde queremos que o valor do EQM seja minimizado.

Para se fazer uma correta parametrização dos valores de variáveis, normalmente são definidos limites extensos. Com as variáveis parametrizadas é necessário colocar o programa em funcionamento. Estes passos estão descritos e numerados em anexo. (Ver Anexo “Parametrização do software *Solver*”)

Calculados os valores de inicialização, foram utilizadas as fórmulas 5,6 e 7, para calcular a atualização do nível, tendência e sazonalidade, respetivamente. Estes valores aparecem separados com a sua respetiva designação e símbolo na folha de cálculo e são a base para calcular a pretendida previsão. Previsão essa calculada com recurso à fórmula 8.

Mais uma vez, a previsão foi realizada para 12 meses, considerando os 36 meses de histórico, possuímos três anos como base para previsão do valor de vendas próximo ano.

Postas em prática as fórmulas acima referidas, quer da inicialização, sazonalidade inicial, correção de valores aleatórios com recurso ao *Solver*, cálculo e atualização do EQM, expõem-se para a referência 0003812, uma previsão do próximo período. (ver figura 10)

Observações						Modelo de Holt Winters - Multiplicativo				
t	Yt	a(t)	b(t)	f(t)	Ypt	t	erro t	erro t	% erro t	(erro t) ²
1	15	28,448	0,1144	0,528936	15,074	1	-0,073529412	0,073529412		0,005406574
2	10	28,522	0,0741	0,35242	10,081	2	-0,080760325	0,080760325		0,006522223
3	5	28,55	0,0278	0,116172	5,0463	3	-0,046336688	0,046336688		0,002147089
4	25	28,534	-0,015	0,880364	25,215	4	-0,215384237	0,215384237		0,046390363
5	55	28,486	-0,048	1,938846	55,361	5	-0,360734634	0,360734634		0,130112768
6	34	28,42	-0,067	1,199183	34,126	6	-0,126159047	0,126159047		0,015916105
7	37	28,35	-0,07	1,305712	37,026	7	-0,026249231	0,026249231		0,000689022
8	44	28,283	-0,061	1,553481	43,917	8	0,083062438	0,083062438		0,006899369
9	27	28,247	-0,042	0,853591	26,3	9	0,093752723	0,093752723		0,009950606
10	35	28,228	-0,02	1,236328	34,841	10	0,158610665	0,158610665		0,025157343
11	28	28,23	0,0025	0,989042	27,876	11	0,12383506	0,12383506		0,015335122
12	25	28,25	0,0203	0,882932	24,911	12	0,088834453	0,088834453		0,00789156
13	10	26,62	-1,63	0,434699	14,353	13	-4,353383818	4,353383818		24,53607069
14	6	23,586	-3,034	0,330523	8,807	14	-2,806973117	2,806973117		7,87909808
15	7	23,933	0,3467	0,202152	3,6207	15	3,379269257	3,379269257		11,41946071
16	12	22,401	-1,52	0,803843	21,389	16	-3,383478134	3,383478134		88,16229963
17	63	22,318	0,5169	2,119784	40,463	17	22,53740888	22,53740888		507,934739
18	40	25,184	2,2654	1,286105	28,103	18	11,89707562	11,89707562		141,5404084
19	35	27,336	2,152	1,300054	35,841	19	-0,840526025	0,840526025		0,706483998
20	50	23,963	2,6275	1,579221	45,808	20	4,191614375	4,191614375		17,56363107
21	27	31,837	1,8738	0,330022	31,078	21	-4,078145529	4,078145529		16,63127096
22	47	34,469	2,6326	1,264739	41,678	22	5,322436212	5,322436212		28,32896593
23	34	36,622	2,1522	0,3755	36,695	23	-2,69547182	2,69547182		7,265568333
24	29	37,729	1,1073	0,857403	34,235	24	-5,234715773	5,234715773		27,40224922
25	11	35,911	-1,818	0,452622	19,212	25	-8,212290125	8,212290125		67,44170903
26	7	31,816	-4,094	0,30584	11,268	26	-4,268229337	4,268229337		18,21778167
27	5	27,195	-4,621	0,198065	5,604	27	-0,603998787	0,603998787		0,364814535
28	14	21,665	-5,53	0,768631	18,146	28	-4,146121003	4,146121003		17,19031937
29	65	18,696	-2,969	2,422873	34,203	29	30,79639006	30,79639006		948,4503013
30	48	19,532	0,8366	1,547738	20,226	30	27,77439707	27,77439707		771,4171328
31	56	24,371	4,8364	1,522917	26,481	31	29,51912944	29,51912944		871,3790031
32	65	31,316	6,9446	1,690103	46,128	32	18,87200098	18,87200098		356,152421
33	33	37,71	6,4552	0,917441	35,583	33	-2,58274742	2,58274742		6,670584237
34	52	43,678	5,9069	1,248166	55,934	34	-3,934103803	3,934103803		15,47717273
35	38	47,711	4,0334	0,93551	48,37	35	-10,36367993	10,36367993		107,5302618
36	36	50,025	2,3138	0,826633	44,366	36	-8,365840806	8,365840806		69,98729239

sazonalidade inicial	
1	0,529411765
2	0,352941176
3	0,116470588
4	0,882352941
5	1,341176471
6	1,2
7	1,305882353
8	1,552941176
9	0,352941176
10	1,235294118
11	0,988235294
12	0,882352941

Alfa	Beta	Gamma
0,176245385	0,88889	0,223360815

n(0)	b(0)
28,33333333	0,138888889

Figura 10. Fórmulas no Excel e atualização de valores referência 0003812

Na figura abaixo (ver figura 11), é visível o resultado final da aplicação dos cálculos acima mencionados. Existe já uma coluna com os valores para os próximos 12 meses do produto com a referência 0003812. No entanto, para além da previsão para os próximos períodos, coluna Ypt, é também calculado o valor do EQM.

Para esta referência é importante salientar o comportamento dos dados do produto, onde se consegue perceber que sua procura aumentou, principalmente nos períodos de Maio. Mais uma vez, isso pode acontecer devido a alguns fatores de atividade dos clientes da ALVMAC.

16	12	22,401	-1,532	0,803843	21,389	16	-3,369478134	3,369478134	88,16229963
17	63	22,318	0,5169	2,119784	40,463	17	22,53740888	22,53740888	507,934739
18	40	25,184	2,2654	1,286105	28,103	18	11,89707562	11,89707562	141,5404084
19	35	27,336	2,152	1,300054	35,841	19	-0,840526025	0,840526025	0,706483998
20	50	29,963	2,6275	1,579221	45,808	20	4,191614375	4,191614375	17,56963107
21	27	31,837	1,8738	0,930022	31,078	21	-4,078145529	4,078145529	16,63127096
22	47	34,469	2,6326	1,264739	41,678	22	5,322496212	5,322496212	28,32896593
23	34	36,622	2,1522	0,9755	36,695	23	-2,69547182	2,69547182	7,265568333
24	29	37,729	1,1073	0,857403	34,235	24	-5,234715773	5,234715773	27,40224922
25	11	35,911	-1,818	0,452622	19,212	25	-8,212290125	8,212290125	67,44170909
26	7	31,816	-4,034	0,30584	11,268	26	-4,268229337	4,268229337	18,21778167
27	5	27,195	-4,621	0,198065	5,604	27	-0,603998787	0,603998787	0,364814535
28	14	21,665	-5,53	0,768631	18,146	28	-4,146121003	4,146121003	17,19031937
29	65	18,696	-2,969	2,422873	34,203	29	30,79693006	30,79693006	948,4509013
30	48	19,532	0,8366	1,547738	20,226	30	27,77439707	27,77439707	771,4171328
31	56	24,371	4,8384	1,522917	26,481	31	29,51912944	29,51912944	871,3790031
32	65	31,316	6,9446	1,690103	46,128	32	18,87200098	18,87200098	356,152421
33	33	37,771	6,4552	0,917441	35,583	33	-2,58274742	2,58274742	6,670584237
34	52	43,678	5,9069	1,248166	55,934	34	-3,934103803	3,934103803	15,47717273
35	38	47,711	4,0334	0,93551	48,37	35	-10,36967993	10,36967993	107,5302618
36	36	50,025	2,3138	0,826633	44,366	36	-8,365840806	8,365840806	63,98729233
1					23,69	valor previsto			
2					16,715	23,6895811	31	24%	eqm
3					11,283	16,71486472	19	12%	
4					45,564	11,28300221	14	13%	
5					149,23	45,56440526	54	16%	
6					98,912	149,2337876	180	17%	
7					100,85	98,91213696	115	14%	
8					115,83	100,8495631	88	15%	
9					65	115,8314234	130	11%	
10					91,319	64,99966634	78	17%	
11					70,609	91,31920702	105	13%	
12					64,304	70,6089944	61	16%	
						64,30401586	77	16%	
							média anual	16%	

Figura 11. Previsão valores para os próximos 12 meses

Para todos os cálculos realizados, foi colocado em todos os separadores, para todas as referências, uma tabela resumo. Tabela essa, onde à imagem da figura 12, se encontram resumido os seguintes dados:

1. Valor de sazonalidade inicial para os dados períodos de previsão;
2. Os valores de α , β e γ , otimizados, já atualizados pelo *Solver*;
3. Valor efetivo de previsão,
4. EQM;
5. Erro percentual comparando previsão com valor real de venda.

