



Florinda da Conceição **Gestão de stocks de matéria-prima de uma empresa**
Paiva Magalhães **da área da colchoaria**



**Florinda da Conceição
Paiva Magalhães**

**Gestão de stocks de matéria-prima de uma empresa
da área da colchoaria**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio incondicional ao longo de toda a minha vida.

o júri

presidente

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
professor associado da Universidade de Aveiro

Doutor Luís Miguel Cândido Dias
professor auxiliar com agregação da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O presente trabalho foi seguido e orientado pela Professora Doutora Carina Pimentel e pela responsável de *supply chain* da empresa onde este projeto decorreu, às quais agradeço sinceramente pelo conhecimento científico, pela ajuda na investigação e no trabalho desenvolvido, pela disponibilidade prestada e apoio demonstrado.

Este trabalho contou ainda com a colaboração da *controller* financeira da empresa, colaboradores do departamento de compras e do armazém de matérias-primas, amigos e familiares, aos quais agradeço e manifesto o meu reconhecimento.

Ao Diretor geral da empresa, agradeço pela disponibilidade em acolher este projeto e permitir o apoio de toda a sua equipa de trabalho.

A todos os membros da empresa, agradeço toda a ajuda prestada, os conhecimentos transmitidos, a disponibilidade e apoio que sempre proporcionaram.

Ao André, pelo apoio e carinho demonstrados.

Aos meus pais e irmãos, pelos conhecimentos transmitidos, apoio e carinho incondicional.

palavras-chave

Gestão de Stocks, Stocks de Segurança, Previsão da Procura, Procura Contínua.

resumo

No âmbito da tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro, foi realizado um trabalho na área de Gestão de Stocks de matérias-primas, numa empresa do ramo da colchoaria.

Dada a crescente concorrência nos mercados, as empresas deparam-se com a necessidade constante de reduzir os custos em todos os setores da organização.

Neste sentido, com este trabalho pretende-se a melhoria dos parâmetros de gestão de stocks de matérias-primas, nomeadamente através do desenvolvimento de uma ferramenta em Excel que auxilie a tomada de decisões na área da gestão das matérias-primas, na determinação automática dos parâmetros de gestão de stocks, como o stock de segurança, ponto de encomenda e quantidade a encomendar de matérias-primas. Assim, o tempo despendido na tomada de decisão relativa aos parâmetros de gestão de stocks será muito inferior e todo este processo tornar-se-á mais fiável, podendo assim reduzir-se os custos associados aos stocks.

No início deste trabalho procedeu-se à recolha de dados relevantes, relativos ao ano de 2012, sobre as matérias-primas. Estas foram posteriormente classificadas segundo a análise ABC, tendo como critérios o prazo de entrega do fornecedor e o consumo durante o período em análise, de modo a selecionar as matérias-primas prioritárias a analisar. Em seguida, procedeu-se à classificação do tipo de procura (procura contínua, procura intermitente, errática e irregular).

Tanto para as matérias-primas com procura contínua, como intermitente, foram aplicados modelos de previsão da procura. Com vista a ajustar os parâmetros de gestão de stocks de matérias-primas, foram utilizados modelos de gestão de stocks para produtos com procura contínua. Foi ainda desenvolvida uma ferramenta em Excel que permite a determinação automática dos parâmetros de gestão de stocks de matérias-primas.

Por último, recorreu-se a indicadores de desempenho, para avaliar a eficiência dos modelos utilizados.

Os resultados deste projeto poderão vir a auxiliar na Gestão de Stocks e facilitar a tomada de decisões na área de *Supply Chain*.

keywords

Inventory Management, Safety Stock, Demand Forecasting, Continuous Demand.

abstract

This thesis was produced for the Master course on Industrial and Management Engineering at the University of Aveiro and it deals with the Inventory Management of the raw materials, of a branch company of mattresses and similar products.

The competitiveness of markets is higher, so companies need to reduce costs constantly in all areas of the organization.

The aim of this work is concerned with the improvement of stock management parameters of raw materials, namely through the development of an Excel tool which assists the decision-making in demand forecasting. Besides this, it also automatically assists the decision-maker to determine the main inventory management parameters, such as safety stock, reorder point and order quantity of raw materials.

The time spent on the decision-making process, regarding the inventory management parameters, will be reduced, and all the process of inventory management will become more faithful. Therefore, the costs associated with stocks can potentially be reduced.

At the start of this project relevant data on the raw materials were collected over the year 2012. In order to select the critical raw materials to be analysed, these data were further classified according to an ABC analysis, taking as criteria the lead time and the demand. The next step was to classify the type of demand (continuous, intermittent, erratic and irregular).

Forecast demand and inventory management models were applied, for the raw materials with continuous demand and forecast demand models were applied for the raw materials with intermittent demand. This allowed the optimization of the stock management parameters of raw materials. Furthermore, an Excel tool was developed so as to allow automatic determination of the inventory management parameters of raw materials.

Finally, some performance indicators were used to evaluate the efficiency of the models used.

The results of this project will eventually assist in the inventory management and facilitate the decision-making on the Supply Chain area.

Índice

Capítulo 1 – Introdução.....	5
1.1 Contextualização	5
1.2 Metodologia do projeto	7
1.3 Estrutura do projeto.....	8
Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica	9
2.1 Importância da gestão de stocks.....	9
2.2 Classificação de matérias-primas	10
2.2.1 Análise ou curva ABC.....	10
2.2.2 Tipo de Procura	11
2.3 Modelos de previsão da procura	14
2.3.1 Procura Contínua.....	16
2.3.2 Procura Intermitente.....	21
2.4 Modelos de Gestão de Stocks	23
2.4.1 Procura Contínua.....	24
2.5 Indicadores de desempenho	30
Capítulo 3 - Caso de Estudo.....	31
3.1 Processo produtivo	32
3.2 Recolha de dados	34
3.3 Classificação de matérias-primas	35
3.3.1 Análise ABC.....	35
3.3.2 Tipo de procura	38
3.4 Modelos de previsão da procura	40
3.4.1 Procura contínua	40
3.4.2 Procura intermitente.....	44
3.5 Modelos de gestão de stocks	45
3.5.1 Procura contínua	46
3.6 Indicadores de desempenho	49
3.7 Manutenção / Operacionalização	52
Capítulo 4 – Conclusões e Desenvolvimentos futuros	55
Referências Bibliográficas	59
Anexo A	63
Anexo B	85

Índice de Figuras

Figura 1: Representação de uma classificação ABC. Fonte: Elaborado pelo autor.....	11
Figura 2: Exemplo ilustrativo da variabilidade do intervalo de tempo entre consumos e da variabilidade da procura. Fonte: Elaborado pelo autor.	13
Figura 3: Modelo de classificação da procura. Fonte: Syntetos, et al. (2005).....	14
Figura 4: Representação gráfica de uma série localmente estacionária (a), com tendência quadrática (b) e com sazonalidade (c). Fonte: Bisgaard e Kulahci (2011).....	17
Figura 5: Esquema representativo do processo produtivo da empresa em estudo.	32
Figura 6: Representação gráfica da curva ABC do consumo.....	36
Figura 7: Representação gráfica da curva ABC do prazo de entrega.....	37
Figura 8: Modelo de classificação da procura.	38
Figura 9: Modelo de classificação da procura contínua e intermitente.	39
Figura 10: Representação gráfica da série temporal do produto número 55.....	40
Figura 11: Representação gráfica da série temporal do produto número 36.....	41
Figura 12: Representação gráfica da série temporal do produto número 36, com observação da semana 27 desprezada.	42
Figura 13: Representação gráfica do consumo do produto número 101.	44
Figura 14: Representação gráfica do comportamento dos consumos e stocks no ano 2012, do produto número 55.....	50
Figura 15: Representação gráfica do comportamento dos consumos e stocks no ano 2012, do produto número 36.....	50
Figura 16: Representação gráfica do comportamento dos consumos e stocks no ano 2012, do produto número 101.....	51
Figura 17: <i>Print scrin</i> da ferramenta em Excel da previsão da procura de produtos com procura contínua.....	52
Figura 18: <i>Print scrin</i> da ferramenta em Excel da previsão da procura de produtos com procura intermitente.	53
Figura 19: <i>Print scrin</i> da ferramenta em Excel de gestão de stocks de produtos com procura contínua.....	53

Índice de Tabelas

Tabela 1: Tabela comparativa de alguns modelos de classificação da procura.	12
Tabela 2: Tabela comparativa de alguns modelos de previsão da procura de materiais com procura contínua e intermitente.	15
Tabela 3: Valores tabelados de Z, para diferentes percentagens de risco de rutura.	28
Tabela 4: Valores percentuais do consumo / prazo de entrega e dos respetivos itens para cada classe da curva ABC.	37
Tabela 5: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura do produto 55.	41
Tabela 6: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura do produto 36, pelo modelo de Holt.	43
Tabela 7: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura do produto 36, pelo modelo de Brown.	43
Tabela 8: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura pelos modelos de Croston Original (CR), Croston modificado (SY) e Croston modificado (SB).	45
Tabela 9: Resultados obtidos no cálculo da quantidade a encomendar, dos produtos 55 e 36.	48
Tabela 10: Resultados obtidos no cálculo do stock de segurança, dos produtos 55 e 36.	48
Tabela 11: Resultados obtidos no cálculo do ponto de encomenda e do stock médio, dos produtos 55 e 36.	48
Tabela 12: Resultados obtidos da taxa de rotação, taxa de cobertura e nível de serviço, dos produtos 55, 36 e 101.	49

Capítulo 1 – Introdução

Neste capítulo é efetuado um enquadramento do tema deste projeto, a definição dos principais objetivos a alcançar, a apresentação da metodologia de investigação utilizada, bem como a apresentação da estrutura do relatório.

1.1 Contextualização

O projeto desenvolvido relaciona-se com um caso de estudo na área de gestão de stocks, tendo sido levado a cabo numa empresa de referência que integra o cluster português dos colchões. A empresa destaca-se pelo sucesso num mercado altamente competitivo, quer a nível nacional quer internacional, conseguido com base numa rigorosa análise do mercado e procura constante de soluções técnicas capazes de fazer face às necessidades latentes dos consumidores. Estrategicamente, a empresa aposta no desenvolvimento técnico dos produtos, na melhoria contínua e numa abordagem de marketing agressiva, numa busca constante de diferenciação do produto, dos processos e das soluções tecnológicas que implementa.

Em termos de sistemas de informação de apoio à gestão das principais áreas, a empresa implementou um ERP (Enterprise Resource Planning) designado SAP, funcionando como sistema integrado de gestão empresarial. Este sistema auxilia na gestão das diferentes áreas da empresa, designadamente na gestão das encomendas de produto final e na gestão de stocks de matérias-primas, planeamento e gestão da produção, gestão de compras, área financeira, área logística, entre outras.

No que respeita à gestão de materiais, todas as matérias-primas utilizadas pela empresa têm ficha de material criada em SAP, na qual são detalhadas as características do produto, incluindo o(s) fornecedor(es) certificados para o seu fornecimento, os prazos de entrega, unidades de medida, lote mínimo de fornecimento, os custos de aquisição e outros dados que a empresa considera relevantes. Os produtos produzidos pela empresa têm criada em SAP uma ficha de produto com as suas características e a lista de materiais (matérias-primas e semi-fabricados) que são incorporados no produto. A política de satisfação de encomendas definida pela empresa é de 48 horas para entrega de produtos que a empresa classifica como “produtos de stocks”, sendo esta classificação determinada tendo em consideração a gama de produtos em comercialização e as medidas mais comuns, tendo em consideração as vendas. Esta

classificação é revista periodicamente ou sempre que se verifique uma necessidade de reclassificar os produtos, de acordo com as mudanças e solicitações do mercado. Como a empresa pretende diferenciar-se na satisfação das necessidades dos consumidores mais exigentes, também aceita encomendas de produtos com medidas não standardizadas (medidas especiais). Estes produtos são classificados em SAP como “produtos fora de medida”, sendo o tempo definido para a satisfação de encomendas de 72 horas.

No que se refere à produção propriamente dita, perante uma encomenda de produto final, o SAP calcula as quantidades necessárias de cada uma das matérias-primas indicadas na lista de materiais para a sua produção, verifica se estas quantidades existem em armazém e, segundo parâmetros como stock de segurança e ponto de encomenda, valida se a produção pode ser efetuada e, neste caso, emite as ordens de fabrico. Caso ocorra a rutura de algum dos materiais, a ordem de fabrico não é emitida e, conseqüentemente, a produção não pode ser efetuada até à receção do(s) material(ais) em falta.

Paralelamente, o sistema (SAP) lança alertas para os materiais que apresentam um nível de stock inferior ao ponto de encomenda, alertando assim para a necessidade de encomendar matérias-primas. O colaborador responsável por esta área, analisa diariamente o nível de stock dos materiais com alerta e procede à encomenda de materiais até ao nível máximo definido no sistema.

Assim, a empresa utiliza o modelo de revisão contínua, como política de gestão de stocks e o sistema informático utiliza o PMP (plano mestre de produção) e o MRP (*material requirements planning*) para a gestão das encomendas de produto final e para a gestão das quantidades de cada matéria-prima necessárias para a satisfação das encomendas. No entanto, este sistema não ajusta ao longo do tempo os parâmetros que permitem alertar quando é necessário encomendar (ponto de encomenda). Estes têm de ser determinados pela equipa de aprovisionamento e posteriormente introduzidos manualmente no sistema.

Atualmente a equipa de aprovisionamento determina estes parâmetros por análise de sensibilidade, tendo em linha de conta a variabilidade dos consumos e a previsão de vendas, mas sem qualquer recurso a modelos matemáticos que auxiliem a gestão de stocks e tornem este processo mais fiável. Por vezes ocorrem situações de rutura de stock e situações de excesso stock, que evidenciam um possível desajuste dos stocks de segurança de algumas matérias-primas.

Tendo em vista o ajuste dos parâmetros de gestão de stocks de matérias-primas, surgiu a necessidade de dar início a este projeto, com o qual se pretende desenvolver uma ferramenta em Excel que auxilie a equipa de aprovisionamento na previsão da procura durante o prazo de entrega e na determinação automática dos parâmetros de gestão de stocks, como o stock de segurança, ponto de encomenda e quantidade a encomendar de matérias-primas.

Na medida em que a posse de stocks em excesso tem associados custos e implica a existência de recursos parados, com reflexo negativo nas necessidades de fundo de maneio e na estrutura de custos da empresa, o excesso de stocks é visto com preocupação pela empresa. Por outro lado, o risco de ruturas pode ter implicações a nível da satisfação e fidelização do cliente, sendo nefasto para a marca e prejudicial ao nível de serviço da fábrica, o que leva a empresa a preocupar-se em assegurar a existência de stocks mínimos adequados à sua atividade.

Sendo esta uma importante problemática na gestão de stocks de armazéns presente nas empresas, o tema demonstrou-se pertinente para o desenvolvimento deste trabalho.

Este projeto tem como principais objetivos: (1) Aplicação de modelos de previsão da procura, que permitam efetuar a previsão da procura durante o prazo de entrega dos fornecedores; (2) Aplicação de modelos de gestão de stocks, que permitam ajustar os parâmetros de gestão de stocks; (3) Desenvolvimento de uma ferramenta em Excel, prática e simples, que permita a determinação dos parâmetros dos modelos estudados de modo autónomo.

1.2 Metodologia do projeto

A metodologia utilizada neste projeto subdividiu-se em quatro etapas: (1) Análise de modelos teóricos de gestão de stocks, de modelos teóricos de previsão da procura e a revisão bibliográfica; (2) Recolha de informação na empresa e análise dos dados recolhidos; (3) Desenvolvimento de propostas de melhorias a apresentar e, (4) Avaliação do trabalho desenvolvido.

No seguimento do caso de estudo identificado, o projeto passou por uma primeira etapa de análise / estudo dos modelos teóricos de gestão de stocks e dos modelos teóricos de previsão da procura, acompanhado da revisão bibliográfica.

A etapa seguinte consistiu na recolha de informação junto dos colaboradores das áreas envolvidas na gestão de stocks da empresa. Como método utilizado para a recolha da

informação sobre a área em estudo recorreremos ao questionário, acompanhamento presencial das tarefas executadas e recolha de dados históricos junto dos responsáveis das áreas de *Supply Chain* e da área financeira. Após a análise dos dados recolhidos, foi possível identificar os problemas existentes na gestão de stocks e quais as suas implicações ao nível da atividade da empresa, tornado assim possível propor metodologias para a resolução dos problemas identificados.

Na terceira etapa, tendo como base o trabalho desenvolvido na etapa anterior e o estudo bibliográfico, foram propostas melhorias a implementar na gestão de stocks do armazém de matérias-primas da empresa.

Por último, realizou-se uma avaliação do trabalho desenvolvido através do cálculo de indicadores que permitem avaliar o impacto no desempenho da gestão de stocks dos modelos propostos, por comparação com a situação atual da gestão de stocks da empresa.

1.3 Estrutura do projeto

O presente relatório divide-se em quatro capítulos: (1) Introdução; (2) Revisão Bibliográfica; (3) Caso de Estudo e (4) Conclusões e Desenvolvimentos futuros.

O presente relatório tem início com a introdução ao trabalho desenvolvido, através da sua contextualização, a definição dos objetivos, a apresentação da metodologia seguida e a forma como o trabalho foi estruturado.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica dos temas que foram abordados ao longo do projeto, começando pelo enquadramento teórico da importância da gestão de stocks e pela classificação das matérias-primas através da análise ABC e do tipo de procura. Em seguida são apresentados os modelos de previsão da procura, tanto para procura contínua como intermitente, e apresentados os modelos de gestão de stocks para procura contínua. Por último, são identificados alguns indicadores de desempenho.

O capítulo 3 é dedicado ao caso de estudo, onde inicialmente é feita a apresentação do processo produtivo da empresa em estudo, seguida da aplicação num contexto prático das temáticas abordadas no capítulo anterior, assim como os respetivos resultados.

O capítulo 4 é reservado à apresentação das conclusões retiradas deste projeto e proposta de algumas sugestões para desenvolvimentos futuros.

Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica

Neste capítulo apresenta-se uma abordagem teórica aos temas estudados neste projeto, designadamente a importância da gestão de stocks, a classificação das matérias-primas através da análise ABC e do tipo de procura, os modelos de previsão da procura, quer para procura contínua, quer para procura intermitente, e os modelos de gestão de stocks para procura contínua. Por fim, são identificados alguns indicadores de desempenho relevantes para aferir as possíveis melhorias que os modelos poderiam introduzir.

2.1 Importância da gestão de stocks

Segundo Chou, Lu e Tang (2011), as empresas estão consciencializadas da necessidade de melhorar as suas operações. No entanto, a aplicação dos objetivos pretendidos num contexto real, revela-se habitualmente bem mais complicado.

Uma das formas de alcançar o objetivo de melhoria de gestão de stocks, passa pela agregação dos materiais e pela partilha do risco. Isto significa que, a organização beneficia com o facto de centrar a gestão de stocks nas matérias-primas e não no produto final, uma vez que permite reafectar os materiais a diferentes produtos de acordo com as variações da procura de produtos finais. Na medida em que não existe um “compromisso” com um produto final em específico, a existência de matérias-primas comuns permite a sua reafecção a diferentes produtos finais de acordo com a procura. Assim, a gestão de stocks concentra-se essencialmente na gestão das matérias-primas necessárias à satisfação do produto final e não no produto final propriamente dito.

De acordo com Simchi-Levi, Kaminsky e Bishop (2009), a partilha do risco consiste na agregação da procura por materiais, de modo a que a variação positiva na procura de um produto final seja mais facilmente compensada por uma possível variação negativa na procura de outro produto final que utilize os mesmos materiais. Esta ferramenta visa a redução da variabilidade da procura dos materiais e a consequente redução da variabilidade na cadeia de abastecimento.

Por outro lado, dada a vasta gama de materiais que muitas indústrias utilizam, por vezes com elevado prazo de entrega, este torna-se um dos fatores que motiva a criação de stock de materiais. A existência de stocks permite garantir a execução das suas atividades sem ruturas e dar uma resposta rápida à variabilidade na procura dos clientes, mas implica o aumento dos custos de armazenamento. Assim, as empresas enfrentam desafios que se revelam críticos para o seu sucesso, sempre que pretendem satisfazer

simultaneamente as necessidades dos clientes no tempo de resposta adequado, minimizar os custos e diminuir a possibilidade de rutura de stock. Uma gestão eficiente de stocks deve assegurar a satisfação destes três objetivos.

2.2 Classificação de matérias-primas

Na realidade empresarial, dependendo da complexidade dos produtos e dos processos produtivos da organização, poderá existir um elevado número de materiais utilizados, situação que dificulta a análise e gestão dos stocks. Esta dificuldade decorre da existência de materiais com características diferentes quer ao nível do processamento das encomendas, quer ao nível do armazenamento, o que requer tratamentos distintos ao nível da análise e da gestão de stocks. Por outro lado, os recursos disponíveis nas organizações são limitados, o que pode levar à necessidade de estabelecer prioridades na análise de determinados materiais pela sua criticidade no processo produtivo (Chen, 2011).

Tendo em consideração os objetivos deste projeto e os modelos de gestão de stocks a apresentar nos capítulos seguintes, revelou-se particularmente importante avaliar a criticidade dos materiais e proceder à classificação dos materiais de acordo com o tipo de procura, pelo que os métodos mais adequados são a análise ABC e o tipo de procura, respetivamente.

2.2.1 Análise ou curva ABC

De acordo com Torabi, Hatefi e Pay (2012) a análise ABC é uma técnica eficiente e largamente utilizada na classificação de materiais para a gestão de stocks de armazém. Esta técnica baseia-se no princípio de Pareto que divide, segundo critérios específicos, os itens em três classes: (1) Classe A – Itens de grande importância, mas em reduzido número (80% consumo e 20% dos itens); (2) Classe B – Itens de importância intermédia (15% consumo e 30% dos itens); (3) Classe C – Itens de menor importância e em maior número (5% consumo e 50% dos itens).

Na figura seguinte encontra-se exemplificado o gráfico de aplicação da metodologia referenciada.

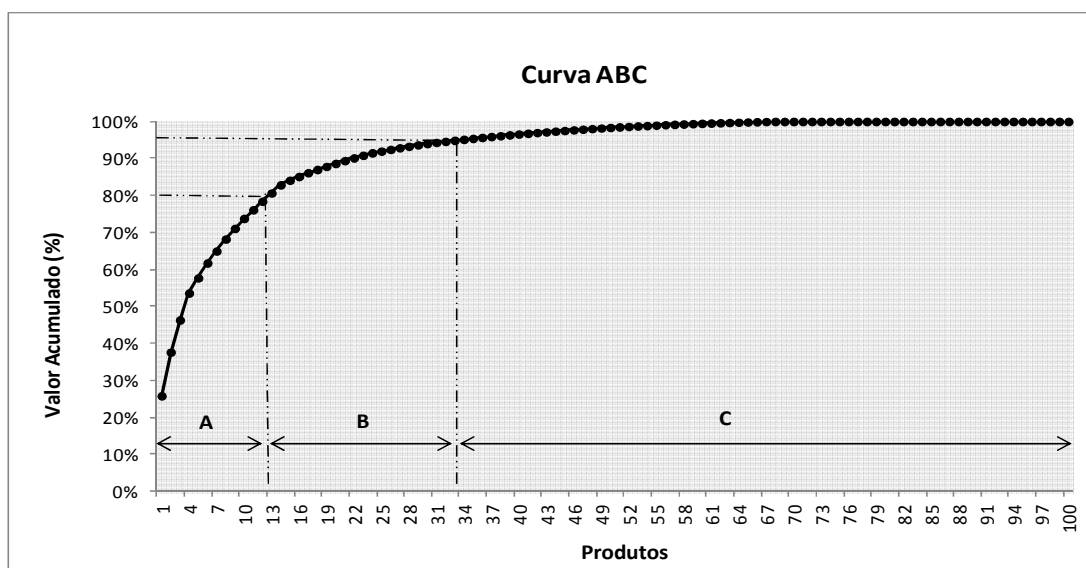


Figura 1: Representação de uma classificação ABC. Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise ABC tradicional, normalmente baseia-se num único critério para classificar os materiais, como por exemplo o custo anual do material. No entanto existem muitos outros critérios igualmente importantes que em muitas situações devem ser alvo de análise, nomeadamente o prazo de entrega, escassez, distribuição da procura, entre outros (Ramanathan, 2006).

2.2.2 Tipo de Procura

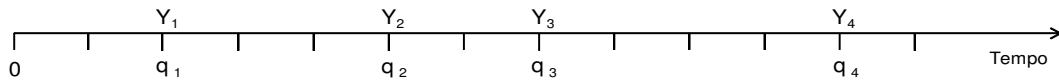
Para além da classificação segundo a análise ABC, podemos também classificar os materiais de acordo com o seu tipo de procura. Esta característica revela-se particularmente importante para a seleção dos modelos de gestão de stocks e de métodos de previsão da procura a utilizar.

Na tabela 1 são apresentados modelos de classificação da procura referenciados na literatura, os seus principais contributos, os respetivos parâmetros de análise do perfil da procura e a classificação proposta em cada um deles.

Tabela 1: Tabela comparativa de alguns modelos de classificação da procura.

Autores	Principais Contributos	Classificação da Procura
Williams (1984)	<p>Pioneiro na ideia de categorizar a procura em padrões, estudou a classificação dos produtos pelo tipo de procura, baseando-se na divisão da variância da procura durante o prazo de entrega.</p> <p>Parâmetros: Variabilidade da procura e intervalo entre consumos</p>	<p>Baixa rotação Esporádica Contínua</p>
Eaves e Kingsman (2004)	<p>Parâmetro: Variabilidade da procura e do prazo de entrega</p>	<p>Contínua Irregular Baixa rotação Pouco intermitente Muito intermitente</p>
Syntetos, Boylan e Croston (2005)	<p>Parâmetro: Variabilidade da procura e intervalo entre consumos</p>	<p>Contínua Intermitente Errática Irregular</p>
Celebi, Bayraktar e Ayka (2008)	<p>Parâmetro: Variabilidade da procura</p>	<p>Constante Tendência Sazonal Irregular</p>
Bosnjaković (2010)	<p>Parâmetro: Velocidade de rotação</p>	<p>Alta rotação Baixa rotação Sem rotação</p>

Tendo em consideração os objetivos deste trabalho, a escolha recaiu no modelo de classificação do tipo de procura de Syntetos, et al. (2005) por ser o que mais se adequa às características da procura dos materiais que serão estudados nos capítulos seguintes, sendo este método seguidamente detalhado. O modelo em análise admite os parâmetros: (1) Variabilidade da dimensão da procura e (2) Variabilidade do intervalo de tempo entre consumos, conforme exemplificado na figura seguinte:



Legenda: Y_i - Procura real no instante i e q_i - Número de períodos de tempo decorridos desde a última procura diferente de zero, no instante i

Figura 2: Exemplo ilustrativo da variabilidade do intervalo de tempo entre consumos e da variabilidade da procura. Fonte: Elaborado pelo autor.

O modelo de Syntetos, et al. (2005), tem por base duas variáveis, o intervalo médio entre consumos (p) e o quadrado do coeficiente da variação da procura $(CV)^2$. A primeira variável (p), pode ser obtida pela seguinte expressão:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \quad (1)$$

Onde,

q_i Número de períodos de tempo decorridos desde a última procura diferente de zero, no instante i (semanas)

n Número de instantes com procura diferente de zero

O quadrado do coeficiente da variação da procura $(CV)^2$, é dado pela seguinte expressão:

$$(CV)^2 = \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \quad (2)$$

Onde,

σ Desvio padrão da procura real

μ Média da procura real

A média da procura real segue a expressão:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} \quad (3)$$

Onde,

Y_i Procura real no instante i

N Número de instantes de tempo

O cálculo do desvio padrão segue a expressão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \mu)^2}{N}} \quad (4)$$

Este modelo divide a procura em quatro quadrantes, num gráfico bidimensional onde o eixo das abcissas representa o intervalo médio entre consumos (p) e o eixo das ordenadas corresponde ao coeficiente de variação da procura $(CV)^2$.

Syntetos, et al. (2005) propõem como valores de separação entre os diferentes quadrantes 0,49 para o eixo relativo ao $(CV)^2$ e 1,32 para o eixo do intervalo médio entre consumos (p), conforme podemos visualizar na figura 2.

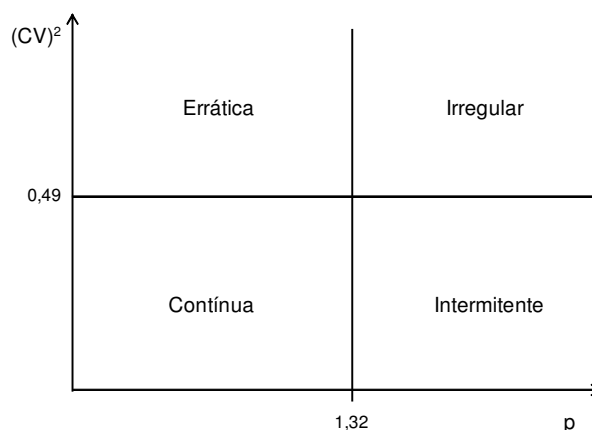


Figura 3: Modelo de classificação da procura. Fonte: Syntetos, et al. (2005).

A procura contínua e a procura intermitente caracterizam-se por terem baixa variabilidade na procura. Estes tipos de procura distinguem-se pelo intervalo médio entre consumos, intervalo este que é reduzido no caso de procura contínua e elevado para procura intermitente.

Por outro lado, quando existe uma elevada variabilidade, o tipo de procura pode ser classificada como errática quando o intervalo entre consumos é reduzido e, designada irregular quando o intervalo entre consumos é elevado.

2.3 Modelos de previsão da procura

Após a classificação do tipo de procura dos materiais segundo a literatura, procedeu-se à análise de modelos de previsão da procura existentes na literatura, modelos esses que nos permitem estimar o valor esperado da procura.

Este trabalho centrou-se na pesquisa de modelos com procura contínua e intermitente, uma vez que a sua baixa variabilidade na procura permite efetuar previsões da procura com maior fiabilidade. Deste modo, na tabela seguinte apresentam-se modelos referenciados na literatura e os seus principais contributos, ajustados a esta realidade.

Tabela 2: Tabela comparativa de alguns modelos de previsão da procura de materiais com procura contínua e intermitente.

Autores	Principais Contributos
Brown (1950) (citado por Gardner (2006))	Desenvolveu com base no modelo do amortecimento exponencial, modelos para séries com tendência e com sazonalidade, aplicáveis em produtos com procura contínua.
Holt (1950) (citado por Gardner (2006))	Desenvolveu um método semelhante ao método de Brown para séries com tendência e um método distinto para séries com sazonalidade, aplicáveis em produtos com procura contínua.
Croston (1972)	Propõe um modelo especialmente indicado para procura intermitente, o modelo de Croston original (CR). Este modelo surge de uma adaptação do método do amortecimento exponencial.
Syntetos e Boylan (2001)	Demonstraram que CR conduz a uma previsão da procura tendenciosa, pelo que propõem a introdução de um fator de correção no modelo de Croston original, surgindo assim o modelo de Croston modificado (SB).
Syntetos (2001) (citado por Teunter e Sani (2009))	Observou que SB ainda efetua uma previsão da procura tendenciosa, propondo uma outra modificação ao modelo de Croston original (SY), que permite a redução da tendência.
Snyder (2002)	Defende que um dos modelos mais utilizados na previsão da procura de produtos com procura contínua é o método do amortecimento exponencial.
Eaves e Kingsman (2004)	Desenvolveram um estudo comparativo de vários métodos de previsão da procura intermitente, utilizando dados reais, tendo verificado que o modelo SB corresponde ao melhor modelo para previsão da procura, para controlo de stocks de peças de reposição.
Syntetos e Boylan (2006)	Defendem que o método do amortecimento exponencial, apresenta bons resultados em produtos com procura contínua.
Teunter e Sani (2009)	Compararam os modelos CR, SB e SY, tendo concluído que o CR é indicado para procura intermitente, mas que o SY apresenta melhores resultados que o SB, pelo fato de apresentar um erro de previsão inferior e ter um desempenho robusto para uma vasta gama de parâmetros.

Tendo por base os diversos modelos de previsão da procura para materiais com procura contínua e intermitente, e atendendo aos objetivos do presente trabalho, serão explorados quatro modelos para o estudo da previsão da procura: (1) Método do amortecimento exponencial; (2) Modelo de Croston original (CR); (3) Modelo de Croston modificado (SY) e (4) Modelo de Croston modificado (SB). O modelo de amortecimento exponencial destina-se à previsão da procura para materiais com procura contínua, enquanto o modelo de Croston na versão original e posteriores modificações são indicados na literatura para efetuar previsões da procura de materiais com procura intermitente.

2.3.1 Procura Contínua

Neste trabalho, para estudar a previsão da procura de produtos com um perfil de procura contínua, recorreu-se ao método do amortecimento exponencial. De acordo com Neves e Cordeiro (2010), existem vários métodos baseados em amortecimento exponencial, que se diferenciam pelo tipo de série temporal, isto é, pelo comportamento dos dados no passado. Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), em todos estes modelos o cálculo da previsão atribui maior peso às observações mais recentes do que às observações mais antigas, sendo que o valor desse peso vai decaindo exponencialmente.

As séries temporais podem apresentar diferentes padrões ou componentes, onde podemos ter: (1) Série estacionária, onde os valores da variável em estudo não aumentam nem diminuem de forma significativa ao longo do tempo, nem exibem um padrão de sazonalidade; (2) Série com Tendência, onde se verifica a longo prazo um crescimento ou decrescimento dos valores da variável em estudo; (3) Série com Sazonalidade, onde, no curto prazo, existe uma flutuação periódica da variável ou a série é influenciada por fatores sazonais; (4) Série com Ciclo, onde existe uma flutuação da variável, no médio prazo, sem periodicidade fixa; (5) Série com Erro, onde a flutuação da variável é aleatória (Neves e Cordeiro, 2010).

Uma série temporal, habitualmente inclui a combinação destes diferentes padrões.

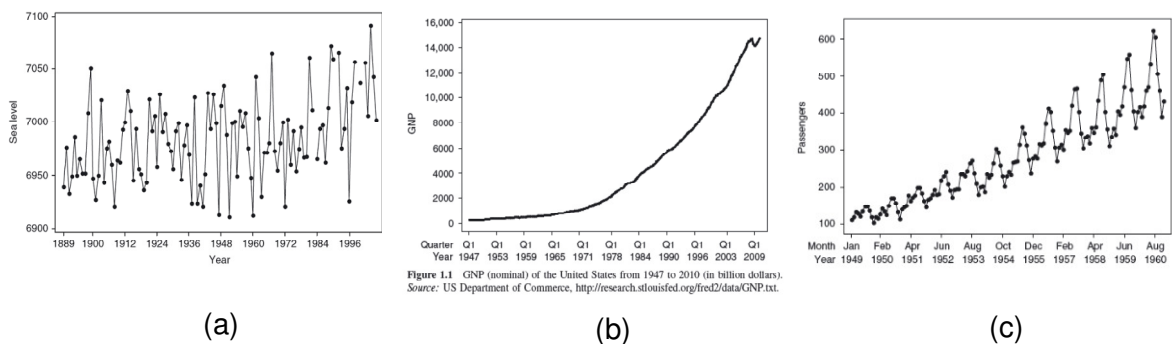


Figura 4: Representação gráfica de uma série localmente estacionária (a), com tendência quadrática (b) e com sazonalidade (c). Fonte: Bisgaard e Kulahci (2011).

Na Figura 4 podemos observar os três tipos de séries temporais mais comuns, estando representada na Figura 4 (a) uma série temporal localmente estacionária, na qual é perceptível que a variável em estudo não evidencia variações significativas ao longo do tempo nem exibe um padrão de sazonalidade. A Figura 4 (b) representa uma série com tendência quadrática crescente da variável em estudo e, por fim, a Figura 4 (c) mostra uma série de valores com tendência crescente e, simultaneamente, com sazonalidade, na medida em que se verificam flutuações periódicas da variável em análise.

No que respeita ao estudo das características das séries temporais, a tendência da série ao longo do tempo é uma variável que deve ser alvo de análise através do cálculo do coeficiente de correlação (r). Este parâmetro mede o ajuste entre os pontos da série temporal e a sua linha de tendência.

Segundo Tersine (1994), uma linha de tendência linear que apresente valores de coeficiente de correlação (r) entre 0,7 e 0,89 tem elevada correlação, pelo que a série de dados pode ser considerada com tendência linear.

As séries que vão ser alvo de estudo neste trabalho são as séries localmente estacionárias e as séries com tendência linear, por serem as que mais se adequam ao estudo dos materiais a apresentar nos próximos capítulos.

Tendo em vista os objetivos a que nos propomos, seguidamente são apresentados três métodos de previsão da procura com base em séries temporais localmente estacionárias e com tendência linear. O método do amortecimento exponencial simples é adequado ao estudo de séries localmente estacionárias e o método do amortecimento exponencial linear de Holt, bem como o método do amortecimento exponencial linear de Brown destinam-se a estudar séries com tendência linear.

Método do amortecimento exponencial simples

Segundo Makridakis, et al. (1998), o método do amortecimento exponencial simples revela-se particularmente indicado para as séries estacionárias, tendo como expressão:

$$\hat{Y}_{i+m} = \alpha Y_i + (1 - \alpha)\hat{Y}_i \quad (5)$$

Na iniciação do método assume-se $\hat{Y}_1 = Y_1$ e onde,

\hat{Y}_{i+m} Previsão da procura no instante i mais m

α Constante de amortecimento ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Y_i Procura real no instante i

m Número de instantes de antecedência com que se realiza a previsão da procura

Este método começa por assumir a previsão para o instante anterior e efetua posteriormente o seu ajuste através do erro de previsão. O valor de α é posteriormente otimizado, de modo a minimizar o erro quadrático médio (MSE), cuja fórmula de cálculo se traduz pela expressão (Tersine, 1994).

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{N} \quad (6)$$

Sendo, N o número de instantes de tempo.

Quando α toma valores próximos de 1, a nova previsão sofre um ajuste considerável através do erro da previsão anterior, sendo dada maior importância às últimas observações. Pelo contrário, quando α toma valores próximos de 0, a nova previsão sofre um ajuste reduzido relativamente à previsão anterior, pelo que todas as observações têm uma importância equiparada (Makridakis, et al., 1998).

Método do amortecimento exponencial linear de Holt

Segundo Neves e Cordeiro (2010), o amortecimento exponencial simples funciona bem quando não há tendência, sazonalidade ou padrão. Assim, na presença de uma série com tendência linear, de acordo com Makridakis, et al. (1998), este método conduz a previsões abaixo ou acima da tendência, pelo que o amortecimento exponencial linear de Holt é mais adequado. Este segundo método envolve menores erros, efetua uma correta extrapolação da tendência dos dados, utiliza duas constantes de amortecimento α e β , e assume as equações seguintes:

$$\hat{Y}_{i+m} = n_i + b_i \times m \quad (7)$$

$$n_i = \alpha \times Y_i + (1-\alpha) \times (n_{i-1} + b_{i-1}) \quad (8)$$

$$b_i = \beta \times (n_i - n_{i-1}) + (1 - \beta) \times b_{i-1} \quad (9)$$

Na iniciação do método assume-se $n_2 = Y_2$, $b_2 = Y_2 - Y_1$ e onde,

- \hat{Y}_{i+m} Previsão da procura no instante i mais m
- Y_i Procura real no instante i
- α, β Constantes de amortecimento ($0 \leq \alpha \leq 1$ e $0 \leq \beta \leq 1$)
- n_i Estimativa do nível da série no instante i
- b_i Estimativa da tendência da série no instante i
- m Número de instantes de antecedência com que se realiza a previsão da procura

Os valores de α e β são posteriormente otimizados, de modo a minimizar o erro quadrático médio (MSE), calculado através da expressão (6).

Método do amortecimento exponencial linear de Brown

Segundo Makridakis, et al. (1998), o amortecimento exponencial linear de Holt é equivalente ao amortecimento exponencial linear de Brown, quando $\alpha = \beta$. Neste trabalho vamos também aplicar este terceiro método, que segue as expressões seguintes:

$$S_i = \alpha \times Y_i + (1 - \alpha) \times S_{i-1} \quad (10)$$

$$S'_i = \alpha \times S_i + (1 - \alpha) \times S'_{i-1} \quad (11)$$

$$n_i = 2 \times S_i - S'_i \quad (12)$$

$$b_i = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \times (S_i - S'_i) \quad (13)$$

$$\hat{Y}_{i+m} = n_i + b_i \times m \quad (14)$$

Na iniciação do método assume-se $S_1 = Y_1$, $S'_1 = Y_1$, $n_1 = 2 \times S_1 - S'_1$, $b_1 = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \times (S_1 - S'_1)$ e onde,

- \hat{Y}_{i+m} Previsão da procura no instante i mais m
- Y_i Procura real no instante i
- α Constante de amortecimento ($0 \leq \alpha \leq 1$)
- n_i Estimativa do nível da série no instante i
- b_i Estimativa da tendência da série no instante i
- m Número de instantes de antecedência com que se realiza a previsão da procura

O valor de α é posteriormente otimizado, de modo a minimizar o erro quadrático médio (MSE), calculado através da expressão (6).

De acordo com Gardner (2006), desde 1985 foram publicados inúmeros resultados empíricos sobre o amortecimento exponencial, pelo que o método do amortecimento exponencial tem sido largamente utilizado e discutido por diferentes autores.

2.3.2 Procura Intermitente

Na medida em que um dos tipos de procura relevante para o presente estudo corresponde à procura intermitente, deverão também ser estudados os modelos de previsão da procura de materiais com este perfil. Deve ser considerada procura intermitente, a procura de materiais que apresentam longos períodos de tempo durante os quais não existe procura. Neste sentido, a literatura propõe o modelo de Croston original e duas modificações ao modelo de Croston, pelo que as mesmas serão apresentadas no texto que se segue.