Resumo referência 003812								
Periodos previsão	Sazonalidade inicial	α otimizado	β otimizado	γ otimizado	Previsão	EQM	Qtd real	diferencial
1	0,529	0,1762456	0,9999900	0,2233608	23,69	114,72	31	24%
2	0,353				16,71		19	12%
3	0,176				11,28		14	19%
4	0,882				45,56		54	16%
5	1,941				149,23		180	17%
6	1,200				98,91		115	14%
7	1,306				100,85		88	15%
8	1,553				115,83		130	11%
9	0,953				65,00		78	17%
10	1,235				91,32		105	13%
11	0,988				70,61		61	16%
12	0,882				64,30		77	16%

Figura 12. Resumo dados referência 0003812

Após estes cálculos e com os dados da BOM (ver figura 7), é necessário comparar os dados, com recurso aos pressupostos de quantidades e valores de venda facultados pelos fornecedores. Interligando estes dados, é exequível ajustar por MP de cada referência do produto, o valor necessário a encomendar, para responder às necessidades previstas.

Segue na mesma folha *Excel* uma tabela de comparação dos dados acima mencionados (ver figura 13), onde é calculada a média e desvio padrão da previsão, utilizando as fórmulas do *Excel*:

- MÉDIA=(X;Y) e DESVIOPAD.P(X;Y), que posteriormente serão necessárias para os cálculos do sistema de revisão contínua.

pm300			
consumo em euros	consumo em mm	relação previsão x bom	consumo em dezenas
130,00 €	2000	23,6895811	236,895811
130,00 €	2000	16,71486472	167,1486472
65,00 €	1000	11,28300221	112,8300221
260,00 €	4000	45,56440526	455,6440526
65,00 €	1000	149,2337876	1492,337876
65,00 €	1000	98,91213696	989,1213696
585,00 €	9000	100,8495631	1008,495631
650,00 €	10000	115,8314234	1158,314234
390,00 €	6000	64,99966634	649,9966634
520,00 €	8000	91,31920702	913,1920702
390,00 €	6000	70,6089944	706,089944
390,00 €	6000	64,30401586	643,0401586
média		71,10922067	
desvio padrão		40,50969732	
consumo total		3 640,00 €	

Figura 13. Relação dados previsão x fornecedor; desvio padrão e média

3.6 Quantidade económica de encomenda, Stock de segurança e Ponto de Encomenda

Como mencionado no enquadramento teórico, quando se trata de casos onde existe uma clara aleatoriedade associada, o modelo de revisão contínua é o mais adequado, pelo que foi o escolhido pelo autor. Com os dados da figura 13, onde se encontram relacionados dados de produto e quantidades de consumo, é possível encontrar os seguintes dados:

- Valor de consumo total;
- Média;
- Desvio padrão.

Estes valores foram necessários e utilizados no posterior cálculo e formulação dos seguintes conceitos: QEE, Ponto de encomenda e stock de segurança.

Posto isto, o QEE foi calculado utilizando o *Excel*, com recurso à fórmula 12. Os valores do QEE foram calculados recorrendo a um cálculo prévio do custo de posse de stock i , (valor fornecido pela ALVMAC). Este valor define a quantidade que, aquando da colocação de uma mesma encomenda, deve ser requisitada.

De salientar que para cada referência foi calculado o valor de QEE, com recurso a valores de taxa de posse de stock fornecido pela empresa.

O ponto de encomenda foi calculado, com recurso às fórmulas 15 e 16, e o stock de segurança, através da fórmula 16, é calculado para todas as referências e encontra-se no mesmo formato resumo, ver tabela 5, tendo em conta que o nível de serviço fornecido e pretendido pela empresa, de 95%.

Foram agregados por referência na mesma folha de cálculo, os valores para cada subproduto da BOM. (Ver figura 14)

pm300			
4 dias	3640,00	peças	0,95
Procura	mês 71,1	dia 3,232237	média da procura diária 3,2322
Leadtime (L)	4		desvio padrão da procura diária 1,8413
nível de segurança z	95% 1,64		
custo posse (H=I*C)	45,5		
interest cost (I)	1,5	15%	
	47		
custo encomenda	10,00		
QEE	19,05547		
Segurança	6,0352		
Ponto encomenda	18,3552		

Figura 14. Cálculo QEE, SS e PE para referência 0003812

Este cálculo ilustrativo do aço PM300, foi elaborado também para o aço FR3 e o elástico, (ver anexo “QEE, SS e PE – *Centering Bush* 0003801”), em cada referência.

Concluído o cálculo para os três materiais, é apresentada uma tabela resumo com os valores, tornando a informação de acesso mais simples e menos dispersa. (Ver tabela 5)

Material	QEE	SS	PE
PM300	19	6	19
FR3	27	12	38
Elástico	79	9	21

Tabela 5. Resumo de valores QEE, SS e PE de todos os materiais da

3.7 Comparação de valores previstos com encomendas firmes

No âmbito do projeto, foi definido como um objetivo, tendo sido o projeto desenvolvido ao longo de mais que um ano fiscal, a comparação das vendas reais com o valor previamente calculado. O que seria considerado também como uma medida de desempenho do projeto realizado. Foi definido pelo autor e o orientador na empresa, Eng.º Ricardo Faria, que esta seria uma forma sensata e mensurável de provar o conceito em causa. Estima-se que o erro entre valor especulado e venda real, apresente valores baixos e sem interferência negativa na projeção do ano, mas sim positiva e fiável.

O cálculo foi feito através do *Excel*, após dados atualizados pela empresa sobre as vendas. Foi utilizada um método simples de cálculo, $=I$ (valor real- valor especulado) / (valor especulado) I.

Em todas as folhas de cálculo para cada referência encontra-se o cálculo feito por mês e a média anual, ver tabela seguinte.

valor previsto	venda real	erro absoluto
23,6895811	31	24%
16,71486472	19	12%
11,28300221	14	19%
45,56440526	54	16%
149,2337876	180	17%
98,91213696	115	14%
100,8495631	88	15%
115,8314234	130	11%
64,99966634	78	17%
91,31920702	105	13%
70,6089944	61	16%
64,30401586	77	16%
	média anual	16%

Figura 15. Comparação valores previsão vs encomendas firmes/vendas

Para todas as referências, na folha de cálculo, este mesmo método de avaliação de desempenho foi replicado. Tal como na figura 15 para a referência 0003812, é calculado o erro entre venda real e valor calculado.

Para todas as referências, o erro entre o valor previsto não excede em caso algum o máximo de 20% (erro atribuído à referência 0003820). Para a referência 0003801 apresenta o valor de 15%, para a referência 0003802 o valor de 17% e para a referência 0003812 apresenta o valor de 16%.

CONCLUSÕES

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.2 TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do projeto passava por criar uma ferramenta de previsão de vendas e controlo de stock em *Excel*, que servisse de ferramenta auxiliar à empresa em época de troca de ERP.

Essa ferramenta foi desenhada e trabalhada em função dos requisitos da ALVMAC, foi para isso utilizado um histórico de três anos de um produto considerado pela empresa como crítico. Foi notória a necessidade de controlo deste produto, felizmente por razões positivas, tratando-se de um produto com imensa margem de lucro que poderá eventualmente originar decisões estratégicas na empresa. Esta ferramenta constata-se como importante para a definição dos materiais, prazos de entrega, preço de compra e para planear a produção. Com base neste projeto tornou-se perceptível que é possível fazer previsões e controlar stocks através de ferramentas como *Excel*, apesar de estas nunca serem tão intuitivas como um software internamente ligado às compras e faturação.

Em tom simplista, para a realização da previsão e ao tentar encontrar um método quantitativo dos citados neste trabalho, optou-se pelo método de séries sazonais, por ser a sazonalidade a característica mais importante no comportamento de dados, utilizando-se do Modelo de *Holt-Winters* multiplicativo. Método esse, que trabalha todas as variáveis presentes nos dados.