Modelo de Croston original (CR)

Segundo Croston (1972) e Eaves (2002), o cálculo da previsão da procura segue as expressões que abaixo se apresentam.

Quando a procura é nula, as previsões mantêm-se inalteradas:

$$Z_i = Z_{i-1} \quad (15)$$

$$p_i = p_{i-1} \quad (16)$$

$$q_i = q_{i-1} + 1 \quad (17)$$

Quando a procura é diferente de zero, as previsões são atualizadas segundo:

$$p_i = p_{i-1} + \alpha (q_i - p_{i-1}) \quad (18)$$

$$Z_i = Z_{i-1} + \alpha (Y_i - Z_{i-1}) \quad (19)$$

$$q_i = 1 \quad (20)$$

$$\hat{Y}_{i+m} = \frac{Z_i}{p_i} \quad (21)$$

Na inicialização do cálculo assume-se $Z_5 = \frac{\sum_{i=1}^4 Y_i}{\sum_{i=1}^4 q_i}$, $p_5 = \frac{\sum_{i=1}^4 q_i}{i-1}$ e onde,

Z_i Estimativa da dimensão da procura no instante i

α Constante de amortecimento ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Y_i	Procura real no instante i
p_i	Previsão do intervalo de tempo entre consumos no instante i
q_i	Número de períodos de tempo decorridos desde a última procura diferente de zero, no instante i
\hat{Y}_{i+m}	Previsão da procura no instante i mais m
m	Número de instantes de antecedência com que se realiza a previsão da procura

Modelo de Croston modificado (SY)

Syntetos (2001) (citado por Teunter e Sani (2009)) confirmou que, o modelo de Croston original (CR) efetua uma estimativa tendenciosa da procura. Deste modo, propõem uma modificação ao modelo de Croston original, com a introdução de uma nova formulação ao fator de correção identificado na expressão (21), mantendo todos os restantes parâmetros do modelo original.

$$\hat{Y}_{i+m} = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{Z_i}{p_i - \frac{\alpha}{2}} \quad (22)$$

Este modelo foi desenvolvido com o intuito de reduzir a estimativa tendenciosa proposta pelos restantes modelos.

Modelo de Croston modificado (SB)

Syntetos e Boylan (2001) demonstraram que o modelo de Croston original (CR) efetua uma estimativa tendenciosa da procura. Deste modo, propõem uma modificação ao fator de correção do modelo de Croston original. De igual modo, mantêm-se todos os parâmetros do modelo original e o fator de correção apresentado na expressão (21) vem reformulado do seguinte modo:

$$\hat{Y}_{i+m} = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{Z_i}{p_i} \quad (23)$$

O valor de α de todos estes modelos é posteriormente otimizado, de modo a minimizar o erro quadrático médio (MSE), calculado através da expressão (6).

2.4 Modelos de Gestão de Stocks

Uma vez concluído o estudo da previsão da procura dos materiais à luz dos modelos encontrados na literatura, serão seguidamente abordados os modelos de gestão de stocks, mediante a revisão da literatura da área em estudo.

Para a definição e seleção de modelos de gestão de stocks torna-se importante classificar a variável procura enquanto variável dependente ou variável independente. De acordo com Tersine (1994), um bem tem associada uma procura independente quando esta apresenta um padrão definido e contínuo, variando apenas com as influências aleatórias do mercado. Nesta classificação integram-se os produtos finais que dependem apenas das preferências e das necessidades dos clientes.

A procura é classificada como dependente, quando existe uma relação matemática direta entre este produto e um produto de nível superior, isto é, quando a necessidade de um produto é resultado direto da necessidade de um outro produto. Nesta classificação integram-se as matérias-primas, componentes e produtos semi-acabados.

Na medida em que o objeto do nosso estudo corresponde a materiais que apresentam procura dependente, o modelo de gestão de stocks recomendado de acordo com a literatura é o MRP (Material Requirement Planning). No entanto, este modelo não efetua o ajuste de alguns parâmetros de gestão de stocks, como por exemplo o stock de segurança ou o ponto de encomenda dos materiais.

Segundo Tersine (1994), o stock de segurança pode ser visto como um stock de reserva ou um stock extra para ser utilizado como *buffer* contra ruturas de stock resultantes de perturbações aleatórias / incertezas, tais como a procura acima do esperado durante o prazo de entrega ou mesmo devido a alguma variabilidade no prazo de entrega. Por um lado, o stock de segurança diminui a probabilidade de ocorrência de ruturas e, conseqüentemente, o seu custo, mas por outro, aumenta os custos de posse de stock de uma empresa.

Assim sendo, entendemos como mais adequada a utilização de modelos aplicáveis a procura independente, para o ajuste dos parâmetros de gestão de stocks.

Seguidamente serão abordados os modelos de gestão de stocks aplicáveis a procura contínua. Durante o período de desenvolvimento deste projeto, foram ainda estudados os modelos de gestão de stocks aplicáveis a procura intermitente. No entanto, relativamente a estes últimos, os modelos encontrados na literatura não apresentavam evidência empírica suficiente para comprovar a sua utilização fiável na gestão de stocks de

materiais com procura intermitente. Neste sentido, remetemos este ponto para futuro trabalho a desenvolver e passaremos a apresentar os modelos de gestão de stocks de materiais com procura contínua.

2.4.1 Procura Contínua

Segundo Tersine (1994), os modelos de gestão de stocks aplicáveis a procura independente dividem-se em modelos determinísticos e modelos estocásticos ou probabilísticos. Os primeiros aplicam-se quando a procura e o prazo de entrega do fornecedor são constantes. Pelo contrário, os modelos estocásticos aplicam-se quando a procura e/ou o prazo de entrega do fornecedor não são constantes.

Neste trabalho, sendo o objeto de estudo um conjunto de materiais com procura variável, vão ser abordados de seguida os modelos estocásticos por se tratarem dos modelos que melhor se adequam às características dos materiais em estudo. Como pressuposto para a aplicação destes modelos, a procura tem de apresentar uma distribuição normal.

Neste sentido, e de acordo com Guimarães e Cabral (1997), o estudo da distribuição da procura pode ser efetuado através do teste de Kolmogorov-Smirnov (teste K-S), do teste do qui-quadrado, entre outros testes. Na maioria das situações o teste K-S é mais poderoso do que o teste do qui-quadrado, exigindo no entanto distribuições populacionais contínuas e completamente especificadas.

Tendo em conta as características dos materiais em estudo entendemos como mais adequada a utilização do teste K-S, pelo que este teste será seguidamente abordado. O teste K-S tem por base a análise do ajuste entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais (observados) e uma determinada distribuição teórica. Este teste compara a distribuição de frequências acumuladas observadas com a distribuição teórica e determina o ponto em que essas duas distribuições acusam a maior divergência.

Neste trabalho, na determinação do tipo de distribuição da variável Y (procura), considerou-se as seguintes hipóteses:

H0: A variável Y segue uma distribuição normal

H1: A variável Y não segue uma distribuição normal

Segundo Miller (1956), a estatística do teste de K-S é dada por D, representa a diferença máxima entre S(Y) (distribuição observada da variável Y) e F(Y) (distribuição teórica da variável Y), na forma:

$$D = \text{Máximo}|S(Y_i) - F(Y_i)| \quad (24)$$

Onde,

Y_i Procura real no instante i

A distribuição observada, S(Y), consiste numa função cumulativa da distribuição observada da variável Y, dada por:

$$S(Y_i) = \frac{\text{Número observações } (Y_i)}{\text{Total observações}} \quad (25)$$

$$S(Y) = \begin{cases} S(Y_1) \\ S(Y_1) + S(Y_2) \\ S(Y_1) + S(Y_2) + S(Y_3) \\ \dots \\ 1 \end{cases} \quad (26)$$

A distribuição teórica, F(Y), consiste numa função cumulativa da distribuição teórica da variável Y e pode ser calculada com o auxílio da ferramenta Excel, usando a expressão:

$$F(Y_i) = \text{Dist. norm}(Y_i; \mu; \sigma; 1) \quad (27)$$

A média da procura real, μ , pode ser obtida pela expressão (3) e o desvio padrão da procura real, σ , através da expressão (4).

Posteriormente D é comparada com um valor crítico (D_c) tabelado para um nível de significância α (Miller, 1956).

$$\text{Se } D < D_c \quad (28)$$

a hipótese H0 (a variável Y segue uma distribuição normal) é aceite para o nível de significância selecionado.

Garantida a normalidade da distribuição, damos início à abordagem dos modelos estocásticos, que de acordo com Tersine (1994) apresentam diferentes vertentes, atendendo ao perfil da procura e ao prazo de entrega do fornecedor, pelo que podemos ter: (1) Procura variável e prazo de entrega constante; (2) Procura constante e prazo de entrega variável; (3) Procura variável e prazo de entrega variável.

Assumindo o prazo de entrega como parâmetro constante e a procura variável, no âmbito dos modelos estocásticos, podemos encontrar os modelos de revisão contínua e os modelos de revisão periódica, os quais se distinguem pela abordagem adotada ao nível da gestão de stocks, quer na definição da quantidade a encomendar, como na definição do instante em que a encomenda é colocada.

No modelo de revisão periódica, a monitorização do stock existente ocorre em intervalos de tempo predeterminados, sendo colocada uma encomenda de quantidade, Q , de modo a repor o stock existente num stock máximo predeterminado. A quantidade a encomendar é dada pela diferença entre o stock máximo e o stock existente (Hariga e Ben-Daya, 1999).

Segundo os mesmos autores, no modelo de revisão contínua, a colocação de uma encomenda de quantidade Q , ocorre sempre que o stock existente é inferior ao ponto de encomenda predeterminado, s . Este modelo requer um conhecimento contínuo das existências, implicando a monitorização constante do stock existente, sempre que ocorre uma transação de material.

Neste trabalho, o modelo de gestão de stocks utilizado foi o modelo de revisão contínua, por ser aquele que, apesar de ser mais trabalhoso e que exige recursos para um acompanhamento constante, permite um maior equilíbrio entre os objetivos pretendidos, no que concerne à minimização dos custos com posse de stocks e uma probabilidade mínima de ocorrência de ruturas de stock. Assim, serão apresentadas as expressões adotadas por este modelo.

A **quantidade a encomendar**, Q , pode ser obtida pela expressão apresentada a seguir, que tem por objetivo minimizar o custo total de stock (Moon e Choi, 1998).

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times \hat{Y}_A \times C_e}{h}} \quad (29)$$

Onde,

Q Quantidade a encomendar (unidades de encomenda)

\hat{Y}_A Previsão da procura anual (unidades de encomenda)

- C_e Custo encomenda (€ / encomenda)
 h Custo anual de posse do material (€ / unidade.ano)

De acordo com Tersine (1994), o custo de encomenda inclui despesas relacionadas com a emissão de ordens de compra para fornecedores externos, análise de fornecedores, preenchimento de requisições, tarefas relacionadas com todo o processamento necessário para completar uma transação, entre outras. Este custo varia diretamente com o número de encomendas, independentemente do tamanho da encomenda.

O custo de posse do material está associado aos custos do capital despendido em stock, bem como os custos com a manutenção da quantidade armazenada durante o período de armazenamento, incluindo normalmente custos com impostos, seguros, armazenamento, movimentação dos materiais, obsolescência e deterioração (Tersine, 1994).

A previsão da procura anual, \hat{Y}_A , segue a expressão:

$$\hat{Y}_A = \hat{Y}_i \times N \quad (30)$$

Onde,

- \hat{Y}_i Previsão da procura no instante i
 N Número de instantes de tempo i , num ano (semanas)

O **stock de segurança**, SS , segue a seguinte expressão:

$$SS = Z \times \sigma \quad (31)$$

Onde,

- Z Desvio padrão da distribuição normal para um determinado risco de rutura de stock
 σ Desvio padrão da procura durante o prazo de entrega

Na tabela 3 encontram-se os valores tabelados do desvio padrão da distribuição normal, Z , para diferentes percentagens de risco de rutura de stock (Tersine, 1994).

Tabela 3: Valores tabelados de Z, para diferentes percentagens de risco de rutura.

Risco de Rutura %	Z
0,01	3,8
0,5	2,579
1	2,327
5	1,645
10	1,282

O desvio padrão da procura durante o prazo de entrega, σ , pode ser determinado através da expressão:

$$\sigma^2 = \bar{L} \times \sigma_Y^2 + \mu^2 \times \sigma_L^2 \quad (32)$$

Onde,

σ^2 Variância da procura durante o prazo de entrega

\bar{L} Prazo de entrega (semanas)

μ Procura média

σ_Y^2 Variância da procura

σ_L^2 Variância do prazo de entrega

Dado que o prazo de entrega é considerado constante, a variância do prazo de entrega é nula. Assim, a equação (32) é simplificada para:

$$\sigma^2 = \bar{L} \sigma_Y^2 \quad (33)$$

O **ponto de encomenda**, s , pode ser obtido através da equação (34) (Moon e Choi, 1998).

$$s = \hat{Y}_L + SS \quad (34)$$

Onde,

\hat{Y}_L Previsão da procura durante o prazo de entrega

SS Stock de segurança

A previsão da procura durante o prazo de entrega, \hat{Y}_L , é dada por:

$$\hat{Y}_L = \hat{Y}_i \times \bar{L} \quad (35)$$

Onde,

\hat{Y}_i Previsão da procura no instante i

\bar{L} Prazo entrega (semanas)

O **stock médio**, SM , pode ser obtido por (Tersine, 1994):

$$SM = SS + \frac{Q}{2} \quad (36)$$

Onde,

SS Stock de segurança

Q Quantidade a encomendar

2.5 Indicadores de desempenho

A eficiência dos modelos de gestão de stocks utilizados será aferida com recurso a indicadores de desempenho aplicáveis a esta área, identificados na literatura.

Um dos indicadores que é frequentemente utilizado corresponde à taxa de rotação de stock, que permite determinar o número de vezes que os stocks foram renovados ao longo de um ano, sendo dada por (Tersine, 1994):

$$\text{Taxa de Rotação} = \frac{\text{Consumo anual}}{\text{Stock médio}} \quad (37)$$

O mesmo autor sugere também a utilização da taxa de cobertura, que representa o tempo médio que o stock poderá satisfazer a procura, sem efetuar novas encomendas, sendo calculada por:

$$\text{Taxa de Cobertura} = \frac{1}{\text{Taxa de Rotação}} \quad (38)$$

O nível de serviço, corresponde à percentagem da procura que será satisfeita, permitindo avaliar o desempenho de diferentes áreas da organização, nomeadamente ao nível da fábrica, dos armazéns de materiais, bem como do fornecedor. Tendo em vista os objetivos a que nos propomos, neste trabalho o nível de serviço do armazém de materiais assume uma importância particular. Este indicador permite um tratamento uniforme dos diferentes produtos e pode ser calculado pela expressão seguinte (Tersine, 1994):

$$\text{Nível de Serviço} = \frac{\text{Número pedidos satisfeitos}}{\text{Número total de pedidos}} \quad (39)$$

Capítulo 3 - Caso de Estudo

Neste capítulo será apresentado o caso de estudo que nos propusemos desenvolver na área de gestão de stocks de materiais, o qual foi desenvolvido numa empresa de referência que integra o cluster português dos colchões. Trata-se de uma empresa com uma história de sucesso, sendo uma referência na sua área de atuação, cuja estratégia passa pela afetação contínua de recursos ao desenvolvimento técnico dos produtos, à melhoria contínua e aposta numa abordagem de marketing agressiva, procurando incessantemente a diferenciação do produto, dos processos e das soluções técnicas e tecnológicas. Por motivos de confidencialidade, a empresa onde este projeto decorreu optou por não revelar a sua identidade.

Dada a complexidade do negócio, a empresa utiliza um ERP (Enterprise Resource Planning) amplamente divulgado no mercado nas mais diversas áreas de negócio, designado por SAP, funcionando como sistema integrado de gestão empresarial que suporta a gestão de forma transversal à organização, desde a gestão das encomendas à entrega do produto final, passando pela gestão de stocks de matérias-primas, planeamento e gestão da produção, gestão de compras, área financeira, área logística, serviço de atendimento ao cliente (SAT), entre outras.

Em termos produtivos a empresa tem vindo a realizar nos últimos anos um forte investimento em equipamento fabril, tendo em vista o aumento da capacidade instalada, aumentar a eficiência dos processos produtivos e dotar a fábrica de capacidade para colocar no mercado as soluções inovadoras que tem vindo a desenvolver (exemplo: colchões enrolados, *topper*, entre outros).

Paralelamente, a empresa está também a proceder à reorganização do *layout* de fábrica, aposta na melhoria contínua dos processos produtivos, na área ambiental e na área da qualidade, através do desenvolvimento do seu sistema do *Quality Wall*.

Uma vez que a estratégia da empresa consiste em canalizar os seus recursos para as áreas que acrescentam valor a todos os seus *stakeholders* (acionistas, clientes, fornecedores, sociedade, entre outros), estão a ser analisados os principais processos tendo em vista a identificação, minimização e/ou eliminação dos desperdícios, bem como afetar os recursos estritamente necessários às áreas que não acrescentam valor.

Neste contexto, foi identificada a oportunidade de desenvolver um trabalho na área de gestão de stocks, na medida em que a existência de stocks não acrescenta valor à organização.

3.1 Processo produtivo

Como ponto de partida para o caso de estudo, apresentamos o *layout* do processo produtivo da empresa em estudo.

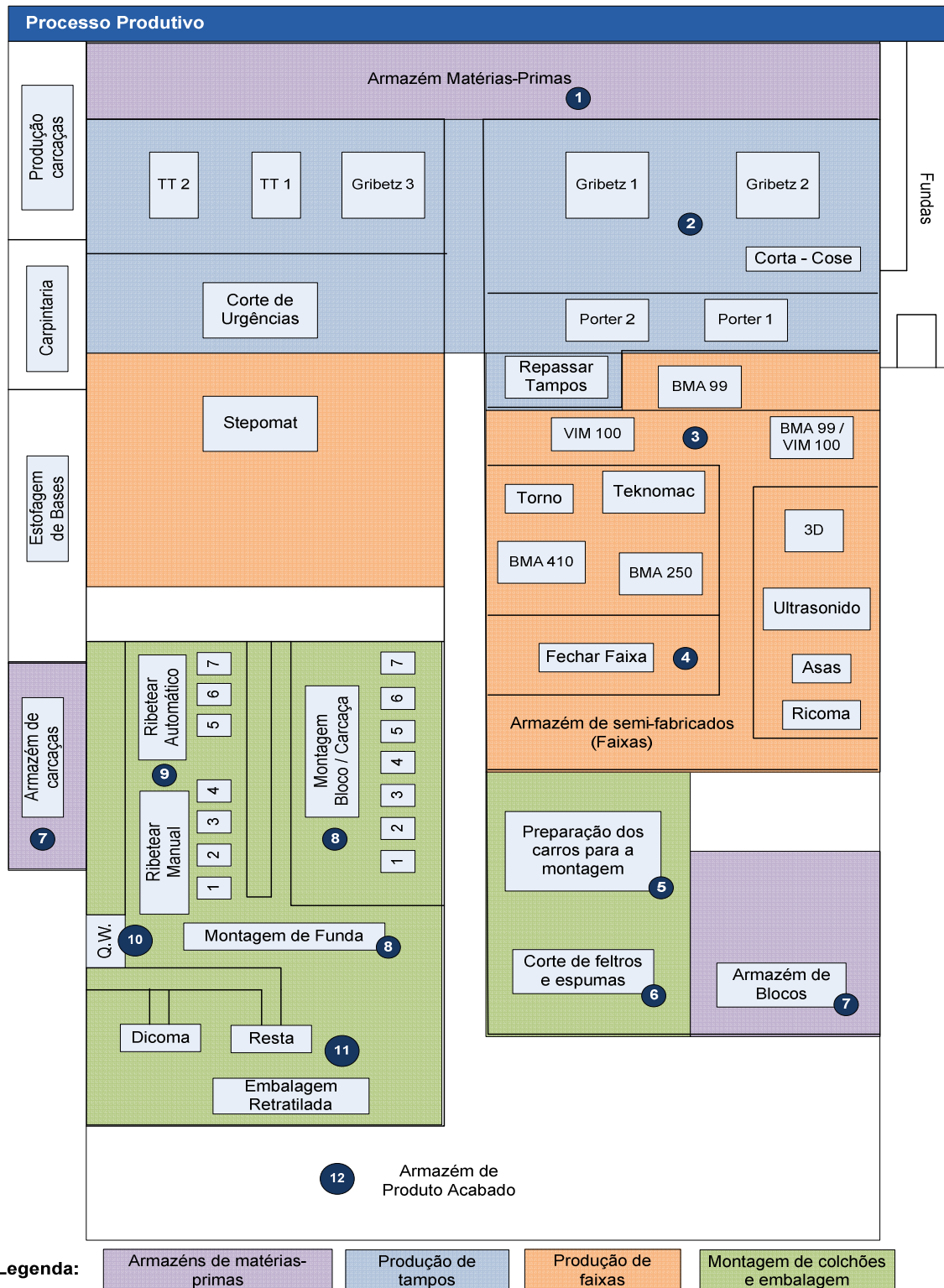


Figura 5: Esquema representativo do processo produtivo da empresa em estudo.