O documento com essa previsão e modelo de gestão de stocks, foi devidamente entregue e explicado ao departamento de compras, que assim já tem algum auxílio em relação a valores, métodos e estimativas de quantidades para um futuro planeamento com um *ERP* instalado, onde podem eventualmente calcular cargas de trabalho, planear produção e definir uma estratégia, mas definitivamente a mais valia passa pelo departamento de compras saber com mais detalhe as quantidades e quando as comprar. No projeto em si e como medida de avaliação de desempenho do método foram utilizados o EQM, mas principalmente o cálculo do erro entre valores previstos de vendas e as vendas reais. Tal como supramencionado, os erros entre os valores previstos de venda e as vendas reais, não excedem em caso algum os 20%. Para a referência 0003801 apresenta o valor de 15%, para a referência 0003802 o valor de 17% e para a referência 0003812 apresenta o valor de 16%. O erro maior entre valores previstos e vendas reais, é atribuído à referência 0003820.

4.2 TRABALHOS FUTUROS

Para desenvolvimento futuro foram dadas algumas indicações de oportunidades de melhoria ou esforços adicionais que a ALVMAC possa considerar:

Seria interessante, visto estarem a implementar um ERP completo com modelos de gestão de stocks, obter dos fornecedores e clientes as informações pretendidas.

Informações relativas a previsões. Deveria ser feito um trabalho colaborativo entre o departamento de compras/comercial da empresa, fornecedores e clientes.

Concluindo, o autor afirma que os resultados finais são satisfatórios, contribuindo assim positivamente para as necessidades expostas pelas mesmas neste período de tempo.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 LIVROS E ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 LIVROS E ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS

Armstrong, J.S. (2001). Selecting Forecasting Methods. In *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

Ballou, Ronald H (2006), *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial (5ª Edição)*, Porto Alegre: Bookman.

Barut, Mehmet, Faisst, Wolfgang, & Kanet, John J. (2002). Measuring supply chain coupling: an information system perspective. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 8(3), 161-171. doi: 10.1016/s0969-7012(02)000060.

Caiado, J. (2011). *Métodos de previsão em Gestão com aplicações em Excel (1ª Edição)*, Lisboa: Edições Sílabo.

Carvalho, José Crespo (2017), *Logística e Gestão da Cadeia de abastecimento (2ª Edição)*, Lisboa: Edições Sílabo.

Christopher, M. (1992). Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and improving Services (1st Ed ed.). London: Pitman Publishing.

Gentry, Travis W., Bogdan M. Wilamowski, and Larry R. Weatherford (1995). A Comparison of Traditional Forecasting Techniques and Neural Networks. *ANNIE'95 - Artificial Neural Networks in Engineering*, St. Louis, Missouri, USA, November 12-15, 1995.

Gonçalves, J. (2010). *Gestão de Aprovisionamento (2ª Edição)*. Porto: Publindústria.

Kazmier, L. (2007), *Estatística aplicada à administração e economia (4ª Edição)*, Porto Alegre: Bookman.

Khan, Mehmood, Jaber, Mohamad Y., & Bonney, Maurice. (2011). An economic order quantity (EOQ) for items with imperfect quality and inspection errors. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 113-118. doi: 10.1016/j.ijpe.2010.01.023

Lewis, C. (1997). Demand Forecasting and Inventory Control: *Woodhead Publishing*.

Ling, L. (2007). Supply chain management: Concepts, techniques and practices: Enhancing value through collaboration. *World scientific publishing company*.

Moura, B. (2006), *Logística: Conceitos e tendências (1ª Edição)*, V.N. Famalicão: Centro Atlântico.

Plinere, D., & Borisov, A. (2015). Case Study on Inventory Management Improvement. *Information Technology and Management Science*, 18(1), 91-96.

Shekarian, E., Kazemi, N., Abdul-Rashid, S. H., & Olugu, E. U. (2017). Fuzzy inventory models: A comprehensive review. *Applied Soft Computing*, 55, 588-621.

Syntetos, Aris A., & Boylan, John E. (2006). On the stock control performance of intermittent demand estimators. *International Journal of Production Economics*, 103(1), 36-47. doi: 10.1016/j.ijpe.2005.04.004

Taylor, J.W. (2010). Triple Seasonal Methods for Short-Term Electricity Demand Forecastin. *European Journal of Operational Research*, 204, 139-152, 2010.

Yu, Y., Shou, B., Ni, Y., & Chen, L. (2017). Optimal production, pricing, and substitution policies in continuous review production-inventory systems. *European Journal of Operational Research*, 260(2), 631-649.

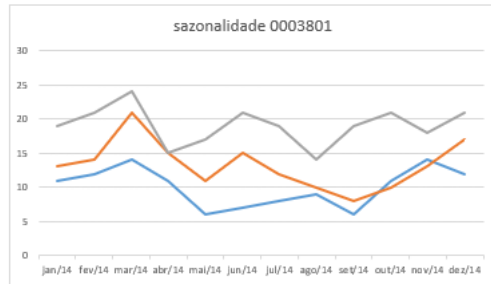
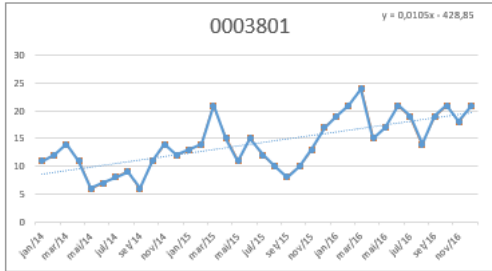
Waters, D. (2003). *Inventory Control and Management* (0002 ed.). England: John Wiley & Sons.

ANEXOS

- 6.1 ANEXO *Centering Bush* 0003801
- 6.2 ANEXO *Centering Bush* 0003802
- 6.3 ANEXO *Centering Bush* 0003812
- 6.4 ANEXO *Centering Bush* 0003820
- 6.5 ANEXO QEE, SS e PE – *Centering Bush* 0003801
- 6.6 ANEXO QEE, SS e PE – *Centering Bush* 0003802
- 6.7 ANEXO QEE, SS e PE – *Centering Bush* 0003812
- 6.8 ANEXO QEE, SS e PE – *Centering Bush* 0003820
- 6.9 ANEXO Parametrização do software *Solver*

6 ANEXOS

6.1 ANEXO Centering Bush 0003801



Modelo de Holt-Winters - Multiplicativo

Alfa 0,045107274
Beta E-05
Gamma 0,178352038

Observações	t	Yt	level	trend	season	forecast	t	erro t	erro t1	% erro t	(erro t)²
1	11	10,335	0,2633	1,0702618	1,288		1	-0,287878788	0,287878788	0,082874137	
2	12	10,576	0,2633	1,1470534	12,614		2	-0,613907987	0,613907987	0,376883017	
3	14	10,898	0,2633	1,2639398	15,05		3	1,050552391	1,050552391	1,103930068	
4	11	11,025	0,2633	1,0585734	12,676		4	-1,075787863	1,075787863	1,157319538	
5	6	11,234	0,2633	0,5477188	6,7173		5	-0,717301905	0,717301905	0,514522023	
6	7	11,434	0,2633	0,6305379	7,9822		6	-0,982231575	0,982231575	0,964778867	
7	8	11,625	0,2633	0,7189344	9,2812		7	-1,28189928	1,28189928	1,64447632	
8	9	11,807	0,2633	0,7913711	10,612		8	-1,611742863	1,611742863	2,577175396	
9	6	11,982	0,2633	0,5218539	7,983		9	-1,18236429	1,18236429	1,395404511	
10	11	12,148	0,2633	0,9463814	13,353		10	-2,358640745	2,358640745	5,563186163	
11	14	12,306	0,2633	1,937127	17,233		11	-3,232641645	3,232641645	10,449972	
12	12	12,458	0,2633	1,019376	14,96		12	-2,353670683	2,353670683	8,753650552	
13	13	12,636	0,2633	1,0343765	13,616		13	-0,616582625	0,616582625	0,378007399	
14	14	12,926	0,2633	1,0974215	14,865		14	-0,865432458	0,865432458	0,74897334	
15	21	13,314	0,2633	1,5189063	17,362		15	3,637641312	3,637641312	13,23243432	
16	15	13,63	0,2633	1,082193	13,83		16	1,63545267	1,63545267	1,367836133	
17	11	14,174	0,2633	0,725017	7,6039		17	3,330106492	3,330106492	11,45232196	
18	15	14,68	0,2633	0,9248784	9,1034		18	5,89577739	5,89577739	34,769629	
19	12	15,203	0,2633	0,7719773	10,764		19	1,236323914	1,236323914	1,52849682	
20	10	15,339	0,2633	0,6891353	12,24		20	-2,239756321	2,239756321	5,058508376	
21	8	15,53	0,2633	0,5150339	8,1422		21	-0,142174249	0,142174249	0,020219371	
22	10	15,615	0,2633	0,7003016	15,013		22	-5,0104241	5,0104241	25,1044212	
23	13	15,653	0,2633	0,911731	18,955		23	-5,95453341	5,95453341	35,45646813	
24	17	15,955	0,2633	1,0533503	16,14		24	0,860425187	0,860425187	0,740331503	
25	19	16,317	0,2633	1,1353573	16,776		25	2,224062729	2,224062729	4,946455022	
26	21	16,636	0,2633	1,2213289	16,196		26	2,80431647	2,80431647	7,864190865	
27	24	16,907	0,2633	1,4417304	25,76		27	-1,760276023	1,760276023	3,09857679	
28	15	17,022	0,2633	0,9261718	18,582		28	-3,58245738	3,58245738	12,83400088	
29	17	17,564	0,2633	0,9135689	12,532		29	4,467761537	4,467761537	19,96089369	
30	21	18,049	0,2633	1,1101103	16,485		30	4,51491314	4,51491314	20,38444066	
31	19	18,537	0,2633	0,9858226	14,137		31	4,863210324	4,863210324	23,65094968	
32	14	18,835	0,2633	0,7288013	12,888		32	1,16389379	1,16389379	1,34488112	
33	19	19,998	0,2633	0,8529107	9,8891		33	9,110883798	9,110883798	83,00820359	
34	21	20,685	0,2633	0,9467486	14,365		34	6,634732542	6,634732542	44,0196759	
35	18	20,894	0,2633	0,8727237	19,093		35	-1,093493748	1,093493748	1,208886503	
36	21	21,102	0,2633	1,0083021	22,299		36	-1,239496838	1,239496838	1,536363635	

a(0)	10,08333333
b(0)	0,263888889

sazonalidade inicial	
1	1,09030301
2	1,190082645
3	1,388423752
4	1,09030301
5	0,694214876
6	0,694214876
7	0,79339843
8	0,832561963
9	0,595041322
10	1,09030301
11	1,388423752
12	1,190082645

Previsão

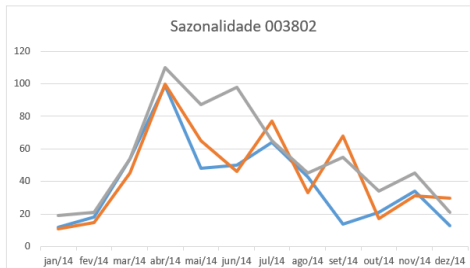
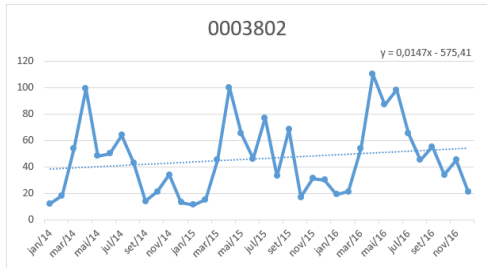
1	24,258	17	43%
2	26,43	30	12%
3	31,585	34	7%
4	20,522	25	18%
5	20,494	20	2%
6	25,194	27	7%
7	22,165	24	8%
8	16,872	21	20%
9	20,022	23	13%
10	22,471	25	18%
11	20,95	27	22%
12	24,471	20	22%

Resumo referência 003812

Periodos prev	Sazonalidade in	alpha otimizada	beta otimizada	gamma otimizada	Previsão	EQM	Qtd res	diferencial
1	0,529	0,1762456	0,3993900	0,2233608	23,69	114,72	17,00	43%
2	0,353				16,71		30,00	12%
3	0,176				11,28		34,00	7%
4	0,882				45,56		25,00	18%
5	1,941				149,23		20,00	2%
6	1,200				98,91		27,00	7%
7	1,306				100,85		24,00	8%
8	1,553				115,83		21,00	20%
9	0,953				65,00		23,00	13%
10	1,235				91,32		25,00	10%
11	0,988				70,61		27,00	22%
12	0,882				64,30		20,00	22%

total diferencial 15%

6.2 ANEXO Centering Bush 0003802



Modelo de Holt-Winters - Multiplicativo

Alfa 0,33333
Beta 0,33333
Gamma 0,33333

a(0) 39,167
b(0) 0,6042

Observações	t	Yt	level	trend	season	forescat	erro t	erro t-1	% erro t	erro t-2	
1	12	39,16667271	1,20833E-05	0,306382373	12,18510638	1	-0,185	0,351	0,034254373	1	0,306383
2	18	39,16666667	-6,0413E-06	0,459574468	18,00000833	2	-8E-06	8E-06	6,93849E-11	2	0,459574
3	54	39,16666667	-3,02073E-10	1,378723404	53,99999167	3	8E-06	8E-06	6,93723E-11	3	1,378723
4	39	39,16666667	6,04067E-11	2,527659574	39	4	-9E-10	9E-10	6,33479E-16	4	2,527659
5	48	39,16666667	6,04067E-16	1,225531915	48	5	-7E-11	7E-11	5,4798E-21	5	1,225532
6	50	39,16666667	6,04067E-21	1,276535745	50	6	0	0	0	6	1,276536
7	64	39,16666667	6,04067E-26	1,634042553	64	7	0	0	0	7	1,634043
8	43	39,16666667	6,04067E-31	1,031872234	43	8	0	0	0	8	1,031872
9	14	39,16666667	6,04067E-36	0,357446809	14	9	0	0	0	9	0,357447
10	21	39,16666667	6,04067E-41	0,536770213	21	10	0	0	0	10	0,536771
11	34	39,16666667	6,04067E-46	0,868089506	34	11	0	0	0	11	0,868089
12	13	39,16666667	6,04067E-51	0,331846934	13	12	0	0	0	12	0,331846
13	11	35,90281042	-3,263823611	0,306382373	12	13	-1	1	1	13	-1
14	15	32,63888889	-3,263823626	0,459574468	15,0000045	14	-4E-05	4E-05	2,02499E-09	14	-4E-05
15	45	32,63888889	-6,52791E-05	1,378723404	40,4930955	15	4,5	4,5	20,25040497	15	4,5
16	100	38,96220133	6,322949493	2,527659575	82,49979525	16	17,5	17,5	306,2686627	16	17,5
17	65	53,03812892	13,47584306	1,225531915	56,96948242	17	8,0305	8,0305	64,48921257	17	8,0305
18	46	36,03363814	-17,00418597	1,276535745	84,91845393	18	-38,91	38,911	154,101221	18	-38,91
19	17	47,1221849	11,08019594	1,634042553	31,08493346	19	45,305	45,305	2107,275029	19	45,305
20	33	30,05842106	-17,06341233	1,097872234	63,90749009	20	-30,91	30,907	955,2729437	20	-30,91
21	68	190,2363228	160,1761293	0,357446809	4,645024396	21	63,355	63,355	4013,852394	21	63,355
22	17	31,70353627	-158,5235995	0,536770212	167,880719	22	-170,9	170,88	23200,22013	22	-170,9
23	31	25,70395307	3,397397566	0,868089507	-100,8853596	23	141,09	141,09	18905,68989	23	141,09
24	30	90,38410861	54,67444278	0,331846934	13,17939687	24	16,821	16,821	282,3326964	24	16,821
25	19	62,01471934	-28,36855884	0,306382373	44,44347906	25	-25,44	25,443	647,3702197	25	-25,44
26	21	45,63432396	-6,32059586	0,459574468	15,46291632	26	5,5371	5,5371	30,6523573	26	5,5371
27	54	39,1666667	-6,527659574	1,378723404	40,49939671	27	13,502	13,502	182,294378	27	13,502
28	10	43,51840972	4,351732185	2,527659575	82,49956195	28	27,5	27,5	756,2740929	28	27,5
29	17	70,98335214	27,47071123	1,225531915	58,66636668	29	28,334	28,334	802,793644	29	28,334
30	76	76988361	5,777749401	1,276535745	25,8338979	30	-27,89	27,894	765,9409034	30	-27,89
31	65	39,77907349	-36,98736246	1,634042553	134,8814412	31	-69,88	69,881	4883,45831	31	-69,88
32	45	40,98799013	1,208534676	1,097872234	3,064320365	32	41,935	41,935	1758,550904	32	41,935
33	55	153,8679309	112,878624	0,357446809	15,08301912	33	39,917	39,917	1533,365841	33	39,917
34	34	63,4147382	-30,4518574	0,536770212	143,028642	34	-19	19,02	1895,12326	34	-19
35	45	51,83744652	-11,57807403	0,868089507	-23,46992563	35	68,47	68,47	4688,19078	35	68,47
36	21	63,26900067	11,43132405	0,331846934	13,36288534	36	7,6373	7,6373	58,32857524	36	7,6373
1					22,88630799	22	4%				
2					29,33936667	40	1%				
3					134,512354	140	4%				
4					275,500478	170	62%				
5					147,585448	145	2%				
6					169,3280146	130	29%				
7					234,1391289	167	40%				
8					169,8623617	141	20%				
9					59,39019505	80	1%				
10					95,21430789	100	5%				
11					164,0738609	123	27%				
12					66,53064409	70	5%				