O processo produtivo tem início com o fornecimento das matérias-primas ao armazém identificado na figura 5 por 1. Na empresa o pedido de matérias-primas ao armazém processa-se através do registo de requisições, preenchidas pelo responsável de produção, nas quais indica as matérias-primas necessárias, tendo em conta o levantamento das necessidades associadas às ordens de fabrico. No armazém, perante a existência de matérias-primas necessárias ao fabrico, os colaboradores fazem o lançamento no sistema SAP das saídas de matéria-prima do armazém para a produção e procedem à entrega das mesmas à produção.

Paralelamente, o departamento de aprovisionamento em coordenação com o colaborador responsável pelo armazém de matérias-primas, efetua diariamente a análise dos stocks. Esta análise tem por base a informação disponibilizada pelo ERP (SAP), e permite identificar os materiais a encomendar aos fornecedores.

Uma vez recolhidas as matérias-primas no armazém, inicia-se o processo de produção propriamente dito com a produção de tampos, na etapa 2, e de faixas, na etapa 3. São assim produzidos estes produtos, designados semi-fabricados, que serão incorporados em fases posteriores do processo produtivo. Na fase 4 realiza-se a atividade de “fechar as faixas” que é efetuada tendo em conta pedidos específicos, pelo que já é incorporada a etiqueta do produto final que irá distinguir cada produto até ser entregue ao cliente final.

Segue-se a fase de preparação de carros com tampos e faixas para a linha da montagem do produto final (etapa 5). Em simultâneo, na etapa 6, são cortados os feltros e espumas necessários para a montagem do produto final. De acordo com as características do núcleo do produto que está a ser produzido, nas áreas identificadas em 7, são separadas carcaças de molas ou blocos de espuma. Das áreas identificadas em 5, 6 e 7 saem os materiais necessários para a fase de montagem propriamente dita, identificada pela etapa 8, onde existem sete mesas de montagem, faltando apenas a última etapa do processo produtivo, identificada por 9, e que consiste em coser o produto em todo o seu perímetro e de ambos os lados.

Uma vez finalizado o processo, o produto final passa pelo controlo de qualidade identificado pela etapa 10, efetuado de acordo com os pontos definidos pelo *Quality Wall* da empresa, que consiste na verificação da inexistência de sujidade, pontos soltos, imperfeições e validação da correta identificação do produto. Se necessário, são efetuadas as necessárias correções ao produto.

Por fim, é feita a leitura ótica de cada unidade do produto acabado, de modo a dar entrada em SAP como produto final, e procede-se ao respetivo embalamento na etapa

11. Enquanto aguardam pelo momento de *picking*, os produtos finais permanecem no armazém de produtos acabados (etapa 12).

3.2 Recolha de dados

Numa primeira fase, procedeu-se ao levantamento dos procedimentos em vigor nas áreas de aprovisionamento de matérias-primas, no armazém de matérias-primas e do processo produtivo, tendo em vista o enquadramento do projeto que se pretendia desenvolver.

Todos os processos envolvidos são suportados pelo SAP, pelo que foi também recolhida informação relativa ao modo como este ERP apoia a produção e a gestão de materiais.

Na gestão de materiais, as matérias-primas utilizadas pela empresa têm ficha de material criada em SAP, com as características do produto, incluindo o(s) fornecedor(es) certificado(s) para o seu fornecimento, os prazos de entrega, unidades de medida, lote mínimo de fornecimento, os custos de aquisição e outros dados que a empresa considera relevantes. Os produtos finais produzidos pela empresa têm também criada em SAP uma ficha de produto com todas as características que o identificam e distinguem. As listas de materiais, matérias-primas e semi-fabricados, que são incorporados no produto estão igualmente criadas em SAP e servem de base à emissão das ordens de fabrico.

No que se refere à produção de uma encomenda de produto final, esta é criada em SAP e fica disponível para o planeamento da produção, que gere a satisfação das encomendas de acordo com o prazo de entrega e a capacidade de produção ainda disponível em cada dia. Relativamente à produção para cada dia, o sistema calcula as quantidades necessárias de cada uma das matérias-primas indicadas na lista de materiais para a sua produção. Em simultâneo, verifica se estas quantidades existem em armazém e, tendo em conta os parâmetros stock de segurança e ponto de encomenda, valida a disponibilidade dos materiais necessários para a produção e, estando disponíveis as quantidades necessárias de todos os materiais da lista, emite as ordens de fabrico. Caso ocorra a rutura de algum dos materiais, a ordem de fabrico não é emitida e a produção apenas será efetuada após a receção do(s) material(ais) em falta.

Paralelamente, o sistema (SAP) lança alertas para os materiais que apresentam um stock existente inferior ao ponto de encomenda.

Como política de gestão de stocks, a empresa utiliza o modelo de revisão contínua e o sistema informático utiliza o PMP e o MRP para a gestão das encomendas de produto

final e para a gestão das quantidades de cada matéria-prima necessárias para a satisfação das encomendas.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram recolhidos dados históricos do sistema SAP da empresa, designadamente, dados gerais como a lista de matérias-primas do armazém, respetivo código interno, designação atribuída e dados relativos ao ano de 2012, como consumos, prazos de entrega dos fornecedores, stocks de segurança atualmente em vigor, dimensão do lote mínimo e quantidade de stock existente em armazém à data de recolha dos dados.

De acordo com as informações recolhidas junto dos colaboradores da empresa, foram escolhidas para este estudo apenas as matérias-primas cuja unidade de consumo é o metro e a unidade de fornecimento é a rolo, uma vez que se tratavam das matérias-primas mais críticas ao nível da gestão de stocks. Assim, a análise centrou-se em produtos como tecidos, mantas, espumas, feltros, fitas, entre outros materiais.

Perante os dados recolhidos, deparou-se com uma vasta gama de matérias-primas que em virtude do escasso tempo e dos recursos disponíveis, levou a que a análise se focalizasse nas matérias-primas mais críticas, tendo em consideração o tipo de procura. A seleção dos produtos prioritários a analisar foi efetuada com base na análise ABC das matérias-primas e da classificação do tipo de procura que as matérias-primas assumiram durante o período em análise.

3.3 Classificação de matérias-primas

3.3.1 Análise ABC

Numa primeira abordagem procedeu-se à seleção dos produtos a analisar que, para o caso em estudo, foi considerado relevante ter em consideração dois critérios: (1) Consumo anual e (2) Prazo de entrega do fornecedor.

O método utilizado para a obtenção do conjunto de produtos prioritários a analisar, foi a curva ABC tendo por base os dois critérios acima mencionados e cuja representação gráfica apresentamos se seguida. No eixo das abcissas representam-se todas as matérias-primas analisadas, sendo estas identificadas através de uma numeração sequencial atribuída aquando deste trabalho, sendo o total de 231 de matérias-primas

analisadas. Conforme abordado na secção 2.2.1 deste trabalho, a análise ABC é uma técnica que se baseia no princípio de Pareto que divide os itens em análise em três classes, considerando os valores percentuais acumulados. A Classe A corresponde a itens de grande importância, mas em reduzido número e representam 80% do consumo / prazo de entrega, correspondendo a 20% dos itens em análise. A Classe B representa os itens de importância intermédia, ou seja, 15% consumo / prazo de entrega e 30% dos itens em análise e na Classe C encontram-se os restantes itens, com menor importância e em maior número (5% consumo / prazo de entrega e 50% dos itens).

Muito embora tenha sido efetuada uma análise individualizada com base em cada um dos critérios, a análise da criticidade dos produtos teve em consideração o cruzamento da informação que nos é facultada por ambos os critérios em conjunto. Assim sendo, por exemplo, uma matéria-prima da Classe C da curva do consumo e Classe A na curva do prazo de entrega foi considerada prioritária para análise.

No eixo das ordenadas representam-se os valores acumulados por ordem decrescente de representatividade de cada produto no total do consumo anual e do prazo de entrega, conforme podemos visualizar nas figuras 6 e 7 onde se encontram representadas as curvas ABC do consumo e prazo de entrega, respetivamente.

Os valores relativos a estes gráficos encontram-se devidamente evidenciados em anexo (Anexo A), nas tabelas A.1 até A.7.

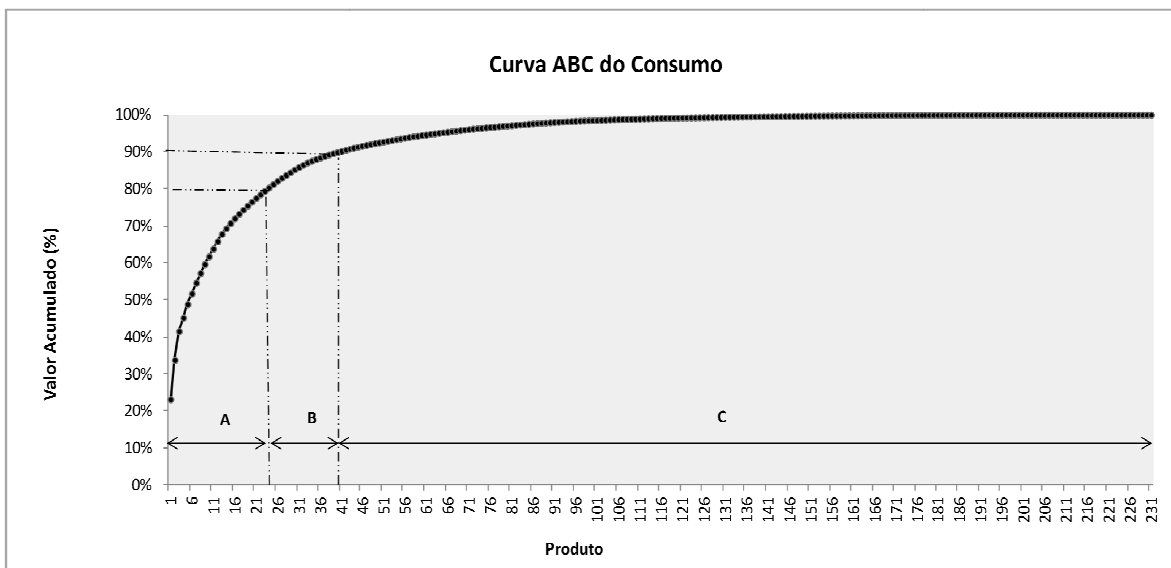


Figura 6: Representação gráfica da curva ABC do consumo.

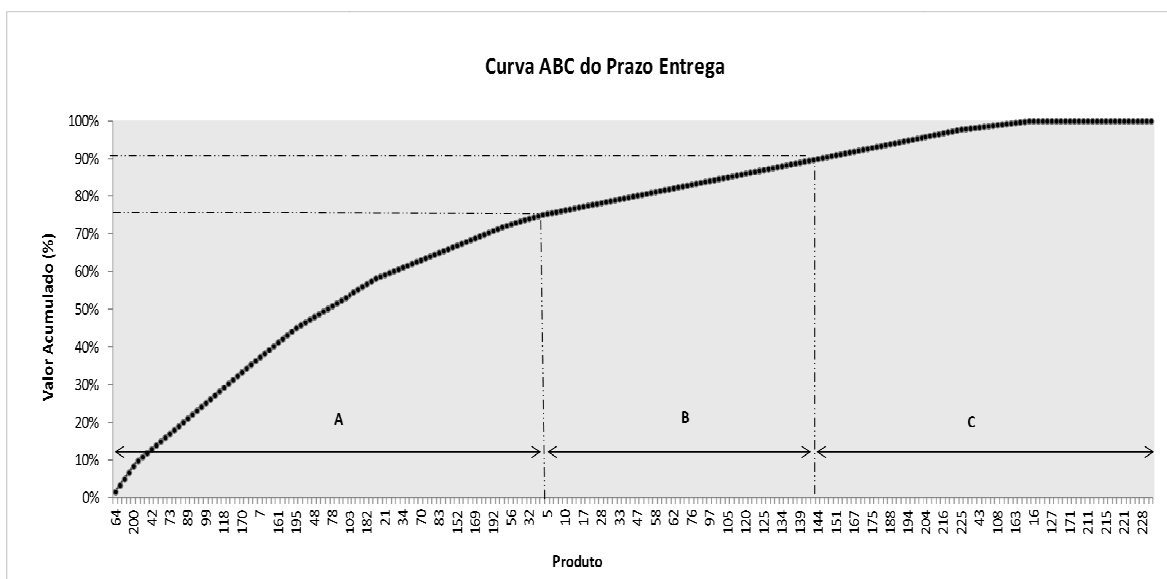


Figura 7: Representação gráfica da curva ABC do prazo de entrega.

Na tabela 4 encontram-se os valores acumulados em termos percentuais, do consumo e do prazo de entrega, bem como a percentagem das respetivas matérias-primas para cada classe da curva ABC.

Tabela 4: Valores percentuais do consumo / prazo de entrega e dos respetivos itens para cada classe da curva ABC.

Classe	Curva ABC Consumo		Curva ABC Prazo Entrega	
	Valor Acumulado (%)	% Itens	Valor Acumulado (%)	% Itens
A	80,36%	10,39	75,22%	41,56
B	90,24%	7,36	90,04%	26,41
C	100,00%	82,25	100,00%	32,03

Em seguida, procedeu-se à comparação das curvas obtidas para estes dois critérios. Na curva ABC do consumo, o objetivo foi analisar prioritariamente os produtos de classe A e B, uma vez que se trata de produtos com elevado impacto na produção, aquando da rotura do stock dos mesmos. Paralelamente, na curva ABC do prazo de entrega optou-se por analisar prioritariamente os produtos de classe A, dado que nestes encontram-se os produtos com maior prazo de entrega, que normalmente correspondem a fornecedores estrangeiros relativamente aos quais a gestão de stocks e das encomendas tem que ser feita com maior antecedência e rigor para minimizar o risco de rutura.

Os dados relativos à análise comparativa destas curvas encontram-se em anexo (Anexo A) nas tabelas A.8 até A.11. É ainda de referir que alguns produtos foram eliminados desta lista de produtos prioritários a analisar (produtos número 207 e 209), por apresentarem procura anual nula.

3.3.2 Tipo de procura

Após a seleção dos produtos prioritários a analisar, procedeu-se à classificação da procura de cada produto, segundo os modelos abordados na literatura conforme descrito no tópico 2.2.2 deste trabalho.

O modelo escolhido para classificar a procura das matérias-primas no caso de estudo foi o modelo de Syntetos, et al. (2005) por ser o que mais se adequa às características da procura dos materiais em análise.

Primeiramente procedeu-se ao cálculo do quadrado do coeficiente de variação da procura $(CV)^2$, segundo a expressão (2) do tópico 2.2.2, e posteriormente determinou-se o intervalo médio entre consumos (p), através da expressão (1).

Tendo em conta os valores de separação entre os diferentes quadrantes, definidos pela literatura, de 0,49 para o $(CV)^2$ e 1,32 para o intervalo médio entre consumos (p), traçou-se um gráfico onde podemos visualizar o modelo de classificação da procura e identificar os diferentes tipos de procura (Figura 8).

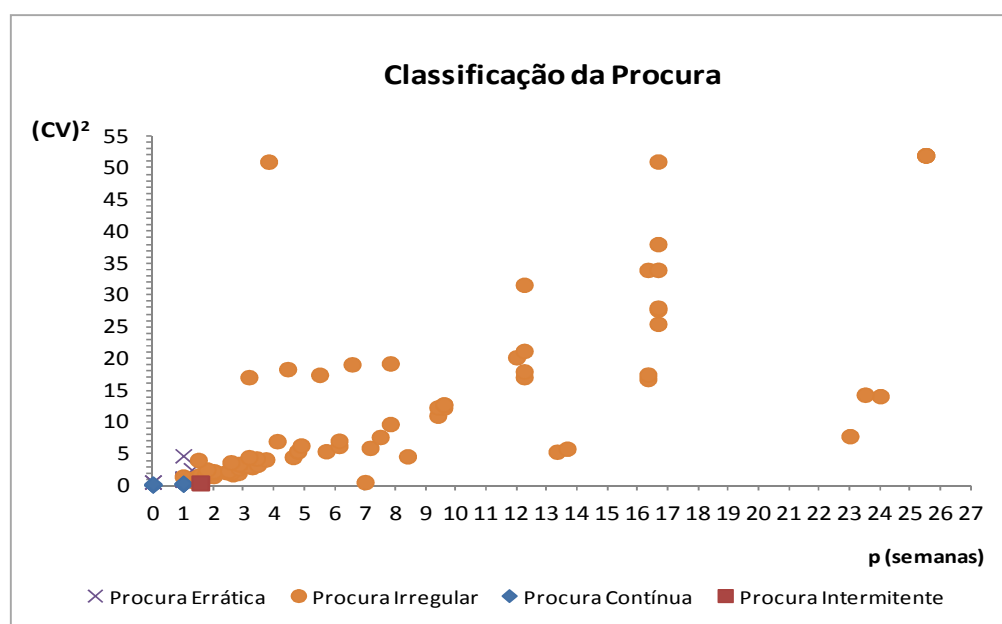


Figura 8: Modelo de classificação da procura.

Para uma análise mais detalhada dos produtos que foram o principal foco deste estudo, será apresentada no gráfico seguinte a representação da classificação da procura, considerando apenas os produtos com procura contínua e intermitente, correspondendo a um total de dezassete produtos com procura contínua e dois produtos com procura intermitente.

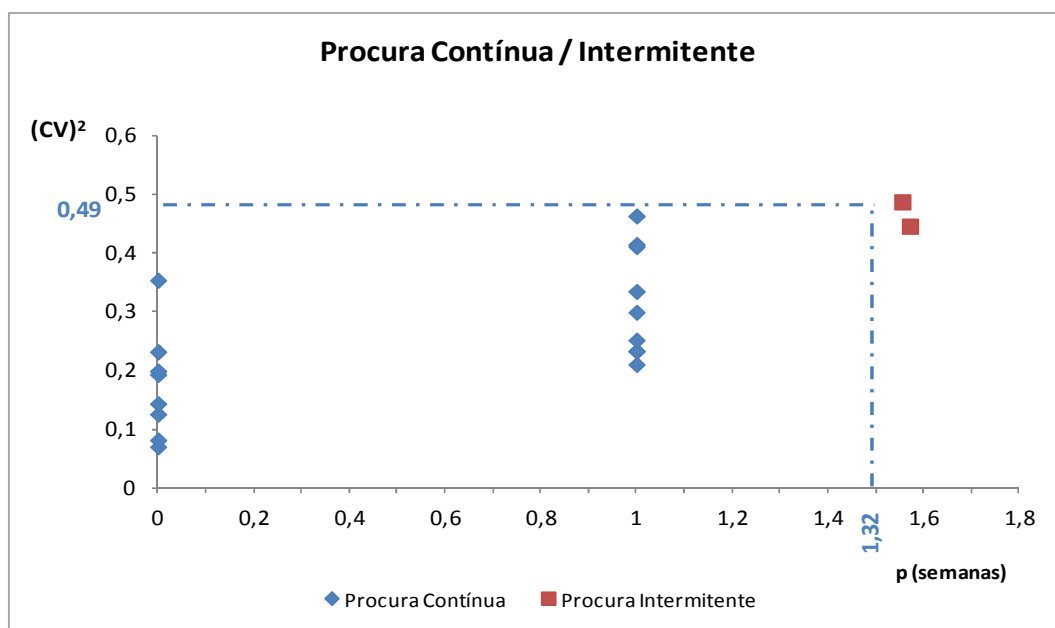


Figura 9: Modelo de classificação da procura contínua e intermitente.

Da análise da figura 8 e da figura 9, pode-se verificar que grande parte dos produtos apresentam procura irregular. Em menor número temos produtos com procura contínua e os produtos com procura intermitente são praticamente inexistentes.

Pelo facto dos produtos com procura irregular apresentarem elevada variabilidade e intervalos médios entre consumo alargados, faz com que não exista a necessária segurança nas previsões da procura e, conseqüentemente, a fiável utilização de modelos de gestão de stocks para utilização futura pela empresa.

Deste modo, os produtos que foram alvo de estudo neste trabalho, são os produtos com procura contínua e intermitente. Assim, no Anexo A, nas tabelas A.12 e A.13 apresentam-se os valores relativos ao consumo no ano de 2012 destes produtos, bem como o respetivo $(CV)^2$ e intervalo médio entre consumos (p). A exemplificação de cálculo de $(CV)^2$ e p encontra-se no Anexo B.1.

3.4 Modelos de previsão da procura

Depois de identificado o tipo de procura dos produtos, procedeu-se à aplicação de modelos de previsão da procura, conforme abordado no tópico 2.3 deste trabalho. Estes modelos permitem-nos estimar o valor esperado da procura num determinado intervalo de tempo. Nos tópicos seguintes apresentam-se os métodos de previsão da procura para produtos com procura contínua e intermitente.

3.4.1 Procura contínua

Nos produtos de procura contínua foi aplicado o método do amortecimento exponencial. No entanto, tal como foi abordado no tópico 2.3.1, é necessário conhecer a série temporal, de modo a conhecer o comportamento da procura da matéria-prima no passado, para seleção do modelo mais indicado para o estudo da previsão da procura.

Numa primeira análise procedeu-se à representação gráfica da série temporal de cada um dos produtos com procura contínua, tendo-se verificado que todos os produtos, à exceção do produto número 36, apresentavam séries com comportamento semelhante, podendo as mesmas enquadrar-se num comportamento localmente estacionário.

A título exemplificativo, será apresentado neste trabalho com detalhe o estudo efetuado para apenas um dos produtos com série localmente estacionária, o produto número 55, sendo que nos restantes produtos tanto o estudo como as conclusões retiradas foram similares.

Na figura 10 encontra-se representada a série temporal do produto número 55.

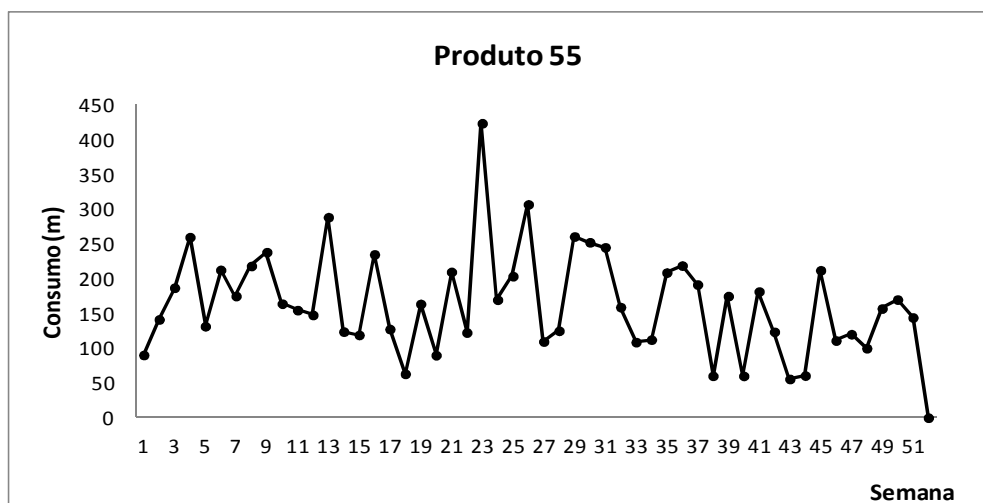


Figura 10: Representação gráfica da série temporal do produto número 55.

Conforme podemos visualizar na figura 10, este produto apresenta uma série com comportamento localmente estacionário, pelo que se procedeu à aplicação do método do amortecimento exponencial simples. A previsão da procura, \hat{Y}_{i+1} , foi calculada segundo a expressão (5) e o erro quadrático médio (MSE) segundo a expressão (6) do tópico 2.3.1 deste trabalho.

Posteriormente, com o auxílio da ferramenta Solver do Excel, o valor de α foi otimizado de modo a minimizar o erro quadrático médio.

Na tabela seguinte apresentam-se os principais resultados obtidos com a aplicação deste método.

Tabela 5: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura do produto 55.

Produto 55	
\hat{Y}_{i+1}	112
MSE	5.951
α	0,191

No Anexo A, na tabela A.14 apresentam-se os valores relativos ao cálculo da previsão da procura deste produto e a respetiva exemplificação de cálculo encontra-se no Anexo B.2.

Na figura 11 encontra-se representada a série temporal do produto número 36 e a respetiva linha de tendência. Este produto distingue-se pela existência de uma tendência decrescente do consumo ao longo do ano.

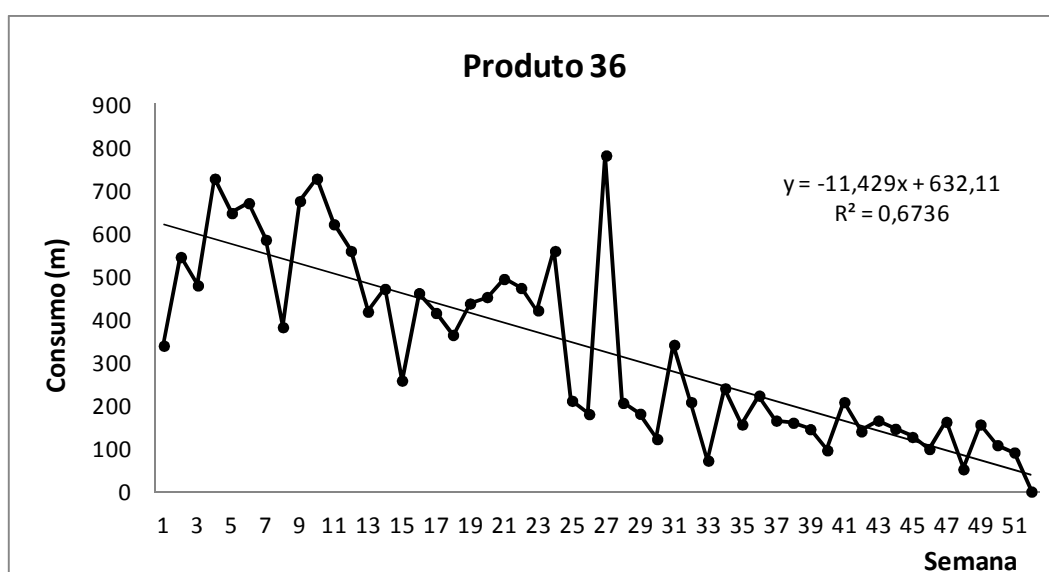


Figura 11: Representação gráfica da série temporal do produto número 36.

Da análise da figura 11, podemos verificar que este produto apresenta uma série com tendência linear, uma vez que R^2 toma o valor de 0,6736 e R toma o valor de 0,82. Além de que a observação relativa à semana 27 desta série, aparenta ser um *outlier*, pelo que na figura 12 apresenta-se a série temporal do produto número 36 e a respetiva linha de tendência, com esta observação desprezada, tendo esta semana sido retirada da amostra em estudo, que passa a ter 51 observações.

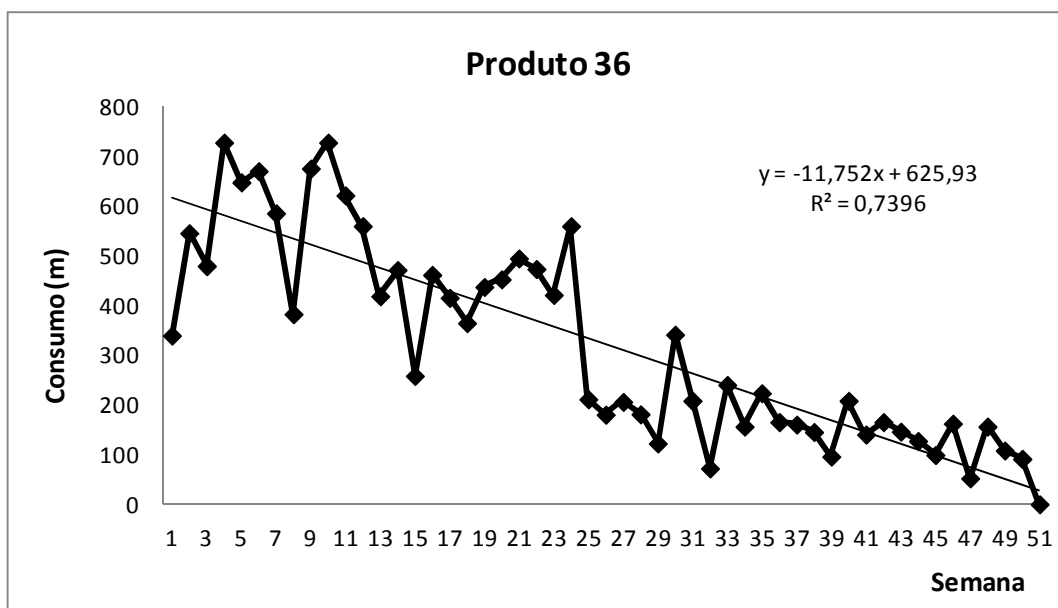


Figura 12: Representação gráfica da série temporal do produto número 36, com observação da semana 27 desprezada.

Da análise da figura 12, podemos verificar que o R^2 aumentou, tomando o valor de 0,7396 e R toma o valor de 0,86, pelo que se procedeu à aplicação do método do amortecimento exponencial linear de Holt. A previsão da procura, \hat{Y}_{i+1} , foi calculada segundo a expressão (7) e o erro quadrático médio (MSE) segundo a expressão (6) do tópico 2.3.1 deste trabalho. Posteriormente, com o auxílio da ferramenta Solver do Excel, os valores de α e β foram otimizados de modo a minimizar o erro quadrático médio.

Na tabela 6 apresentam-se os principais resultados obtidos com a aplicação deste método.

Tabela 6: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura do produto 36, pelo modelo de Holt.

Produto 36 - Modelo Holt		
	Sem desprezar observação relativa à semana 27	Desprezando observação relativa à semana 27
\hat{Y}_{i+1}	35,48	4,69
MSE	25.755	16.459
β	0,602	0,380
α	0,361	0,635

Analisando o erro quadrático médio obtido, podemos concluir que ao desprezar a observação relativa à semana 27, conseguimos baixar o valor de MSE.

No Anexo A, na tabela A.15 apresentam-se os valores relativos ao cálculo da previsão da procura deste produto e a respetiva exemplificação de cálculo encontra-se no Anexo B.3.

Ainda para o produto 36, procedeu-se à aplicação do método do amortecimento exponencial linear de Brown. A previsão da procura, \hat{Y}_{i+1} , foi calculada segundo a expressão (14) e o erro quadrático médio (MSE) segundo a expressão (6) do tópico 2.3.1 deste trabalho. Posteriormente, com o auxílio da ferramenta Solver do Excel, o valor de α foi otimizado de modo a minimizar o erro quadrático médio.

Na tabela 7 apresentam-se os principais resultados obtidos com a aplicação deste método.

Tabela 7: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura do produto 36, pelo modelo de Brown.

Produto 36 - Modelo Brown		
	Sem desprezar observação relativa à semana 27	Desprezando observação relativa à semana 27
\hat{Y}_{i+1}	50,65	35,81
MSE	19.483	12.577
α	0,166	0,328

Analisando o erro quadrático médio obtido, por este modelo podemos também concluir que ao desprezar a observação da semana 27, conseguimos diminuir o valor de MSE.

No Anexo A, na tabela A.16 apresentam-se os valores relativos ao cálculo da previsão da procura deste produto e a respetiva exemplificação de cálculo encontra-se no Anexo B.4.

Comparando os resultados obtidos para o produto 36 pelo modelo de Holt e pelo modelo de Brown, registados nas tabelas 6 e 7, pode concluir-se que pelo modelo de Brown se consegue obter um menor erro quadrático médio, pelo que para este produto a escolha recaiu sobre o modelo de Brown.

3.4.2 Procura intermitente

Relativamente aos produtos com procura intermitente foram aplicados os modelos de Croston original e as duas modificações do modelo de Croston, conforme abordado anteriormente na seção 2.3.2 deste trabalho.

A título exemplificativo, neste trabalho vamos detalhar o estudo efetuado para apenas um dos produtos, o produto número 101, sendo que nos dois produtos em que este método foi aplicado, tanto o estudo como as conclusões retiradas foram similares.

Na figura 13 encontra-se representado o consumo do produto número 101, ao longo do ano 2012.

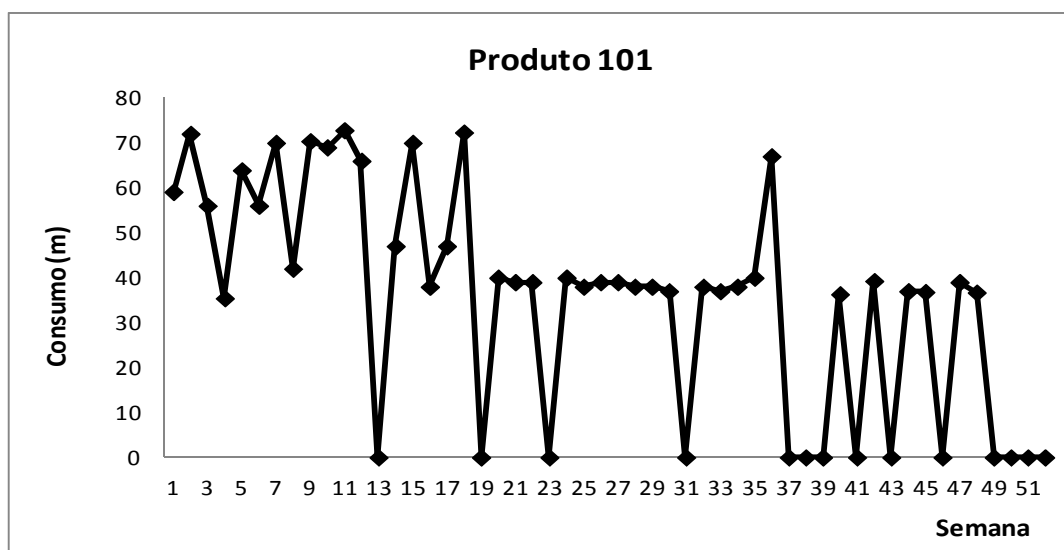


Figura 13: Representação gráfica do consumo do produto número 101.

Conforme podemos visualizar na figura 13, este produto apresenta procura intermitente, pelo que se procedeu à aplicação do método de Croston Original (CR), em que a previsão da procura, \hat{Y}_{i+1} , foi calculada segundo a expressão (21), pelo modelo de Croston modificado (SY), foi calculada segundo a expressão (22) e pelo modelo de Croston modificado (SB), foi calculada segundo a expressão (23). Para cada um destes modelos calculou-se o erro quadrático médio (MSE) segundo a expressão (6).

Posteriormente, com o auxílio da ferramenta Solver do Excel, o valor de α foi otimizado de modo a minimizar o erro quadrático médio.

Na tabela seguinte apresentam-se os principais resultados obtidos com a aplicação destes modelos.

Tabela 8: Resultados obtidos no cálculo da previsão da procura pelos modelos de Croston Original (CR), Croston modificado (SY) e Croston modificado (SB).

	Produto 101		
	CR	SY	SB
\hat{Y}_{i+1}	25,03	24,02	22,20
MSE	536,01	527,88	465,53
α	0,210	0,209	0,221

Analisando os erros quadráticos médios obtidos para os diferentes modelos, podemos concluir que o modelo de Croston modificado (SB) é o que apresenta erros inferiores, fato que vai ao encontro da teoria defendida por Eaves e Kingsman (2004), mas que contraria a teoria defendida por Teunter e Sani (2009), conforme abordado no tópico 2.3 deste trabalho, de que Croston modificado (SY) apresentava melhores resultados que Croston modificado (SB).

No Anexo A, nas tabelas A.17 até A.19 apresentam-se os valores relativos ao cálculo da previsão da procura deste produto, para os diferentes modelos e a respetiva exemplificação de cálculo encontra-se no Anexo B.5.

3.5 Modelos de gestão de stocks

Como anteriormente referido, a empresa utiliza o MRP para a gestão das quantidades de cada matéria-prima necessárias à satisfação dos pedidos da produção. No entanto, este sistema não ajusta ao longo do tempo os parâmetros de alerta da necessidade de encomendar (ponto de encomenda), motivo que nos levou a pesquisar o modelo de gestão de stocks.

Neste trabalho, os produtos estudados apresentam procura dependente. No entanto, optou-se pela utilização de modelos aplicáveis a procura independente, para o ajuste dos parâmetros de gestão de stocks, como stock de segurança, ponto de encomenda e quantidade a encomendar de matérias-primas.

Na subsecção seguinte será exemplificada a aplicação de um modelo de gestão de stocks indicado para perfis de procura contínua.

3.5.1 Procura contínua

Os produtos estudados neste trabalho apresentam procura variável e prazo de entrega constante. Assim, foram utilizados modelos estocásticos para o cálculo do stock de segurança, conforme abordado na seção 2.4.1 deste trabalho. Como pressuposto para a aplicação destes modelos, a procura tem de apresentar uma distribuição normal, a qual foi testada com o auxílio do teste de Kolmogorov-Smirnov, K-S.

Assim, calculou-se a estatística de teste D, segundo a expressão (24) e posteriormente procedeu-se à sua comparação com um valor crítico tabelado, D_c . Tendo como objetivo garantir a normalidade da distribuição da procura com um grau de confiança considerável, o nível de significância selecionado foi de 0,02, pelo que para uma amostra de 52 semanas, o valor crítico tabelado, D_c toma o valor de 0,2067.

A título exemplificativo será abordado de forma detalhada neste trabalho o estudo efetuado para os dois produtos anteriormente estudados e apresentados no tópico 3.3.1, os produtos número 55 e 36, tendo sido desenvolvido um estudo semelhante relativamente aos restantes produtos considerados prioritários de acordo com os critérios utilizados.

Na aplicação do teste K-S para o produto 55, obteve-se $D = 0,0906 < D_c$ e, para o produto 36, obteve-se $D = 0,1872 < D_c$. Para todos os restantes produtos o valor da estatística de teste, D, obtido foi inferior ao valor crítico tabelado, pelo que concluímos que a hipótese H_0 (a variável Y segue uma distribuição normal) é aceite para um nível de significância de 2%.

No Anexo A, na tabela A.20 apresentam-se os valores relativos à aplicação do teste K-S e a respetiva exemplificação de cálculo encontra-se no Anexo B.6.

Garantida a normalidade da distribuição, procedeu-se à aplicação do modelo de revisão contínua, conforme abordado na seção 2.4.1 deste trabalho. Este modelo apesar de ser mais trabalhoso e exigente em termos de um acompanhamento constante, permite um maior equilíbrio entre os objetivos pretendidos, no que diz respeito à minimização dos custos com posse de stocks e uma probabilidade mínima de ocorrência de ruturas de stock.

No modelo de revisão contínua, o stock existente é monitorizado sempre que ocorre uma transação de material e procede-se à encomenda de uma quantidade Q , calculada pela expressão (29), quando o stock existente é inferior ao ponto de encomenda, s , calculado pela expressão (34). Com base nestes parâmetros podemos ainda calcular o stock médio, SM , pela expressão (36) e o stock de segurança, SS , pela expressão (31), do tópico 2.4.1 deste trabalho. Para o cálculo destes parâmetros é necessário ter em conta os custos associados às matérias-primas, designadamente o custo de encomenda e o custo de posse, os quais foram facultados pela área financeira da empresa.

De acordo com a informação prestada pela área financeira, o custo de encomenda foi obtido através do custo total do ano de 2012 do centro "Serviço de compras" obtido a partir da contabilidade (informação extraída do sistema SAP), dividido pelo número de encomendas realizadas no respetivo ano (informação extraída diretamente do sistema SAP).

O custo de posse, foi igualmente determinado pelo departamento financeiro/ controlo de gestão e corresponde à imputação unitária dos custos contabilizados no centro de custo "Armazém de matérias-primas". A imputação dos custos aos produtos foi efetuada com base na determinação do número de m^2 de armazém ocupados por cada tipo de matéria-prima (tecidos, espumas e mantas, carcaças, blocos e outros) e o cálculo da respetiva percentagem na área total do armazém de matérias-primas. Isto significa que, se um determinado tipo de matérias-primas ocupa 10% da área do armazém de matérias-primas, são imputados 10% dos custos totais deste armazém. Multiplicando esta percentagem pelo custo total do centro de custos, obtém-se o custo associado a cada tipo de matéria-prima. Paralelamente foram apuradas as quantidades armazenadas de cada tipo de produtos no armazém durante o ano 2012. Por último, o custo associado a cada tipo de matéria-prima foi dividido pelo número de unidades armazenadas, obtendo assim o custo unitário de posse de cada tipo de matéria-prima.

Na tabela 9 apresentam-se os valores relativos ao cálculo da quantidade a encomendar, encontrando-se a respetiva exemplificação de cálculo no Anexo B.7.

Tabela 9: Resultados obtidos no cálculo da quantidade a encomendar, dos produtos 55 e 36.

	Q	\bar{Y}_A (ano)	C_e (€/encomenda)	h (€/unidade.ano)
Produto 55	1573	5824	29,74	0,14
Produto 36	892	1872	29,74	0,14

Na tabela 10 apresentam-se os resultados obtidos na aplicação do modelo estocástico de revisão contínua ao nível do cálculo do stock de segurança, para diferentes percentagens de risco de rutura, encontrando-se a respetiva exemplificação de cálculo no Anexo B.8.

Tabela 10: Resultados obtidos no cálculo do stock de segurança, dos produtos 55 e 36.

	σ_V^2	\bar{L}	σ^2	σ	Risco Rutura %	Z	SS
Produto 55	5613,98	3,00	16841,94	129,78	0,01	3,80	493,15
					0,5	2,58	334,69
					1	2,33	301,99
					5	1,65	213,48
					10	1,28	166,37
Produto 36	44539,95	1,43	63692,12	252,37	0,01	3,80	959,02
					0,5	2,58	650,87
					1	2,33	587,27
					5	1,65	415,15
					10	1,28	323,54

Na tabela 11 apresentam-se os valores relativos ao cálculo do ponto de encomenda e do stock médio proposto, para diferentes percentagens de risco de rutura, encontrando-se a respetiva exemplificação de cálculo no Anexo B.9.