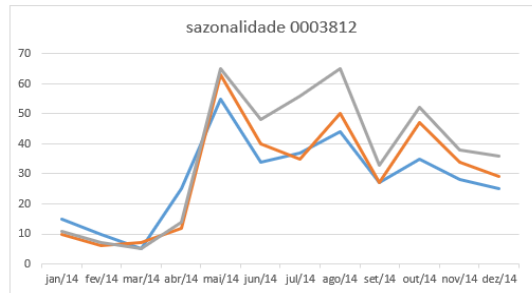
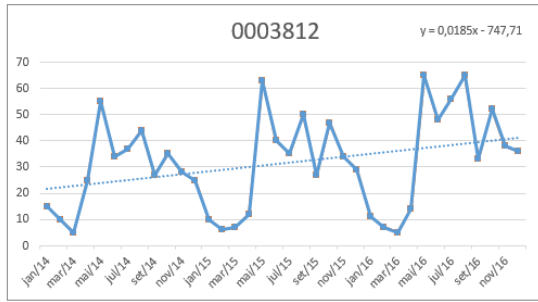
sazonalidade inicial	1
1	0,306383
2	0,459574
3	1,378723
4	2,527659
5	1,225532
6	1,276536
7	1,634043
8	1,031872
9	0,357447
10	0,536771
11	0,868089
12	0,331846

Resumo referência 003812

Periodos	Sazonalidade inicial	α otimizada	β otimizada	γ otimizada	Previsão	EQM	Qtd real	diferencial
1	0,306				22,89		22,00	4%
2	0,460				39,58		40,00	1%
3	1,379				134,51		140,00	4%
4	2,528				275,50		170,00	62%
5	1,226				147,59		145,00	2%
6	1,277				168,33		130,00	23%
7	1,634				234,14		167,00	40%
8	1,096				169,86		141,00	20%
9	0,357				59,39		60,00	1%
10	0,536				95,21		100,00	5%
11	0,868				164,08		123,00	27%
12	0,332				66,53		70,00	5%

total diferencial 17%

6.3 ANEXO Centering Bush 0003812



Modelo de Holt Winters - Multiplicativo

Alfa	0,1762456
Beta	0,9989900
Gama	0,2233608

a(0)	28,33333333
b(0)	0,13888889

Observações	t	Yt	level	trend	season	forescal	t	erro t	leerro t	% erro t	leerro t^2
1	1	28,448	0,1144	0,5289363	15,074	1	-0,073529412	0,073529412	0,005496574		
2	15	28,522	0,0741	0,3524202	30,081	2	-0,080760325	0,080760325	0,006522223		
3	5	28,55	0,0278	0,176172	5,0463	3	-0,046336688	0,046336688	0,002147089		
4	25	28,534	-0,0152	0,8809641	25,215	4	-0,215384237	0,215384237	0,046390369		
5	55	28,486	-0,048	1,9388461	55,361	5	-0,360794634	0,360794634	0,130172768		
6	34	28,42	-0,0665	1,1991832	34,126	6	-0,126159047	0,126159047	0,015916105		
7	37	28,35	-0,07	1,385712	37,025	7	-0,026243231	0,026243231	0,000688022		
8	44	28,285	-0,0605	1,5534614	43,917	8	0,083052438	0,083052438	0,006893684		
9	27	28,247	-0,0422	0,9535909	26,9	9	0,099752723	0,099752723	0,009950606		
10	35	28,228	-0,0195	1,236328	34,841	10	0,158810665	0,158810665	0,025157343		
11	28	28,23	0,0025	0,9890424	27,876	11	0,12383506	0,12383506	0,015335122		
12	25	28,25	0,0023	0,8622916	24,911	12	0,088834453	0,088834453	0,007891956		
13	10	28,62	-1,6302	0,4946391	14,953	13	-4,95338918	4,95338918	24,53607069		
14	6	23,586	-3,034	0,3305232	8,807	14	-2,888373117	2,888373117	7,87808808		
15	7	23,933	0,3467	0,2021515	6,6207	15	3,379269257	3,379269257	11,41946071		
16	12	22,401	-1,5317	0,8038426	21,389	16	-9,389478134	9,389478134	88,16228963		
17	63	22,918	0,5169	2,1187841	40,463	17	22,53740888	22,53740888	507,934799		
18	40	25,194	2,2654	1,2861048	28,103	18	11,89707562	11,89707562	141,5404084		
19	35	27,336	2,162	1,3000545	35,841	19	-0,840526025	0,840526025	0,706403986		
20	50	29,963	2,6275	1,5792209	45,808	20	4,18164375	4,18164375	17,58363107		
21	27	31,837	1,8738	0,9300222	31,078	21	-4,078145529	4,078145529	16,63127096		
22	47	34,469	2,6326	1,2647389	41,678	22	5,322496212	5,322496212	28,32896593		
23	34	36,622	2,1522	0,9754998	36,695	23	-2,6954782	2,6954782	7,265968333		
24	29	37,729	1,1073	0,8574032	34,235	24	-5,234715773	5,234715773	27,40224822		
25	11	35,911	-1,8184	0,4526218	19,212	25	-8,212290125	8,212290125	67,44170809		
26	7	31,816	-4,0944	0,3089389	11,289	26	-4,288223337	4,288223337	18,37781917		
27	5	27,195	-4,621	0,198065	5,604	27	-0,603998787	0,603998787	0,364814535		
28	14	21,665	-5,53	0,7686311	18,146	28	-4,146121003	4,146121003	17,1931937		
29	65	18,696	-2,9695	2,4228729	34,203	29	30,79693006	30,79693006	948,4509013		
30	48	19,532	0,8366	1,5477385	20,226	30	27,77439707	27,77439707	771,4171328		
31	56	24,371	4,8384	1,5229169	26,481	31	29,51912944	29,51912944	871,3790031		
32	65	31,316	6,9446	1,6300134	45,128	32	18,87200388	18,87200388	355,152421		
33	33	37,771	6,4552	0,9174407	35,583	33	-2,58274742	2,58274742	6,670984237		
34	52	43,678	5,9069	1,2481663	55,934	34	-9,934103803	9,934103803	98,68712723		
35	38	47,711	4,0334	0,9355098	48,37	35	-10,36967993	10,36967993	107,5302618		
36	36	50,025	2,3138	0,8266331	44,366	36	-8,365848086	8,365848086	69,98729239		

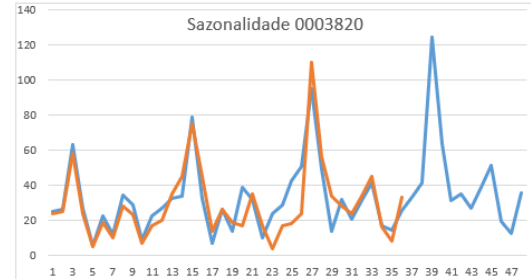
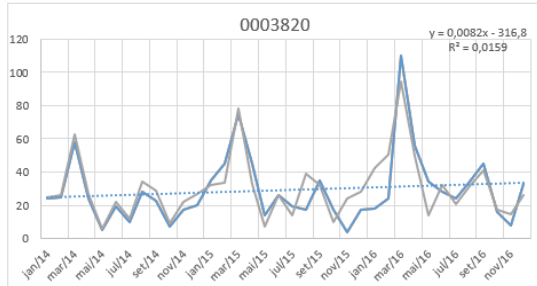
sazonalidade inicial	
1	0,529411765
2	0,352941176
3	0,176470588
4	0,882352941
5	1,941176471
6	1,2
7	1,305882353
8	1,552941176
9	0,952941176
10	1,235294118
11	0,988235294
12	0,882352941

Previsão	valor previsto	valor real	erro absoluto	egm
1	23,69	31	7,31	24%
2	16,75	23,6895811	6,9395811	14%
3	11,283	16,71486472	5,43186472	12%
4	45,564	11,28300221	34,281	19%
5	149,23	45,56440526	103,66559474	16%
6	98,912	149,2337876	50,3215874	17%
7	100,85	98,91213696	1,93786304	14%
8	115,83	100,8495631	14,9804369	15%
9	65	115,8314234	50,8314234	15%
10	91,39	64,9956634	26,3943366	17%
11	70,609	91,31820702	20,70920702	13%
12	64,304	70,6089944	6,3049944	16%
		64,30401586	0,00401586	16%
				média anual 16%