Tabela 11: Resultados obtidos no cálculo do ponto de encomenda e do stock médio, dos produtos 55 e 36.

	\bar{Y}_i	n (semanas)	\bar{Y}_L	\bar{L} (semanas)	Risco Rutura %	SS	s	SM
Produto 55	112	52	336	3,00	0,01	493,15	829,15	1279,66
					0,5	334,69	670,69	1121,20
					1	301,99	637,99	1088,50
					5	213,48	549,48	999,99
					10	166,37	502,37	952,88
Produto 36	36	52	51	1,43	0,01	959,02	1010,50	1404,92
					0,5	650,87	702,35	1096,78
					1	587,27	638,75	1033,18
					5	415,15	466,63	861,06
					10	323,54	375,02	769,45

Tendo em conta a variabilidade do consumo ao longo do ano dos produtos em estudo, assumiu-se um risco de rutura de 10% para o produto 55 e de 5% para o produto 36.

3.6 Indicadores de desempenho

De modo a avaliar a eficiência dos modelos de gestão de stocks utilizados, recorreu-se ao cálculo de indicadores de desempenho, conforme abordado da seção 2.5 deste trabalho. A taxa de rotação foi calculada pela expressão (37) e a taxa de cobertura pela expressão (38). Relativamente ao nível de serviço do armazém de matérias-primas, o cálculo é efetuado pela empresa diretamente em SAP, com base nos dados relativos ao número dos pedidos de matérias-primas satisfeitos, dividido pelo total de pedidos de matérias-primas efetuados pela produção ao armazém de matérias-primas.

Segundo foi apurado junto da empresa, os indicadores identificados na literatura para avaliação do desempenho dos modelos de gestão de stocks correspondem aos indicadores que estão a ser utilizados pela empresa para avaliar o desempenho da área de *supply chain*, sendo acompanhados mensalmente pela área de controlo de gestão.

Nesta etapa do trabalho foram calculados os indicadores de desempenho para todos os produtos mas, para não tornar o presente trabalho demasiado exaustivo e seguindo a linha de orientação das seções anteriores, são apresentados os resultados obtidos para os produtos de procura contínua, identificados com os números 55 e 36, e para o produto de procura intermitente, o produto número 101.

Na tabela seguinte apresentam-se os principais resultados obtidos, tendo em conta o stock médio atual e o stock médio proposto pelos modelos de gestão de stocks, assumindo um risco de rutura de 10% para o produto 55 e de 5% para o produto 36.

Tabela 12: Resultados obtidos da taxa de rotação, taxa de cobertura e nível de serviço, dos produtos 55, 36 e 101.

	Taxa de Rotação		Taxa de Cobertura (semana)		Prazo de Entrega (semana)	Nível de serviço (%)
	Atual	Proposta	Atual	Proposta		
Produto 55	6,30	8,91	8,16	5,77	3	99,6
Produto 36	8,54	19,88	6,02	2,59	1,43	
Produto 101	4,51	-	11	-	3	

Nas figuras 14, 15 e 16 apresenta-se graficamente o comportamento real dos consumos e dos stocks ao longo do ano de 2012, para os produtos 55, 36 e 101, assim como o novo stock médio proposto pelos modelos de gestão de stocks.

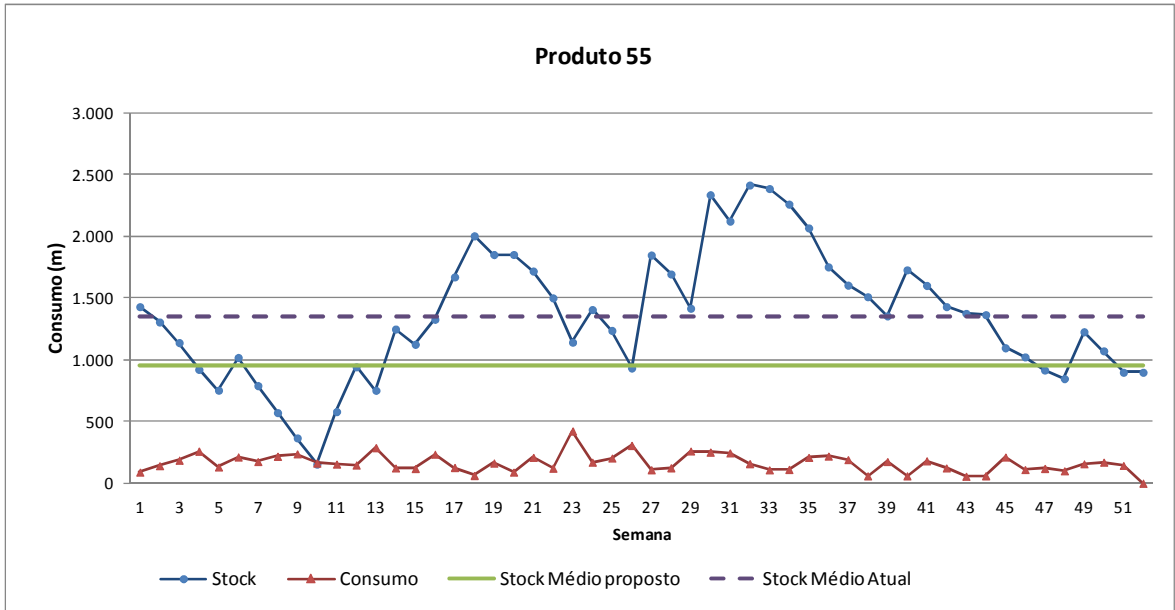


Figura 14: Representação gráfica do comportamento dos consumos e stocks no ano 2012, do produto número 55.

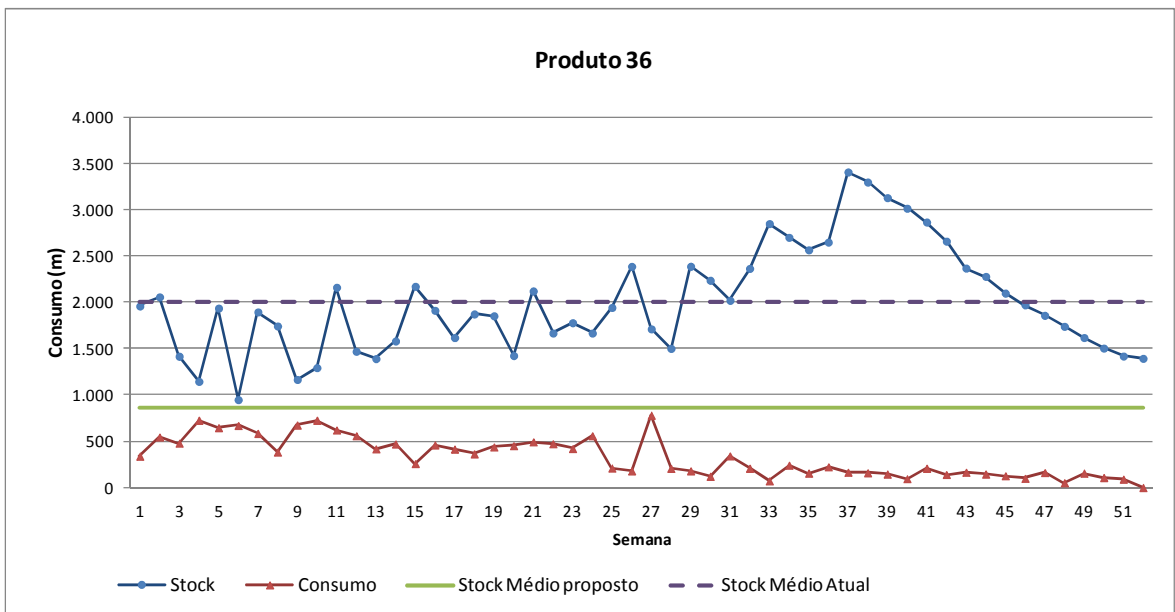


Figura 15: Representação gráfica do comportamento dos consumos e stocks no ano 2012, do produto número 36.

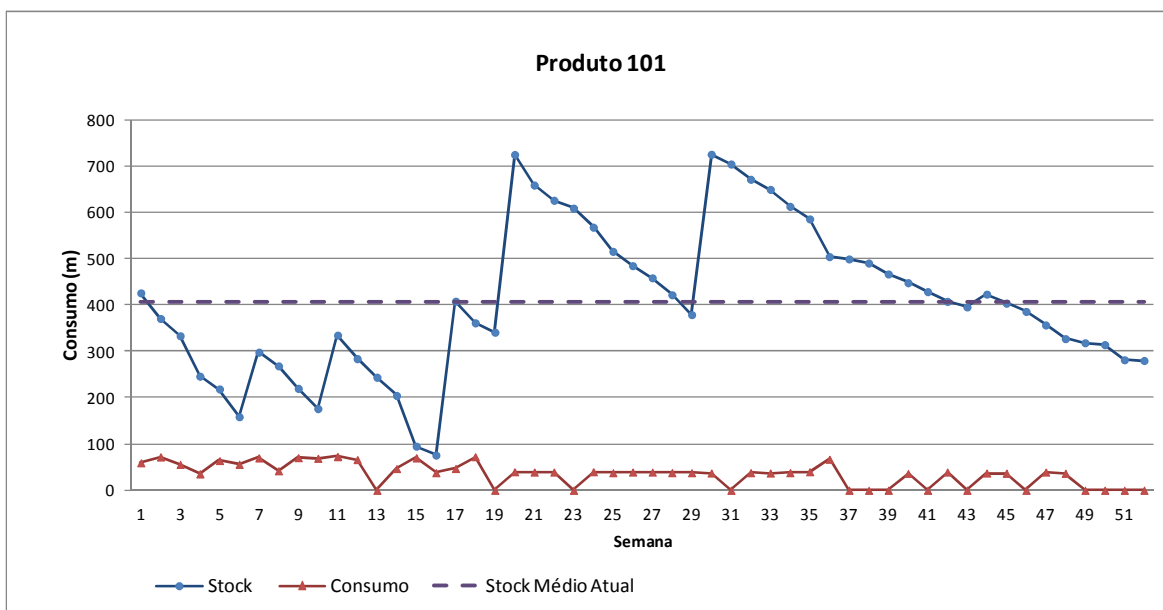


Figura 16: Representação gráfica do comportamento dos consumos e stocks no ano 2012, do produto número 101.

Pela análise dos indicadores, taxa de rotação e taxa de cobertura, verifica-se que na generalidade dos produtos o stock é superior às necessidades, a rotação atual dos stocks é baixa e face ao prazo de entrega do fornecedor, o tempo de cobertura atual é muito superior ao que seria necessário para satisfazer os pedidos da produção durante este período. De acordo com os dados facultados pela empresa, o nível de serviço apresenta um valor médio em 2012 de 99,6%, tendo uma variabilidade muito reduzida (inferior a 0,5%) ao longo do ano, pelo que o nível de serviço é muito elevado, o que permite concluir que as situações de rutura de stock são reduzidas. Estes dados confirmam-se com a análise gráfica do comportamento real dos consumos e dos stocks ao longo do ano. O novo stock médio proposto revela que existe uma clara oportunidade de melhoria da eficiência ao nível da gestão de stocks, uma vez que permite baixar consideravelmente os stocks no armazém (e os respetivos custos) e permite uma gestão mais eficaz do armazém, sem pôr em causa a manutenção de um elevado nível de serviço.

3.7 Manutenção / Operacionalização

Uma vez identificada a oportunidade de introdução de melhorias na gestão de stocks das matérias-primas da empresa e dado que o sistema SAP, tal como se encontra atualmente parametrizado na organização, não responde de forma eficaz às necessidades da empresa, vai ser apresentada uma ferramenta em Excel, desenvolvida ao longo deste trabalho que pode vir a ser utilizada pela área de *supply chain*.

Pretende-se que o modelo de análise de stocks desenvolvido no decorrer deste projeto venha a ser utilizado num contexto prático da gestão de stocks, com o dispêndio de tempo reduzido e de poucos recursos, pelo que se trata de um modelo simples, de fácil implementação e de atualização quase automática com base em dados a extrair do SAP. Neste sentido, para a atualização do modelo de análise de stocks, deve ser extraída do SAP, uma amostra significativa dos dados históricos do consumo da matéria-prima que se pretende analisar (pelo menos seis meses). Complementarmente, todos os dados do fornecedor, como prazo de entrega, lote mínimo devem ser mantidos atualizados.

Na figura 17 podemos visualizar o *print scrin* da ferramenta em Excel desenvolvida para a previsão da procura de produtos com procura contínua.

Período (t)	Procura real (Y _t)	Previsão da Procura (ŷ _t)	Erro de Previsão (e _t)	e _t ²	MSE
1	90	90	0	0	5.951,10
2	141	90	51	2.611	
3	187	100	87	7.555	
4	260	117	143	20.444	
5	132	144	-12	156	
6	213	142	71	5.028	
7	175	155	20	393	
8	218	159	59	3.521	
9	238	170	68	4.594	
10	164	183	-19	372	
11	155	180	-25	625	
12	148	175	-27	735	
13	288	170	119	14.084	
14	124	192	-69	4.711	
15	119	179	-60	3.624	
16	235	168	67	4.505	
17	127	181	-53	2.822	
18	63	170	-107	11.504	
19	164	150	14	190	
20	90	152	-63	3.914	
21	210	140	69	4.760	
22	123	154	-31	976	

Figura 17: *Print scrin* da ferramenta em Excel da previsão da procura de produtos com procura contínua.

Na figura 18 podemos visualizar o *print scrin* da ferramenta em Excel desenvolvida para a previsão da procura de produtos com procura intermitente.

Período (i)	Procura Atual (Y)	Período de observação	Aux.	Intervalo entre observações (q)	Método de Croston			Erro Quadrático Médio				
					Tamanho da Procura (Z)	Intervalo (P)	Procura por Período (Ŷ)	Erro de Previsão (e)	e ²	MSE	Ŷ _t	
1	59,1	1	0								536,01	25,03
2	72	2	1	1								
3	56	3	1	1								
4	35,4	4	1	1								
5	63,9	5	1	1	74,167	1,000						
6	56	6	1	1	70,355	1,000	74,1667	18,1667	330,0278			
7	70	7	1	1	70,281	1,000	70,3553	0,3553	0,1262			
8	42	8	1	1	64,347	1,000	70,2808	28,2808	799,8017			
9	70,4	9	1	1	65,617	1,000	64,3475	6,0525	36,6331			
10	69	10	1	1	66,327	1,000	65,6173	3,3827	11,4427			
11	72,8	11	1	1	67,685	1,000	66,3270	6,4730	41,9000			
12	66	12	1	1	67,332	1,000	67,6850	1,6850	2,8393			
13	0	0	0	0	67,332	1,000	67,3315	67,3315	4.533,5312			
14	47	14	2	2	63,066	1,210	67,3315	20,3315	413,3700			
15	70	15	1	1	64,521	1,166	52,1293	17,8707	319,3630			
16	38	16	1	1	58,957	1,131	55,3454	17,3454	300,8616			
17	47	17	1	1	56,448	1,104	52,1278	5,1278	26,2945			
18	72,3	18	1	1	59,774	1,082	51,1529	21,1471	447,1988			
19	0	0	0	0	59,774	1,082	55,2541	55,2541	3.053,0150			
20	40	20	2	2	55,625	1,274	55,2541	15,2541	232,6874			

Figura 18: *Print scrin* da ferramenta em Excel da previsão da procura de produtos com procura intermitente.

Por último na figura 19 podemos visualizar o *print scrin* da ferramenta em Excel desenvolvida para a gestão de stocks de produtos com procura contínua.

Semana	Consumos	L	σ_D	σ^2	σ	Risco Rutura (1 - F(z)) (%)	z	Stock Segurança (m)	Stock Segurança Atual (m)	Stock Segurança (1 - F(z)) (%)	Lote Mínimo	Armazém	Consignação
1	90	3,00	5613,98	16841,94	129,78	0,01	3,8	493	800	500	480	0	
2	141					0,5	2,579	335					
3	187					1	2,327	302					
4	260					5	1,645	213					
5	132					10	1,282	166					
6	213												
7	175												
8	218												
9	238												
10	164												
11	155												
12	148												
13	288												
14	124												
15	119												
16	235												
17	127												
18	63												
19	164												

Q	V_A	C_e (€)	h (€)	V_r	n	s	V_L	L	Risco Rutura (%)	SS	SM
1573,01	5824	29,74	0,14	112	52	829	336	3	0,01	493	1280
						671			0,5	335	1121
						638			1	302	1088
						549			5	213	1000
						502			10	166	953

Figura 19: *Print scrin* da ferramenta em Excel de gestão de stocks de produtos com procura contínua.

Capítulo 4 – Conclusões e Desenvolvimentos futuros

Com este trabalho pretendeu-se otimizar os parâmetros de gestão de stocks de matérias-primas, desenvolver uma ferramenta capaz de apoiar a área de *supply chain* na previsão da procura e, deste modo, calcular com maior fiabilidade as necessidades de matérias-primas durante o prazo de entrega dos fornecedores, bem como determinar de forma mais precisa e automática os parâmetros de gestão de stocks. Inicialmente, pretendeu-se disponibilizar uma ferramenta de análise que fosse aplicada diretamente em SAP, mas tal implicaria alterar os algoritmos de cálculo deste sistema, que apenas seria possível com recurso a consultores especializados, pelo que foi apresentada à empresa uma ferramenta em Excel. Esta ferramenta será utilizada durante um período de tempo que a empresa considere razoável para testar a sua eficácia e só posteriormente poderá avançar com a sua implementação em SAP.

Assim, o projeto desenvolvido passou por um conjunto de etapas descritas nos vários capítulos do caso de estudo apresentado. Numa primeira fase procedeu-se ao levantamento dos procedimentos em vigor na empresa e à extração dos dados do sistema SAP, necessários à análise efetuada, assim como para a construção da ferramenta de análise proposta. Foram utilizados dados reais da base de dados das matérias-primas criadas em SAP e dados relativos ao ano de 2012, como consumos de matérias-primas e stocks.

Para este estudo apenas foram consideradas as matérias-primas cuja unidade de consumo é o metro, uma vez que se tratavam das matérias-primas mais críticas ao nível da gestão de stocks, segundo as indicações dadas pela empresa.

Numa primeira abordagem procedeu-se à seleção dos produtos prioritários a analisar, com recurso à análise ABC e tendo em linha de conta os critérios consumo e prazo de entrega. Muito embora tenha sido efetuada uma análise individualizada com base em cada um dos critérios, a análise da criticidade dos produtos teve em consideração o cruzamento da informação que nos é facultada por ambos os critérios em conjunto. Deste modo, analisando as curvas obtidas, na curva ABC do consumo, o objetivo foi analisar prioritariamente os produtos de classe A e B, visto serem produtos com elevado impacto na produção, aquando da rotura do stock dos mesmos. Na curva ABC do prazo de entrega optou-se por analisar prioritariamente os produtos de classe A, dado que nestes encontram-se os produtos com maior prazo de entrega.

Selecionados os produtos prioritários a analisar, procedeu-se à classificação do tipo de procura de cada produto, tendo-se verificado que um elevado número de produtos apresenta procura irregular, um menor número de produtos apresenta procura contínua e os produtos com procura intermitente são praticamente inexistentes. Neste trabalho foram estudados os produtos com procura contínua e intermitente, uma vez que apresentam baixa variabilidade. Deste modo, para estes produtos existe segurança na previsão da procura, e conseqüentemente, uma utilização fiável de modelos de gestão de stocks para utilização futura pela empresa.

Na etapa seguinte procedeu-se à aplicação de modelos de previsão da procura, tendo sido aplicado o método do amortecimento exponencial nos produtos com procura contínua. Numa primeira análise procedeu-se à representação gráfica da série temporal de cada um dos produtos com procura contínua, tendo-se verificado que todos os produtos, à exceção do produto número 36, apresentavam séries localmente estacionárias, pelo que para estes procedeu-se à aplicação do método do amortecimento exponencial simples. No caso do produto número 36 que apresentava série com tendência linear, procedeu-se à aplicação do método do amortecimento exponencial linear de Holt e de Brown.

Comparando os resultados obtidos para o produto 36 pelos modelos de Holt e de Brown, podemos concluir que pelo modelo de Brown conseguimos um menor erro quadrático médio, pelo que para este produto concluímos que este seria o melhor modelo.

Relativamente aos produtos com procura intermitente foram aplicados os modelos de Croston original e as duas modificações do modelo de Croston. Analisando os erros quadráticos médios obtidos para os diferentes modelos, podemos concluir que o modelo de Croston modificado (SB) é o que apresenta erros inferiores, fato que vai ao encontro da teoria defendida por Eaves e Kingsman (2004), mas que contraria a teoria defendida por Teunter e Sani (2009), conforme abordado na revisão bibliográfica deste trabalho, de que Croston modificado (SY) apresentava melhores resultados que Croston modificado (SB).

Com vista à otimização dos parâmetros de gestão de stocks, como stock de segurança, ponto de encomenda e quantidade a encomendar de matérias-primas, foram aplicados modelos de gestão de stocks. Foram utilizados modelos estocásticos para produtos com procura contínua, sendo para tal necessário que a procura tenha uma distribuição normal. Esta foi testada com o auxílio do teste de Kolmogorov-Smirnov, tendo-se concluído que a hipótese H_0 de que a variável procura segue uma distribuição normal foi aceite para um

nível de significância de 2%. Garantida a normalidade da distribuição, procedeu-se à aplicação do modelo de revisão contínua para o cálculo da quantidade a encomendar, do stock de segurança, do ponto de encomenda e do novo stock médio proposto. Neste modelo, o stock existente é monitorizado sempre que ocorre uma transação de material, o que permite a tomada de decisões de gestão de stocks sempre que ocorrem movimentos de consumo de stock. Consideramos este aspeto muito positivo para o controlo e gestão dos stocks, uma vez que qualquer situação que não se enquadre nos parâmetros habituais é rapidamente identificada, possibilitando a tomada de medidas corretivas de forma rápida.

De modo a avaliar a eficiência dos modelos de gestão de stocks propostos, foram calculados indicadores de desempenho, como a taxa de rotação e a taxa de cobertura, mas recorreu-se também à representação gráfica do comportamento dos consumos e stocks ao longo do ano de 2012, para os produtos apresentados neste trabalho como exemplos.

Os pressupostos de análise considerados no projeto foram submetidos a validação por parte da empresa, que os considerou corretos para concluir sobre a análise efetuada. Verifica-se que a empresa já calcula regularmente estes indicadores para avaliar o desempenho da área de *supply chain*.

Da análise dos indicadores de desempenho, verifica-se que na generalidade dos produtos, o stock atual é superior às necessidades, a rotação atual dos stocks é baixa e face ao prazo de entrega do fornecedor, o tempo de cobertura atual é muito elevado. Esta conclusão foi partilhada com a empresa mediante a apresentação dos cálculos e da análise gráfica do comportamento real dos consumos e dos stocks ao longo do ano, confirmando-se que o stock é frequentemente superior às necessidades, e que o stock médio proposto no âmbito do trabalho desenvolvido permite baixar consideravelmente os stocks no armazém, conduzindo a uma gestão mais eficaz do armazém.

Este objetivo de redução de stocks enquadra-se nos objetivos estratégicos da empresa, motivo pelo qual a proposta de trabalho foi bem acolhida pela área de *supply chain* e pela administração da empresa, que se mostraram bastante disponíveis para colaborar na resposta às solicitações de informação e no acompanhamento das várias fases do projeto.

Este trabalho teve um âmbito de análise bastante restrito, limitado a um tipo de materiais, as matérias-primas consumidas a metro linear e fornecido à empresa a rolo, e dentro desta categoria de materiais a um conjunto claramente identificado. Neste sentido, no

futuro, a análise pode ser estendida a todas as restantes matérias-primas utilizadas pela empresa.

Durante o período de desenvolvimento deste projeto, foram ainda estudados os modelos de gestão de stocks aplicáveis a procura intermitente. No entanto, os modelos encontrados na literatura não apresentavam evidência empírica suficiente para comprovar a sua utilização fiável na gestão de stocks de materiais com procura intermitente, pelo que remetemos este ponto para futuro trabalho a desenvolver.

Verificou-se ainda que a empresa utiliza uma grande diversidade de materiais e que alguns destes materiais são da mesma tipologia (como por exemplo: feltros, espumas, mantas, entre outros), diferindo apenas em características que não se traduzem em fatores de distinção nos produtos finais. Neste sentido, conclui-se que seria vantajoso para a melhoria da gestão de stocks da empresa desenvolver, no futuro, um trabalho de uniformização de materiais.

Referências Bibliográficas

- Bisgaard, S. e Kulahci, M. (2011). *Time Series Analysis and Forecasting*. Wiley.
- Bosnjaković, M. (2010). Multi criteria Inventory Model For Spare Parts. [Article]. *Tehnicki Vjesnik*, 17(4), 499-504.
- Celebi, D., Bayraktar, D. e Ayka, D. S. O. (2008). *Multi Criteria Classification For Spare Parts Inventory*. Beijing: Publishing House Electronics Industry.
- Chen, J.-X. (2011). Multiple criteria ABC inventory classification using two virtual items. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1702-1713. doi: 10.1080/00207543.2011.560201
- Chou, Y.-C., Lu, C.-H. e Tang, Y.-Y. (2011). Identifying inventory problems in the aerospace industry using the theory of constraints. *International Journal of Production Research*, 50(16), 4686-4698. doi: 10.1080/00207543.2011.631598
- Croston, J. D. (1972). Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands. *Operational Research Quarterly*, 23 (3), 289-303.
- Eaves, A. H. C. (2002). *Forecasting for the ordering and stock-holding of consumable spare parts*. Lancaster University, Lancaster University.
- Eaves, A. H. C. e Kingsman, B. G. (2004). Forecasting for the ordering and stock-holding of spare parts. *Journal of the Operational Research Society*, 55(4), 431-437.
- Gardner, E. S. J. (2006). Exponential smoothing: The state of the art—Part II. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 637-666. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.005>
- Guimarães, R. C. e Cabral, J. A. S. (1997). *Estatística*. Edição Revista: McGraw-Hill.
- Hariga, M. e Ben-Daya, M. (1999). Some stochastic inventory models with deterministic variable lead time. *European Journal of Operational Research*, 113(1), 42-51. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00441-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00441-4)
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C. e Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting : methods and applications* (Third ed.): Hoboken (NJ) : John Wiley.

- Miller, L. H. (1956). Table of percentage points of Kolmogorov statistics. *Journal of the American Statistical Association*, 51 (273), 111-121.
- Moon, I. e Choi, S. (1998). A note on lead time and distributional assumptions in continuous review inventory models. *Computers & Operations Research*, 25(11), 1007-1012. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0548\(97\)00103-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0548(97)00103-2)
- Neves, M. M. e Cordeiro, C. (2010). Exponential Smoothing and Resampling Techniques In Time Series Prediction. [Article]. *Discussiones Mathematica: Probability & Statistics*, 30(1), 87-101.
- Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, 33(3), 695-700. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2004.07.014>
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, S. e Bishop, W. (2009). *Designing And Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies* (Third ed.). International Edition: McGraw-Hill
- Snyder, R. (2002). Forecasting sales of slow and fast moving inventories. *European Journal of Operational Research*, 140(3), 684-699. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00231-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00231-4)
- Syntetos, A. A. e Boylan, J. E. (2001). On the bias of intermittent demand estimates. *International Journal of Production Economics*, 71(1-3), 457-466. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00143-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00143-2)
- Syntetos, A. A., Boylan, J. E. e Croston, J. D. (2005). On the categorization of demand patterns. *J Oper Res Soc*, 56(5), 495-503.
- Syntetos, A. A. e Boylan, J. E. (2006). On the stock control performance of intermittent demand estimators. *International Journal of Production Economics*, 103(1), 36-47. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.04.004>
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of inventory and materials management* (4th ed.): Prentice Hall.

- Teunter, R. e Sani, B. (2009). On the bias of Croston's forecasting method. *European Journal of Operational Research*, 194(1), 177-183. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.12.001>
- Torabi, S. A., Hatefi, S. M. e Pay, B. S. (2012). ABC inventory classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria. *Computers & Industrial Engineering*, 63(2), 530-537. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2012.04.011>
- Williams, T. M. (1984). Stock Control With Sporadic and Slow-Moving Demand. [Article]. *Journal of the Operational Research Society*, 35(10), 939-948. doi: 10.2307/2582137

Anexo A

Tabelas de apoio aos gráficos / resultados apresentados no relatório

Tabela A.1: Valores relativos à curva ABC do consumo das matérias-primas, desde o produto 1 até ao produto 70.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Consumo 2012 (metros)	%	Valor Acumulado (%)	Classe
1	0000000001042841	CINTA FLEX BLANCA 38 MM	955.000	23,16%	23,16%	A
2	0000000001028074	TEJ.SIN TEJER 17 GRS. PP 24 CMS	437.500	10,61%	33,77%	
3	0000000001001671	POLIETER EN ROLLO 210 X 0,9 D-20	321.038	7,79%	41,56%	
4	0000000001055293	POLIETER VISCOLASTICO ROLLO 215	150.859	3,66%	45,22%	
5	0000000001057741	FITA DIAG BRANCA 38MM	149.000	3,61%	48,83%	
6	0000000001052850	POLIETER PERFILAD ROLLO 210X21 28/2 D-20	119.858	2,91%	51,74%	
7	0000000001059033	CINTA AGREMAN FLEX LAVANDA 38 MM	119.660	2,90%	54,64%	
8	0000000001057860	TECIDO N/ TECIDO LISO C/5,5CMS -50 GR/MT	106.000	2,57%	57,21%	
9	0000000001057873	TECIDO N/ TECIDO LISO C/19CM-17 GR/MT	100.500	2,44%	59,65%	
10	0000000001061888	FITA DIAGONAL 38MMIMPRESSÃO	86.130	2,09%	61,74%	
11	0000000001062012	FIELTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 198	85.081	2,06%	63,80%	
12	0000000001062236	POLIETER EN ROLLO 207 X 1,2 D-20	82.567	2,00%	65,81%	
13	0000000001001659	POLIETER EN ROLLO 210 X 0,6 D-20	81.620	1,98%	67,79%	
14	0000000001063101	TEJ.SIN TEJER 17 GR. PP 230 CMS	62.800	1,52%	69,31%	
15	0000000001062861	CINTA FLEX GRIS 38 MM	56.800	1,38%	70,69%	
16	0000000001061226	DECOR VELVET REF# 4183/51	54.309	1,32%	72,00%	
17	0000000001057923	TECIDO N/ TECIDO LISO C/17CMS-50 GR/MT	49.500	1,20%	73,20%	
18	0000000001063097	TEJ.SIN TEJER 30 GR. PP 240 CMS	46.030	1,12%	74,32%	
19	0000000001062013	FIELTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 208	45.968	1,11%	75,44%	
20	0000000001061212	FITA DIAG LARANJA 38MM	43.218	1,05%	76,48%	
21	0000000001058269	CINTA DWBLANCA /GRIS 38 MM	41.429	1,00%	77,49%	
22	0000000001062766	"CINTA 24MM"" DOURADA""	39.914	0,97%	78,46%	
23	0000000001061211	FITA DIAG DOURADA 38MM	39.833	0,97%	79,42%	
24	0000000001060580	CINTA AGREMAN FLEX ORO 38 MM	38.505	0,93%	80,36%	
25	0000000001042353	FILME EXPANSIVEL 20MM - 500MM	37.260	0,90%	81,26%	
26	0000000001061886	CINTA AZUL 24MMIMPRESSAO	36.383	0,88%	82,14%	
27	0000000001060217	CINTA 24MMMASH NEGRA	32.821	0,80%	82,94%	
28	0000000001057858	TECIDO N/ TECIDO LISO C/26CMS -17 GR/MT	32.000	0,78%	83,71%	
29	M1530304150205	MANTA ACRILICA 150GR/MT2 C/2,10MT	30.467	0,74%	84,45%	
30	0000000001062230	TEJ DCO AQUILA 0613 16 80 4460 102	30.094	0,73%	85,18%	
31	0000000001062011	FIELTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 190	27.894	0,68%	85,86%	
32	0000000001059398	TELA DCO ESSENCIAL 08 SUAVE 0110	25.921	0,63%	86,49%	
33	0000000001061573	CREMALLERA 6 MOL GRIS 9042	24.881	0,60%	87,09%	
34	0000000001061582	TELA 3D GRIS 02 70MM	19.190	0,47%	87,56%	
35	0000000001061213	FITA DIAG LARANJA 45MM	19.038	0,46%	88,02%	
36	0000000001059415	TELA STRECH ESSENCIAL B	17.120	0,42%	88,43%	
37	0000000001059698	TELA STRESSENCI DECLIN MB38HF-100%PES225	16.849	0,41%	88,84%	
38	0000000001035680	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 50 CMS.	16.298	0,40%	89,24%	
39	0000000001062942	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 24X0,8	13.980	0,34%	89,58%	
40	0000000001057103	TEJ TALES REF 10810	13.795	0,33%	89,91%	
41	0000000001061217	TEC REF 9212 - DORM CONFORT	13.627	0,33%	90,24%	
42	0000000001058276	CINTA FLEX BLANCA AZUL (NUEVA) 38MM	13.060	0,32%	90,56%	
43	0000000001057181	TEC REF 2338- PARIS/QUALITEX	11.184	0,27%	90,83%	
44	0000000001051726	TEC REF 2509 - OPERA-TOPAZ-EXEC TRANQ	10.403	0,25%	91,08%	
45	0000000001046338	CREMALLERA GRANDE BEIGE 98	10.200	0,25%	91,33%	
46	0000000001027527	POLIETER PERFILAD ROLLO 210X17 23/2 D-20	10.163	0,25%	91,58%	
47	0000000001061216	TEC REF 9211 - DORM BEM	9.985	0,24%	91,82%	
48	0000000001000361	CREMALL CONT. 6600/00/00 REF.090 BLANCA	9.800	0,24%	92,06%	
49	0000000001059355	TEC REF 2923 - ADAPT PLUS	9.471	0,23%	92,29%	
50	0000000001062690	TEC REF 2349 - CONFORLEX	9.343	0,23%	92,51%	
51	0000000001059360	TEJIDO 3D BLANCO 70MM	9.028	0,22%	92,73%	
52	0000000001062544	CINTA BRANCA 24MMIMPRESSAO	8.797	0,21%	92,95%	
53	0000000001061250	TELA PLAT/ BASES BAMBU S142925001A2	8.521	0,21%	93,15%	
54	0000000001054426	ROLO ESP 2070X20-20/2BR	8.491	0,21%	93,36%	
55	0000000001060154	TELA ESSENFLEX08 D5912URBAN/SKY 10 31719	8.486	0,21%	93,56%	
56	0000000001063270	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 18X0,8	8.220	0,20%	93,76%	
57	0000000001062682	TEJ ST SELECTION 12 MD02165 FLNOV111225	8.164	0,20%	93,96%	
58	0000000001030151	FL-POLIETER VISCOLASTICO ROLLO 215x1,5	7.280	0,18%	94,14%	
59	0000000001052143	TEC REF 2508-COMMODITY SIMPHONY	6.971	0,17%	94,31%	
60	0000000001024491	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 198	6.923	0,17%	94,47%	
61	0000000001062297	TEJ. ST FENIX REF47426 0853 4076 13 225	6.900	0,17%	94,64%	
62	0000000001057555	TEC REF 2343 - CONFORAMA LUXO N	6.633	0,16%	94,80%	
63	0000000001059697	TELA PLATAB / BASES DECLIN MB93 100% PES	6.457	0,16%	94,96%	
64	0000000001059561	TELA REF ULTIMA/2C 97P243 TL 11509	6.283	0,15%	95,11%	
65	0000000001062971	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA	6.120	0,15%	95,26%	
66	0000000001061219	TEC REF 9214 - DORM VISCO	5.869	0,14%	95,40%	
67	0000000001060541	TEC REF 25131 - AMBIENCE/VERSUS	5.735	0,14%	95,54%	
68	0000000001058401	CREMALLERA GRIS 7 MOL	5.689	0,14%	95,68%	
69	0000000001029281	NULO PURLATEX 10MM	5.626	0,14%	95,82%	
70	0000000001062229	CINTA SALMON CENTRAL 45 MM	5.615	0,14%	95,95%	

Tabela A.2: Valores relativos à curva ABC do consumo das matérias-primas, desde o produto 71 até ao produto 140.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Consumo 2012 (metros)	%	Valor Acumulado (%)	Classe
71	00000000001050381	TEC REF 9203- BASIC/COLCHONET	5.460	0,13%	96,09%	
72	00000000001062224	CINTA 24 MMNARANJA	5.319	0,13%	96,21%	
73	00000000005500932	FORRO CHARVES NATURAL 250 CM	4.977	0,12%	96,33%	
74	00000000001060832	TEC REF 2247 - YOGA ADAPT 11	4.577	0,11%	96,45%	
75	00000000001062227	CINTA AGREMAN 38MMNARANJA	4.495	0,11%	96,55%	
76	00000000001058643	TEC REF 2224 - CITY	4.430	0,11%	96,66%	
77	00000000001059556	TEC REF 2347 - 2020 SAUDE 10	4.371	0,11%	96,77%	
78	00000000001036201	TEC MICROFIBRA BEGE C/2,35MT	4.100	0,10%	96,87%	
79	00000000001062710	TEC REF 2351	4.099	0,10%	96,97%	
80	00000000001062785	FITA DIAGONAL 38MMAZUL	4.096	0,10%	97,07%	
81	00000000001063301	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 22X0,8	4.090	0,10%	97,17%	
82	00000000001060155	TELA FLEXMASH-3, D5888-XD REF31715 MIWOK	4.071	0,10%	97,26%	
83	00000000001062223	CINTA 3D VERDE BOTELLA 70 MM	3.995	0,10%	97,36%	
84	00000000001060156	TELA M0720/S1176134924001A2 SIOU/DAKOTA	3.936	0,10%	97,46%	
85	00000000001059340	TELA ESSENTIAL MK PR 31313 PA12215	3.714	0,09%	97,55%	
86	00000000001061249	TEJIDO 3D MARRON 70MM HIMALAYA 19	3.675	0,09%	97,64%	
87	00000000001059342	TELA M00586MKSELECoobre/celes 100%hf 225	3.417	0,08%	97,72%	
88	00000000001039877	ROLO ESP 1970X20-20/2BR	3.150	0,08%	97,80%	
89	00000000001059341	TELA PLATAB MK ARRD5833	3.027	0,07%	97,87%	
90	00000000001057447	CREMALLERA CONTINUA 6 MDL BLANCO	2.890	0,07%	97,94%	
91	00000000001060868	TELA BIOCER M-001336 K-0145 WBX500/400/D	2.744	0,07%	98,01%	
92	00000000001059183	TELA HIPER ESSENTIAL 85010602B44	2.722	0,07%	98,07%	
93	00000000001050624	TEC BAMBOOINT - C 28 230 S 1200/11 W1153-	2.673	0,06%	98,14%	
94	00000000001061014	DCO IRATI/TAIGA FONS SETI 5 JAO0116 225	2.556	0,06%	98,20%	
95	00000000001057754	TEC REF 2218 - YOGA COLLUNA N	2.525	0,06%	98,26%	
96	00000000001062232	TEJ ST DRACO 47426 09904076 13 100%PES	2.524	0,06%	98,32%	
97	00000000001062235	TEJ DCO ODELL 061316803741 102	2.130	0,05%	98,37%	
98	00000000001050241	TEC REF 2245-Prem Plus USBOA/FARO	2.115	0,05%	98,42%	
99	00000000001059791	TELA PLATAB DECLIN M001006 SEPIA 23791	2.062	0,05%	98,47%	
100	00000000001046716	TEC MICROFIBRA CASTANHO ESCLURO C/2,35	1.853	0,04%	98,52%	
101	00000000001059700	TELA STRE ULTIMATE DECLIN M897 100%PESHF	1.839	0,04%	98,56%	
102	00000000001057443	TEC REF 2340 - ORIGINAL ORTOPEDICO	1.829	0,04%	98,61%	
103	00000000001060251	TELA M0760/S12072400 PLAT SIOUX/DAKOTA	1.814	0,04%	98,65%	
104	00000000001062708	TEC REF 2248	1.741	0,04%	98,69%	
105	00000000001061218	TEC REF 9213 - DORMI LATEX	1.710	0,04%	98,74%	
106	00000000001053497	PELE COR BEGE CLARO 140 CM	1.672	0,04%	98,78%	
107	00000000001061432	TELA PLATAB AIR	1.643	0,04%	98,82%	
108	00000000001059557	TEC REF 2348 - 2020 COLUNA 10	1.528	0,04%	98,85%	
109	00000000001024490	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 190	1.525	0,04%	98,89%	
110	00000000001039628	TEC MICROFIBRA CASTANHO C/2,35MT	1.347	0,03%	98,92%	
111	00000000001061015	DCO VALSAIN/BORNEO KA00116 MARRON 225	1.343	0,03%	98,95%	
112	00000000001052789	TEC MICROFIBRA PRETO C/2,35MT	1.311	0,03%	98,99%	
113	00000000001059413	TELA SELECTION SELFLEX 4 HABANA HF	1.271	0,03%	99,02%	
114	00000000001062329	TEJ ST MAGNOLIA LAVA K220826 235	1.261	0,03%	99,05%	
115	00000000001059484	TEC REF 2932 MATISSE	1.186	0,03%	99,08%	
116	00000000001057769	PELE COR BRANCO 140 CM	1.176	0,03%	99,11%	
117	00000000001062231	TEJ PQ ARGUS 03C130014704301 naranja	1.164	0,03%	99,13%	
118	00000000001059793	TELA MEMOREX PLUS ESCFLEX2 M1004SEP23791	1.135	0,03%	99,16%	
119	00000000001027532	POLIETER PERFILAD ROLLO 197X13 17/2 D-20	1.020	0,02%	99,19%	
120	00000000001059898	TEC REF 2246 - YOGA ADAPT EDIÇ ESPECIAL	962	0,02%	99,21%	
121	00000000001045816	TEC REF 0819 - CONFORCHAN SUPER	914	0,02%	99,23%	
122	00000000001062709	TEC REF 2350	907	0,02%	99,25%	
123	00000000001050384	TEC REF 9206- BASES DORMILON06	898	0,02%	99,28%	
124	00000000001058591	TEJIDO LYRIS 990150 TL8267 ECRU L130	896	0,02%	99,30%	
125	00000000001057753	TEC REF 2217 - YOGA SAUDE N	867	0,02%	99,32%	
126	00000000001058654	ROLO ESP 2070X20-26/3 AZ	830	0,02%	99,34%	
127	00000000001061431	TELA BORA P0145 001670 225	830	0,02%	99,36%	
128	00000000001061214	TEC 3D BEGE 70MM	825	0,02%	99,38%	
129	00000000001061225	DECOR VELVET REF# 4183/4	823	0,02%	99,40%	
130	00000000001053959	TEC REF 2204- ZEN NOVO	765	0,02%	99,42%	
131	00000000001060869	TELA BIOCER M-001343 DS B WBX4	753	0,02%	99,43%	
132	00000000001053540	PELE COR PRETO 140 CM	727	0,02%	99,45%	
133	00000000001050380	TEC REF 9202- PICO	723	0,02%	99,47%	
134	00000000001045815	TEC REF 5104-UP Line TOP/CONF.TOP/KHARMA	722	0,02%	99,49%	
135	00000000001045817	TEC REF 0933- CONFORCHAN (FARO)	713	0,02%	99,50%	
136	00000000001058987	TELA PLATAB EOLIA SUPRA TL10600 Q990021	667	0,02%	99,52%	
137	00000000001063389	TEC REF 9216- MANU	666	0,02%	99,54%	
138	00000000001056570	TEC REF# 9207 - ALASKA N	661	0,02%	99,55%	
139	00000000001062763	TEC REF 9153 - 3D	638	0,02%	99,57%	
140	00000000001024492	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 208	630	0,02%	99,58%	