Periodos pre	Sazonalidade	α otimizado	β otimizado	γ otimizado	Previsão	EQM	Qtd real	diferencial
1	0,529				23,69		31	24%
2	0,353				16,71		19	12%
3	0,176				11,28		14	19%
4	0,882				45,56		54	16%
5	1,941				149,23		160	17%
6	1,200				98,91		115	14%
7	1,306				100,85		88	15%
8	1,553				115,83		130	11%
9	0,953				65,00		78	17%
10	1,235				91,32		105	13%
11	0,988				70,61		61	16%
12	0,882				64,30		77	16%

total diferencial 16%

6.4 ANEXO Centering Bush 0003820



Modelo de Holt Winters - Multiplicativo

Alfa	0,00496
Beta	1
Gama	0,62531

Observações	demand	at	bt	st	forecast	erro t	erro t1	% erro t	erro t2
t	Yt	n-a	b	St	Ypt				
1	22,28443776	0,67777	1,0891	24,6846	1	-0,68465385	0,68465385	3%	0,468658225
2	22,30164019	0,6172	1,1618	26,4256	2	-1,42562501	1,42562501	6%	2,032408354
3	23,51790706	0,69635	2,54937	62,3584	3	-4,358432565	4,358432565	19%	24,58307853
4	24,13320437	0,61521	1,03916	26,7334	4	-2,733422902	2,733422902	11%	7,471600759
5	24,74700019	0,6138	0,21338	5,71117	5	-0,711173518	0,711173518	14%	0,505757772
6	25,35905578	0,6121	0,73963	22,2395	6	-3,239467278	3,239467278	17%	10,49414824
7	25,96321021	0,61011	0,41525	11,9867	7	-1,986703713	1,986703713	20%	3,946991645
8	26,57706357	0,60785	1,14778	34,3487	8	-6,348665683	6,348665683	23%	40,30959595
9	27,18237714	0,60531	0,33015	28,3578	9	-5,857834899	5,857834899	25%	34,3142297
10	27,7848725	0,6025	0,28001	6,91756	10	-1,977561617	1,977561617	28%	1,977561617
11	28,38427663	0,5994	0,67221	22,2732	11	-5,273167119	5,273167119	31%	27,80629146
12	28,98031209	0,59604	0,78207	26,7542	12	-6,75465943	6,75465943	34%	45,61975759
13	29,57752587	0,59271	1,14614	32,2117	13	-2,788262695	2,788262695	8%	7,774408857
14	30,17940718	0,60188	1,34311	33,6805	14	11,31947429	11,31947429	25%	128,1304983
15	30,78066152	0,60125	2,4811	78,4728	15	-3,472830498	3,472830498	5%	12,06055167
16	31,38740305	0,60674	1,27798	32,5109	16	12,38905172	12,38905172	28%	83,4868025
17	32,00861841	0,62221	0,34896	6,62097	17	7,173002973	7,173002973	51%	51,45234116
18	32,63177592	0,62236	0,7979	26,0935	18	-0,093510768	0,093510768	0%	0,008744264
19	33,25968925	0,62791	0,50969	13,8088	19	-5,191238046	5,191238046	0%	26,94895245
20	33,87882262	0,61913	0,75675	38,8955	20	-21,89546326	21,89546326	129%	479,4113112
21	34,49379781	0,62056	0,98161	32,1229	21	2,87712992	2,87712992	8%	8,277876579
22	35,13171205	0,63233	0,40342	9,83408	22	7,165920178	7,165920178	42%	51,35041199
23	35,75332421	0,61881	0,33304	24,0411	23	-20,04107376	20,04107376	501%	401,644376
24	36,38220211	0,61888	0,59167	28,443	24	-11,44295721	11,44295721	11%	103,9412696
25	36,9642908	0,62009	0,74713	42,3775	25	-24,37750904	24,37750904	135%	594,262947
26	37,55731368	0,59302	0,91632	50,456	26	-26,45959643	26,45959643	110%	699,9176304
27	38,15318312	0,59887	2,72445	94,655	27	15,3450123	15,3450123	14%	235,4684026
28	38,7513861	0,5982	1,37915	49,5205	28	6,479513174	6,479513174	12%	41,98409098
29	39,37632195	0,62494	0,6604	13,7316	29	20,2684136	20,2684136	60%	41,808599
30	39,99899712	0,62268	0,73865	31,917	30	-3,91698326	3,91698326	14%	15,34287589
31	40,62464892	0,62565	0,55877	20,7043	31	3,29565195	3,29565195	14%	10,1061007
32	41,25199377	0,62734	0,79759	31,2163	32	2,783735983	2,783735983	8%	7,749358023
33	41,88116292	0,62917	1,03782	41,1092	33	3,890795791	3,890795791	9%	15,13829188
34	42,50902039	0,62786	0,38706	17,1497	34	-1,149723784	1,149723784	7%	12,12864778
35	43,12807975	0,61906	0,24373	14,3663	35	-6,366336552	6,366336552	80%	40,53024109
36	43,75267482	0,6246	0,69007	25,9937	36	7,116268277	7,116268277	22%	50,6427418

a(0)	21,6666667
b(0)	0,61805556

sazonalidade inicial	
1	1,10769231
2	1,15384615
3	2,76763208
4	1,10769231
5	0,23076923
6	0,87692308
7	0,46153846
8	1,29230769
9	1,06153846
10	0,32307692
11	0,78461538
12	0,92307692

Período	Previsão EQM	medias EQM	d. absoluto med. 7,47907	44%
1	33,165	44	28%	
2	124,307	60	31%	
3	63,7863	130	4%	
4	30,9663	37	72%	
5	35,0861	30	3%	
6	26,8907	40	12%	
7	36,8916	23	17%	
8	51,2413	47	17%	
9	19,3525	61	16%	
10	12,3383	21	8%	
11	35,3648	17	27%	
12		40	12%	

Resumo referência 0003812

Período	Sazonalidade ir	α otimizado	β otimizado	γ otimizado	Previsão EQM	Qtd real	diferencial
1	1,108				33,16	44,00	25%
2	1,154				41,26	60,00	31%
3	2,677				124,31	130,00	4%
4	1,108				63,79	37,00	72%
5	0,231				30,96	30,00	3%
6	0,877				35,09	40,00	12%
7	0,462	0,0004603	0,99999990	0,60651229	26,89	23,00	17%
8	1,292				38,88	47,00	17%
9	1,062				51,24	61,00	16%
10	0,323				19,35	21,00	8%
11	0,785				12,34	17,00	27%
12	0,923				35,36	40,00	12%

total diferencial 20%

6.5 ANEXO QEE, SS e PE – *Centering Bush* 0003801

Pressupostos fornecedor, valor de QEE, SS e PE – Referência 0003801

pm300			
consumo em euro	consumo em mm	relação previsão x bom	consumo em dezenas
195,001	360	24,2582797	242,582797
130,001	240	26,43045853	264,3045853
195,001	360	31,56526753	315,6526753
130,001	240	20,52203921	205,2203921
130,001	240	20,48388069	204,8388069
130,001	240	25,18365931	251,8365931
130,001	240	22,16527269	221,6527269
130,001	240	16,8716271	168,716271
130,001	240	20,0218113	200,218113
130,001	240	22,47708274	224,7708274
130,001	240	20,94994807	209,4994807
130,001	240	24,4706371	244,706371
Pressupostos: fornecedor			
consumo mp 1000mm	custo	1	65,00
unidade por encomenda			120 unidades
média		22,949997	
desvio padrão		3,624993018	
consumo total 1690,001			

fr3				
consumo em euros	consumo em mm	previsão	relação previsão x bom	valor em dezenas
114	560	24,2582797	48,5165594	486
114	560	26,43045853	52,86091705	529
171	840	31,56526753	63,13053506	632
114	560	20,52203921	41,04407841	411
114	560	20,48388069	40,96776139	410
171	840	25,18365931	50,36731861	504
114	560	22,16527269	44,33054537	444
114	560	16,8716271	33,74325421	338
114	560	20,0218113	40,04362261	401
114	560	22,47708274	44,95416548	450
114	560	20,94994807	41,89989614	419
114	560	24,4706371	48,94127419	490
Pressupostos: fornecedor				
consumo mp 2 x bom	custo	1		57,00
unidade por encomenda				280 unidades
média		45,89999399		
desvio padrão		7,249986037		
consumo total 4499,001				

elástico				
consumo em euro	consumo em mm	previsão	relação previsão x bom	valor em dezenas
51	300	23,6895811	24,2582797	242,582797
51	300	16,71486472	26,43045853	264,3045853
51	300	11,28300221	31,56526753	315,6526753
51	300	45,56440526	20,52203921	205,2203921
51	300	149,2337876	20,48388069	204,8388069
51	300	98,91213696	25,18365931	251,8365931
51	300	100,8495631	22,16527269	221,6527269
51	300	115,8314234	16,8716271	168,716271
51	300	64,99966634	20,0218113	200,218113
51	300	91,31920702	22,47708274	224,7708274
51	300	70,6089944	20,94994807	209,4994807
51	300	64,30401586	24,4706371	244,706371
Pressupostos: fornecedor				
consumo mp 2 peças bom	custo			151,00
unidade por encomenda				300
média		22,949997		
desvio padrão		3,624993018		
consumo total 612,001				

pm300			FR3		
Prazo reposição fornecedor r	C aquisição	ível de serviço	Prazo reposição fornecedor r	C aquisição	ível de serviço
4 dias	1630,00 peças	0,95	4 dias	1482,00 peças	0,95
Procura	mês 22,95	dia 1,0431817	Procura	mês 45,89999	dia 2,0863634
Leadtime (L)	4		Leadtime (L)	4	
nível de segurança z	95% 1,64		nível de segurança z	95% 1,64	
custo de venda	120		custo de venda	120	
custo posse (H*I*C)	21,125		custo posse (H*I*C)	18,525	
interest cost (I)	1,5	15%	interest cost (I)	0,125	15%
			custo encomenda	18,65	
			custo encomenda	10,00	
			QEE	24,30371	
					$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$
			Ssegurança	1,080907	
			Ponto encomenda	9,42636	
					$s = \bar{D}_L + SS_L$

FR3		
Prazo reposição fornecedor r	C aquisição	ível de serviço
4 dias	1482,00 peças	0,95
Procura	mês 45,89999	dia 2,0863634
Leadtime (L)	4	
nível de segurança z	95% 1,64	
custo de venda	120	
custo posse (H*I*C)	18,525	
interest cost (I)	0,125	15%
custo encomenda	18,65	
custo encomenda	10,00	
QEE	24,30371	
		$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$
Ssegurança	1,080907	
Ponto encomenda	9,42636	

Material	QEE	SS	PE
PM300	16	1	5
FR3	24	1	9
Elástico	25	0	2

6.6 ANEXO QEE, SS e PE – Centering Bush 0003802

Pressupostos fornecedor, valor de QEE, SS e PE – Referência 0003802

pm300					
Pressupostos: fornecedor		consumo em euro	consumo em mm	relação previsão x bom	consumo em dezenas
		130,00	2000	22,88690799	228,8690799
		260,00	4000	39,58390667	395,8390667
		715,00	11000	134,512354	1345,12354
consumo 1000mm	custo #####	1430,00	22000	275,500478	2755,00478
		780,00	12000	147,5854418	1475,854418
unidade por encor	120 unidades	845,00	13000	168,3280148	1683,280148
		1365,00	21000	234,1391289	2341,391289
		910,00	14000	169,8623617	1698,623617
		325,00	5000	59,39011505	593,9011505
		585,00	9000	95,21430789	952,1430789
		1105,00	17000	164,0798609	1640,798609
		390,00	6000	66,53064409	665,3064409
			média	131,4677935	
			desvio padrão	74,392556	
			consumo total	8840,00	

Fr3						
Pressupostos: fornecedor		consumo em euro	consumo mp	previsão	relação previsão x bom	consumo em dezenas
		114,00	560	22,88690799	45,77381599	457,7381599
		171,00	840	39,58390667	79,16781333	791,6781333
		513,00	2520	134,512354	269,024708	2690,24708
consumo 2 x bom	custo I 57,00	1083,00	5320	275,500478	551,000956	5510,00956
		570,00	2800	147,5854418	295,1708836	2951,708836
unidade por encor 280 unidades		684,00	3360	168,3280148	336,6560296	3366,560296
		855,00	4200	234,1391289	468,2782578	4682,782578
		741,00	3640	169,8623617	339,7247234	3397,247234
		228,00	1120	59,39011505	118,7802301	1187,802301
		228,00	1120	95,21430789	190,4286158	1904,286158
		627,00	3080	164,0798609	328,1597219	3281,597219
		285,00	1400	66,53064409	133,0612882	1330,612882
			média	262,935587		
			desvio padrão	148,785112		
			consumo total	6099,00		

elástico						
Pressupostos: fornecedor		consumo em euro	consumo mp	previsão	relação previsão x bom	consumo em dezenas
		10,20	600	22,88690799	45,77381599	457,7381599
		15,30	900	39,58390667	79,16781333	791,6781333
		45,90	2700	134,512354	269,024708	2690,24708
consumo 2 peças bom	custo I 5,10	96,90	5700	275,500478	551,000956	5510,00956
		51,00	3000	147,5854418	295,1708836	2951,708836
unidade por encor 300		61,20	3600	168,3280148	336,6560296	3366,560296
		76,50	4500	234,1391289	468,2782578	4682,782578
		66,30	3900	169,8623617	339,7247234	3397,247234
		20,40	1200	59,39011505	118,7802301	1187,802301
		20,40	1200	95,21430789	190,4286158	1904,286158
		56,10	3300	164,0798609	328,1597219	3281,597219
		25,50	1500	66,53064409	133,0612882	1330,612882
			média	262,935587		
			desvio padrão	148,785112		
			consumo total	545,7		

pm300				fr3			
Prazo reposição fornecedor mater 4 dias	C aquisição 8840,00 peças	nível de serviço 0,95		Prazo reposição fornecedor mater 4 dias	C aquisição 6033,00 peças	nível de serviço 0,95	
Procura	ano 131,4678	mês 10,3556	média da procura diária 5,3758	Procura	ano 262,3356	mês 21,3113	média da procura diária 11,352
Leadtime (L)	4		desvio padrão da procura di: 3,3815	Leadtime (L)	4		desvio padrão da procura di: 6,763
nível de segurança z	95% 1,64			nível de segurança z	95% 1,64		
custo de venda	120			custo de venda	120		
custo posse (H*I*C)	1326			custo posse (H*I*C)	314,85		
interest cost (I)	1,5	15%		interest cost (I)	1,5	15%	
custo encomenda	1327,5 10,00			custo encomenda	316,35 10,00		
QEE	4,875263		$QEE = \sqrt{\frac{\Sigma AD}{H}}$	QEE	8,2985		$QEE = \sqrt{\frac{\Sigma AD}{H}}$
Segurança	11,03125			Segurança	22,18251		
Ponto encomenda	35,0			Ponto encomenda	70,0		

elástico			
Prazo reposição fornecedor mater 4 dias	C aquisição 545,70 peças	nível de serviço 0,95	
Procura	ano 262,3356	mês 21,3113	média da procura diária 11,352
Leadtime (L)	2		desvio padrão da procura diária 6,763
nível de segurança z	95% 1,64		
custo de venda	120		
custo posse (H*I*C)	81,855		
interest cost (I)	1,5	15%	
custo encomenda	83,355 10,00		
QEE	27,51468		$QEE = \sqrt{\frac{\Sigma AD}{H}}$
Segurança	15,6854		
Ponto encomenda	33,58864		

Material	QEE	SS	PE
PM300	5	11	35
FR3	8	22	70
Elástico	28	16	40

6.7 ANEXO QEE, SS e PE – Centering Bush 0003812

Pressupostos fornecedor, valor de QEE, SS e PE – Referência 0003812

pm300				
consumo em eur	consumo em mm	relação previsão x bom	consumo em dezenas	
130,00	2000	23,6895811	236,895811	
130,00	2000	16,71486472	167,1486472	
65,00	1000	11,28300221	112,8300221	
260,00	4000	45,56440526	455,6440526	
65,00	1000	149,2337876	1492,337876	
65,00	1000	98,91213696	989,1213696	
585,00	9000	100,8495631	1008,495631	
650,00	10000	115,8314234	1158,314234	
390,00	6000	64,99966634	649,9966634	
520,00	8000	91,31920702	913,1920702	
390,00	6000	70,6089944	706,089944	
390,00	6000	64,30401586	643,0401586	
média		71,10922067		
desvio padrão		40,50963732		
consumo total 3 640,00				

Pressupostos: fornecedor

consumo n 1000mm custo | 65,00
unidade por encomenda 120 unidades

fr3				
consumo em euros	consumo em mm	previsão	relação previsão x b	valor em dezer
114	560	23,6895811	47,3791622	474
114	560	16,71486472	33,42972944	335
57	280	11,28300221	22,56600442	226
228	1120	45,56440526	91,12881051	912
627	3080	149,2337876	298,4675753	2985
456	2240	98,91213696	197,8242739	1979
456	2240	100,8495631	201,6991263	2017
513	2520	115,8314234	231,6628467	2317
285	1400	64,99966634	129,9993327	1300
399	1960	91,31920702	182,638414	1827
342	1680	70,6089944	141,2179888	1413
285	1400	64,30401586	128,6080317	1287
média		142,2184413		
desvio padrão		81,01939465		
consumo total 3876				

Pressupostos: fornecedor

consumo mp 2 x bom custo | 57,00
unidade por encomenda 280 unidades

elástico						
consumo em eur	consumo em mm	previsão	relação previsão x b	valor em dezenas	Factor	
10,2	600	23,6895811	47,3791622	473,791622	#DIV/0!	
5,1	300	16,71486472	33,42972944	334,2972944	#DIV/0!	
5,1	300	11,28300221	22,56600442	225,6600442	#DIV/0!	
20,4	1200	45,56440526	91,12881051	911,2881051	#DIV/0!	
51	3000	149,2337876	298,4675753	2984,675753	#DIV/0!	
35,7	2100	98,91213696	197,8242739	1978,242739	#DIV/0!	
35,7	2100	100,8495631	201,6991263	2016,991263	#DIV/0!	
40,8	2400	115,8314234	231,6628467	2316,628467	#DIV/0!	
25,5	1500	64,99966634	129,9993327	1299,9993327	#DIV/0!	
35,7	2100	91,31920702	182,638414	1826,38414	#DIV/0!	
25,5	1500	70,6089944	141,2179888	1412,179888	#DIV/0!	
25,5	1500	64,30401586	128,6080317	1286,080317	#DIV/0!	
média		142,2184413				
desvio padrão		81,01939465				
consumo total 316,2						

Pressupostos: fornecedor

consumo n 2 peças bom custo | 51,00
unidade por encomenda 300

pm300				FR3			
4 dias	3640,00	peças	0,35	Prazo reposição fornecedor mat 4 dias	C aquisição 3876,00	nível de serviço 0,35	
Procura	mês 71,1	dia 3,232237	média da procura diária 3,2322	Procura	mês 142,2184	dia 6,464475	média da procura diária 6,4645
Leadtime (L)	4		desvio padrão da procura diária 1,8413	Leadtime (L)	4		desvio padrão da procura diária 3,6827
nível de segurança α	95%			nível de segurança α	95%		
	1,64				1,64		
custo de venda	120			custo de venda	120		
custo posse (H*I*C)	45,5			custo posse (H*I*C)	48,45		
interest cost (I)	1,5	15%		interest cost (I)	0,125	15%	
				custo encomenda	48,575		
	47			custo encomenda	10,00		
custo encomenda	10,00			QEE	26,50801		
QEE	19,05547		$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$	Segurança	12,07926		$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$
Segurança	6,0352			Ponto encomenda	37,93715		
Ponto encomenda	18,9552				$s = \bar{D}_L + SS_L$		

elástico							
prazo reposição fornecedor mat 4 dias	C aquisição 316,20	peças	nível de serviço 0,35				
Procura	mês 142,2184	dia 6,464475	média da procura diária 6,4645				
Leadtime (L)	2		desvio padrão da procura diária 3,6827				
nível de segurança α	95%						
	1,64						
custo de venda	120						
custo posse (H*I*C)	3,9525						
interest cost (I)	1,5	15%					
	5,4525						
custo encomenda	10,00						
QEE	79,1139		$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$				
Segurança	8,541323						
Ponto encomenda	21,47027						

Material	QEE	SS	PE
PM300		19	6 19
FR3		27	12 38
Elástico		79	9 21

6.8 ANEXO QEE, SS e PE – Centering Bush 0003820

Pressupostos fornecedor, valor de QEE, SS e PE – Referência 0003820

pm300				consumo em eur	consumo em mm	relação previsão x bom	consumo em dezenas
Pressupostos: fornecedor				195	3000	33,15550605	331,5550605
consumo mp	1000mm	custo	65,00	260	400	41,26307139	412,6307139
				650	10000	124,306852	1243,06852
	diâmetro 60			325	5000	63,7869306	637,869306
unidade por encomenda	22,4 kg	120 unidades		195	3000	30,95653304	309,5653304
				260	4000	35,08607758	350,8607758
				195	3000	26,8907252	268,907252
				260	4000	38,8816168	388,816168
				325	5000	51,2412987	512,412987
				130	2000	19,35250431	193,5250431
				65	1000	12,33833625	123,3833625
				260	4000	35,36479658	353,6479658
						média	42,71868738
						desvio padrão	29,0009195
						consumo total	3120

Fr3				consumo em eur	consumo mp	previsão	relação previsão x bom	consumo em dezenas
Pressupostos: fornecedor				114	560	66,31101209	33,15550605	331,5550605
consumo mp	2 x bom	custo	57,00	114	560	82,52614278	41,26307139	412,6307139
				285	1400	248,613704	124,306852	1243,06852
unidade por encomenda	280 unidades			171	840	127,5738612	63,7869306	637,869306
				57	280	61,91306608	30,95653304	309,5653304
				114	560	70,17219517	35,08607758	350,8607758
				57	280	53,7814504	26,8907252	268,907252
				114	560	77,7632336	38,8816168	388,816168
				114	560	102,4825974	51,2412987	512,412987
				57	280	38,70500861	19,35250431	193,5250431
				57	280	24,67667249	12,33833625	123,3833625
				114	560	70,72959316	35,36479658	353,6479658
						média	85,43737479	
						desvio padrão	58,001831	
						consumo total	1368	

elástico				consumo em eur	consumo mp	previsão	relação previsão x bom	consumo em dezenas
Pressupostos: fornecedor						66,31101209	33,15550605	331,5550605
consumo mp	2 peças bom	custo	5,10			82,52614278	41,26307139	412,6307139
						248,613704	124,306852	1243,06852
unidade por encomenda	300					127,5738612	63,7869306	637,869306
						61,91306608	30,95653304	309,5653304
				87,15	5126,242485	70,17219517	35,08607758	350,8607758
						53,7814504	26,8907252	268,907252
						77,7632336	38,8816168	388,816168
						102,4825974	51,2412987	512,412987
						38,70500861	19,35250431	193,5250431
						24,67667249	12,33833625	123,3833625
						70,72959316	35,36479658	353,6479658
						média	42,71868738	
						desvio padrão	27,76626265	
						consumo total	87,14612229	

pm300			
Prazo reposição fornecedor mat:	C aquisição	nível de serviço	
4 dias	3120,00	0,95	
	peças		
	euros /peça		
	ano	mês	
Procura	42,71869	3,559831	média da procura diária
			1,941758517
Leadtime (L)	4	4	desvio padrão da procura diária
			1,318223432
nível de segurança	95%		
z	1,64		
custo de venda	120		
custo posse (H=I*C)	468		
interest cost (I)	1,5	15%	
custo encomenda	463,5		
	10,00		
QEE	4,673011		$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$
Ssegurança	4,323773		
Ponto encomenda	10,14305		

fr3			
Prazo reposição fornecedor mat:	C aquisição	nível de serviço	
4 dias	1368,00	0,95	
	peças		
	euros /peça		
	ano	mês	
Procura	85,43737	7,119781	média da procura diária
	dia		3,883517034
Leadtime (L)	4		desvio padrão da procura d
			2,636446864
nível de segurança	95%		
z	1,64		
custo de venda	120		
custo posse (H=I*C)	205,2		
interest cost (I)	1,5	15%	
custo encomenda	206,7		
	10,00		
QEE	3,96		$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$
Ssegurança	8,647546		
Ponto encomenda	24,18161		

elásticos			
Prazo reposição fornecedor materia	C aquisição	nível de serviço	
4 dias	87,15	0,95	
	peças		
	euros /peça		
	ano	mês	
Procura	42,71868738	3,559831	média da procura diária
	dia		1,941758517
Leadtime (L)	2		desvio padrão da procura diária
			1,262102848
nível de segurança	95%		
z	1,64		
custo de venda	120		
custo posse (H=I*C)	10,07191834		
interest cost (I)	1,5	15%	
custo encomenda	14,57191834		
	10,00		
QEE	26,5250437		$QEE = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$
Ssegurança	2,927208062		
Ponto encomenda	6,810725036		

Material	QEE	SS	PE
PM300		5	4
FR3		10	9
Elástico		27	3

6.9 ANEXO Parametrização do software Solver

Utilização ferramenta Solver

Método de Holt-Winters - Multiplicativo

Alfa	0.00046
Beta	1
Gama	0.00037

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo: **\$A\$48**

Para: Máximo Mínimo Valor de: 0

Alterando as Células de Variável: **\$B\$5:\$B\$7**

Selec. Método: **GRG Não Linear**

Resolução:

Tornar Não Negativas Variáveis Não Constrangidas

Método de Resolução

Selecione o motor GRG Não Linear para problemas não lineares uniformes do Solver. Selecione o motor LP Simplex para problemas lineares do Solver, e selecione o motor Evolutionary para problemas não uniformes do Solver.