C

Tabela A.3: Valores relativos à curva ABC do consumo das matérias-primas, desde o produto 211 até ao produto 231.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Consumo 2012 (metros)	%	Valor Acumulado (%)	Classe	
211	00000000001063652	TEJ ST DWECI 13 PLAT M002590 DS22661 225	0	0,00%	100,00%	C	
212	00000000001063597	TEJ ST ULT13 G/CLA TL21696 L140 247 235	0	0,00%	100,00%		
213	00000000001063599	TEJ ST ULT13 PL/BA TL21956 L140 231 225	0	0,00%	100,00%		
214	00000000001063765	TEJ DCO LUXO BLANCO REF2343 225	0	0,00%	100,00%		
215	00000000001063649	TEJ ST 1 DWECI 13 M002578 DS22656 235	0	0,00%	100,00%		
216	00000000001059382	CREMALLERA CONT 6 MMAZUL	0	0,00%	100,00%		
217	00000000001063650	TEJ ST 3 DWECI 13 M002588 DS22658 235	0	0,00%	100,00%		
218	00000000001063788	TEJ ST PLAT/BASE P2 TL22318 L140 252 225	0	0,00%	100,00%		
219	00000000001064075	TEC BANCO BEBE	0	0,00%	100,00%		
220	00000000001064073	TEC N/TEC LISO COR. PRETO C/1,60 MF-70GR	0	0,00%	100,00%		
221	00000000001063553	TEJ ST 3 DORMI 13 J09180586 9026 12 235	0	0,00%	100,00%		
222	00000000001063651	TEJ ST 4 DWECI 13 M002591 DS22659 235	0	0,00%	100,00%		
223	00000000001063500	TEJ ST SILVER PRO 1 474226 MM1808 235	0	0,00%	100,00%		
224	00000000001063400	TEC REF 2516I - STRECH BEGE I GNIFUGO	0	0,00%	100,00%		
225	00000000001063501	TEJ ST SILVERPRO 2 47426 MM1811C 225	0	0,00%	100,00%		
226	00000000001063352	TEJ ST REF. SILVER EHS 225	0	0,00%	100,00%		
227	00000000001063554	TEJ ST 4 DORMI 13 B491809324031 12 215	0	0,00%	100,00%		
228	00000000001063598	TEJ ST ULT13 G/OSC TL21696 L140 227 235	0	0,00%	100,00%		
229	00000000001063790	TEJ ST ULTIMATE P2 TL21696 L140 252 235	0	0,00%	100,00%		
230	00000000001063789	TEJ ST SELECCION P2 TL22047 L13 997 225	0	0,00%	100,00%		
231	00000000001063596	POLIETER VISCOGEL ROLLO 215X1,5 AZ	0	0,00%	100,00%		
Total			4.123.027				

Tabela A.4: Valores relativos à curva ABC do prazo de entrega das matérias-primas, para os primeiros 63 produtos da curva.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Prazo Entrega (Dias)	%	Valor Acumulado (%)	Classe
64	00000000001059561	TELA REF ULTIMA/2C 97P243 TL 11509	35	1,70%	1,70%	
124	00000000001058591	TEJIDO LYRIS 990150 TL8267 ECRU L130	35	1,70%	3,40%	
136	00000000001058987	TELA PLATAB EOLIA SUPRA TL10600 Q990021	35	1,70%	5,10%	
166	00000000001058609	TELA TAO 18-20 974140 TA 4023 ECRU L170	35	1,70%	6,80%	
200	00000000001058526	TEJ KIPLING REF8040977951TR5707 HF	35	1,70%	8,50%	
179	00000000001058421	TEC REF 2950 C/2,35 - AIR ONE	30	1,46%	9,96%	
37	00000000001059698	TELA STRESSENCI DECLIN MB93HF100%PES225	21	1,02%	10,98%	
40	00000000001057103	TEJ TALES REF 10810	21	1,02%	12,00%	
42	00000000001058276	CINTA FLEX BLANCA AZUL (NUEVA) 38MM	21	1,02%	13,02%	
53	00000000001061250	TELA PLAT/ BASES BAMBU S142925001A2	21	1,02%	14,04%	
55	00000000001060154	TELA ESSENFLEX08 D5912URBAN/SKY 10 31719	21	1,02%	15,06%	
63	00000000001059697	TELA PLATAB / BASES DECLIN MB93 100% PES	21	1,02%	16,08%	
73	00000000005500932	FORRO CHARMES NATURAL 250 CM	21	1,02%	17,10%	
82	00000000001060155	TELA FLEXMASH3, D5888-XD REF31715 MWOK	21	1,02%	18,12%	
85	00000000001059340	TELA ESSENTIAL MK PR 31313 PA12215	21	1,02%	19,14%	
87	00000000001059342	TELA MD0586MKSELECobre/celes 100%hf 225	21	1,02%	20,17%	
89	00000000001059341	TELA PLATAB MK ARRD5833	21	1,02%	21,19%	
91	00000000001060868	TELA BIOCER M-001336 K-0145 WBX500/400/D	21	1,02%	22,21%	
92	00000000001059183	TELA HIPER ESSENTIAL 85010602B44	21	1,02%	23,23%	
94	00000000001061014	DCO IRATI/TAIGA FONS SETI 5 JA00116 225	21	1,02%	24,25%	
99	00000000001059791	TELA PLATAB DECLIN M001006 SEPIA 23791	21	1,02%	25,27%	
101	00000000001059700	TELA STRE ULTIMATE DECLIN MB97 100%PESHF	21	1,02%	26,29%	
111	00000000001061015	DCO VALSAIN/BORNEO KA00116 MARRON 225	21	1,02%	27,31%	
113	00000000001059413	TELA SELECTION SELFLEX 4 HABANA HF	21	1,02%	28,33%	
118	00000000001059793	TELA MEMOREX PLUS ESCFLEX2 M1004SEP23791	21	1,02%	29,35%	
131	00000000001060869	TELA BIOCER M-001343 DS B WBX4	21	1,02%	30,37%	
149	00000000001062428	TEJ ST WBX6 M001951 235	21	1,02%	31,39%	
155	00000000001062565	TEJ ST ALABAMA/INDIANA 9651 225	21	1,02%	32,41%	
170	00000000001060865	TELA TKS87aaa blc TRILOVAL azul ECI	21	1,02%	33,43%	
186	00000000001062161	TELA MKM/HINTER REF 0011586 P225	21	1,02%	34,45%	
193	00000000001062699	TEJ ST MA/DM DREAM/PROTECT M-002143 225	21	1,02%	35,47%	
1	00000000001042841	CINTA FLEX BLANCA 38 MM	20	0,97%	36,44%	
7	00000000001059033	CINTA AGREMAN FLEX LAVANDA 38 MM	20	0,97%	37,41%	
15	00000000001060861	CINTA FLEX GRIS 38 MM	20	0,97%	38,39%	
57	00000000001062682	TEJ ST SELECTION 12 M002165 FLNOV111225	20	0,97%	39,36%	
93	00000000001050624	TEC BAMBOOINT - C 28 230 S 1200/11 W1153-	20	0,97%	40,33%	
161	00000000001058577	TEJ. TRIDIMENSIONAL LOCKE /GRIS	20	0,97%	41,30%	
165	00000000001058361	TELA 3D GRIS OSCURO - ECI 235	20	0,97%	42,27%	
177	00000000001040956	TEJ. ELAS. VEDANA PERU 06 50%PES VISC	20	0,97%	43,25%	
187	00000000001042320	TEJ. PLATAB. VEDANA/PERU 06 69%PES31%VIS	20	0,97%	44,22%	
195	00000000001049723	TEJ. ELAS ISVARA GARIN EC 3 235	20	0,97%	45,19%	
2	00000000001028074	TEJ. SIN TEJER 17 GRS. PP 24 CMS	15	0,73%	45,92%	
24	00000000001060580	CINTA AGREMAN FLEX ORO 38 MM	15	0,73%	46,65%	
45	00000000001046338	CREMALLERA GRANDE BEIGE 98	15	0,73%	47,38%	
48	00000000001000361	CREMALL. CONT. 6600/00/00 REF.090 BLANCA	15	0,73%	48,10%	
51	00000000001059360	TEJIDO 3D BLANCO 70MM	15	0,73%	48,83%	
68	00000000001058401	CREMALLERA GRIS 7 MOL	15	0,73%	49,56%	
74	00000000001060832	TEC REF 2247 - YOGA ADAPT 11	15	0,73%	50,29%	
78	00000000001036201	TEC MICROFIBRA BEGE C/2,35MT	15	0,73%	51,02%	
84	00000000001060156	TELA MD720/S1176134924001A2 SIOU/DAKOTA	15	0,73%	51,75%	
90	00000000001057447	CREMALLERA CONTINUA 6 MOL BLANCO	15	0,73%	52,48%	
100	00000000001046716	TEC MICROFIBRA CASTANHO ESCURO C/2,35	15	0,73%	53,21%	
103	00000000001060251	TELA MD760/S12072400 PLAT SIOU/DAKOTA	15	0,73%	53,94%	
110	00000000001039628	TEC MICROFIBRA CASTANHO C/2,35MT	15	0,73%	54,66%	
112	00000000001052789	TEC MICROFIBRA PRETO C/2,35MT	15	0,73%	55,39%	
145	00000000001059343	TELA MD00587ULTIMPURPURA MVM100% pes hf	15	0,73%	56,12%	
182	00000000001036203	TEC MICROFIBRA AZUL C/ 2,35 MT	15	0,73%	56,85%	
185	00000000001058179	TEJ. TRIDIMENSIONAL BLANCO PU 205 CMS	15	0,73%	57,58%	
199	00000000001038732	DCO Bagan/Nubia azul V3920 43227	15	0,73%	58,31%	
20	00000000001061212	FITA DIAG LARANJA 38MM	10	0,49%	58,79%	
21	00000000001058269	CINTA DW/BLANCA/GRIS 38 MM	10	0,49%	59,28%	
22	00000000001062766	"CINTA 24MM" DOURADA"	10	0,49%	59,77%	
23	00000000001061211	FITA DIAG DOURADA 38MM	10	0,49%	60,25%	

A

Tabela A.5: Valores relativos à curva ABC do prazo de entrega das matérias-primas, para os 70 produtos seguintes.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Prazo Entrega (Dias)	%	Valor Acumulado (%)	Classe
27	00000000001060217	CINTA 24MMIMASH NEGRA	10	0,49%	60,74%	A
34	00000000001061582	TELA 3D GRIS 02 70MM	10	0,49%	61,22%	
35	00000000001061213	FITA DIAG LARANJA 45MM	10	0,49%	61,71%	
36	00000000001059415	TELA STRECH ESSENCIAL B	10	0,49%	62,20%	
69	00000000001029281	NULO PURLATEX 10MM	10	0,49%	62,68%	
70	00000000001062229	CINTA SALMON CENTRAL 45 MM	10	0,49%	63,17%	
72	00000000001062224	CINTA 24MMNARANJA	10	0,49%	63,65%	
75	00000000001062227	CINTA AGREMAN 38MMNARANJA	10	0,49%	64,14%	
80	00000000001062785	FITA DIAGONAL 38MMAZUL	10	0,49%	64,63%	
83	00000000001062223	CINTA 3D VERDE BOTELLA 70 MM	10	0,49%	65,11%	
106	00000000001053497	PELE COR BEGE CLARO 140 CM	10	0,49%	65,60%	
128	00000000001061214	TEC 3D BEGE 70MM	10	0,49%	66,08%	
132	00000000001053540	PELE COR PRETO 140 CM	10	0,49%	66,57%	
152	00000000001053499	PELE COR CASTANHO 140 CM	10	0,49%	67,06%	
157	00000000001063095	TEJ ST BORGIA 44920 MM1659A 4003 12 225	10	0,49%	67,54%	
162	00000000001063096	TEJ ST VISCONTI HPLATA P41026MM1659 235	10	0,49%	68,03%	
164	00000000001062555	FECHO VELCRO(Femea)- 20MM-BEGE	10	0,49%	68,51%	
169	00000000001062816	TEC 3D CASTANHO ESCURO C/ 220	10	0,49%	69,00%	
173	00000000001053498	PELE COR BEGE ESCURO 140 CM	10	0,49%	69,48%	
176	00000000001062815	TEC 3D BEGE C/220	10	0,49%	69,97%	
178	00000000001039370	LATEX EN ROLLO 10MM CC 215 D-70.	10	0,49%	70,46%	
192	00000000001051974	TEC MICROFIBRA LARANJA C/2,35MT	10	0,49%	70,94%	
207	00000000001063545	CINTA AGREMAN NEGRA 38 MM	10	0,49%	71,43%	
209	00000000001063544	CINTA 24 MM NEGRA	10	0,49%	71,91%	
39	00000000001062942	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 24X0,8	8	0,39%	72,30%	
56	00000000001063270	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 18X0,8	8	0,39%	72,69%	
65	00000000001062971	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 26X0,8	8	0,39%	73,08%	
81	00000000001063301	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 22X0,8	8	0,39%	73,47%	
153	00000000001062935	FIBRA COMPACT 150 GR EN ROLLO 210X0,8	8	0,39%	73,86%	
32	00000000001059398	TELA DCO ESSENCIAL 08 SUAVE 0110	7	0,34%	74,20%	
86	00000000001061249	TEJIDO 3D MARRON 70MM HIMALAYA 19	7	0,34%	74,54%	
88	00000000001039877	ROLO ESP 1970X20-20/2BR	7	0,34%	74,88%	
107	00000000001061432	TELA PLATAB AIR	7	0,34%	75,22%	
5	00000000001057741	FITA DIAG BRANCA 38MM	5	0,24%	75,46%	
6	00000000001052850	POLIETER PERFIAD ROLLO 210X21 28/2 D-20	5	0,24%	75,70%	
8	00000000001057860	TECIDO N/ TECIDO LISO C/5,5CM5 -50 GR/MT	5	0,24%	75,95%	
9	00000000001057873	TECIDO N/ TECIDO LISO C/19CM-17 GR/MT	5	0,24%	76,19%	
10	00000000001061888	FITA DIAGONAL 38MMIMPRESSÃO	5	0,24%	76,43%	
11	00000000001062012	FILTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 198	5	0,24%	76,68%	
13	00000000001001659	POLIETER EN ROLLO 210 X 0,6 D-20	5	0,24%	76,92%	
14	00000000001063101	TEJ.SIN TEJER 17 GR. PP 230 CM5	5	0,24%	77,16%	
17	00000000001057923	TECIDO N/ TECIDO LISO C/17CM5-50 GR/MT	5	0,24%	77,41%	
18	00000000001063097	TEJ.SIN TEJER 30 GR. PP 240 CM5	5	0,24%	77,65%	
19	00000000001062013	FILTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 208	5	0,24%	77,89%	
26	00000000001061886	CINTA AZUL 24MMIMPRESSAO	5	0,24%	78,13%	
28	00000000001057858	TECIDO N/ TECIDO LISO C/26CM5 -17 GR/MT	5	0,24%	78,38%	
29	M1530304150205	MANTA ACRILICA 150GR/MT2 C/2,10MT	5	0,24%	78,62%	
30	00000000001062230	TEJ DCO AQUILA 0613 16 80 4460 102	5	0,24%	78,86%	
31	00000000001062011	FILTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 190	5	0,24%	79,11%	
33	00000000001061573	CREMALLERA 6 MDL GRIS 9042	5	0,24%	79,35%	
38	00000000001035680	FILTRO FX-500 GR/M2 DURO 50 CM5.	5	0,24%	79,59%	
41	00000000001061217	TEC REF 9212 - DORMI CONFORT	5	0,24%	79,83%	
44	00000000001051726	TEC REF 2509 - OPERA-TOPAZ-EXEC TRANQ	5	0,24%	80,08%	
47	00000000001061216	TEC REF 9211 - DORMI BEM	5	0,24%	80,32%	
49	00000000001055935	TEC REF 2923 - ADAPT PLUS	5	0,24%	80,56%	
50	00000000001062690	TEC REF 2349 - CONFORLEX	5	0,24%	80,81%	
52	00000000001062544	CINTA BRANCA 24MMIMPRESSAO	5	0,24%	81,05%	
58	00000000001030151	FL-POLIETER VISCOLASTICO ROLLO 215x1,5	5	0,24%	81,29%	
59	00000000001052143	TEC REF 2508-COMMODITY SIMPHONY	5	0,24%	81,54%	
60	00000000001024491	FILTRO FX-500 GR/M2 DURO 198	5	0,24%	81,78%	
61	00000000001062297	TEJ. ST FENIX REF47426 0853 4076 13 225	5	0,24%	82,02%	
62	00000000001057555	TEC REF 2343 - CONFORAMA LUXO N	5	0,24%	82,26%	
66	00000000001061219	TEC REF 9214 - DORMI VISCO	5	0,24%	82,51%	
67	00000000001060541	TEC REF 2513 - AMBIENCE/VERSUS	5	0,24%	82,75%	
71	00000000001050381	TEC REF 9203- BASIC/COLCHONET	5	0,24%	82,99%	
76	00000000001058643	TEC REF 2224 - CITY	5	0,24%	83,24%	
79	00000000001062710	TEC REF 2351	5	0,24%	83,48%	
95	00000000001057754	TEC REF 2218 - YOGA COLLUNA N	5	0,24%	83,72%	
96	00000000001062232	TEJ ST DRACO 47426 09904076 13 100%PES	5	0,24%	83,97%	
97	00000000001062235	TEJ DCO ODELL 061316803741 102	5	0,24%	84,21%	

Tabela A.6: Valores relativos à curva ABC do prazo de entrega das matérias-primas, para os 68 produtos seguintes.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Prazo Entrega (Dias)	%	Valor Acumulado (%)	Classe
98	00000000001050241	TEC REF 2245-Prem Plus LISBOA/FARO	5	0,24%	84,45%	B
102	00000000001057443	TEC REF 2340 - ORIGINAL ORTOPEDICO	5	0,24%	84,69%	
104	00000000001062708	TEC REF 2248	5	0,24%	84,94%	
105	00000000001061218	TEC REF 9213 - DORMI LATEX	5	0,24%	85,18%	
109	00000000001024490	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 190	5	0,24%	85,42%	
115	00000000001059484	TEC REF 2932 MATISSE	5	0,24%	85,67%	
117	00000000001062231	TEJ PQ ARGUS 03C130014704301 naranja	5	0,24%	85,91%	
120	00000000001059898	TEC REF 2246 - YOGA ADAPT EDIÇ ESPECIAL	5	0,24%	86,15%	
121	00000000001045816	TEC REF 0819 - CONFORCHAN SUPER	5	0,24%	86,39%	
122	00000000001062709	TEC REF 2350	5	0,24%	86,64%	
123	00000000001050384	TEC REF 9206- BASES DORMILON06	5	0,24%	86,88%	
125	00000000001057753	TEC REF 2217 - YOGA SAUDE N	5	0,24%	87,12%	
126	00000000001058654	ROLO ESP 2070X20-26/3 AZ	5	0,24%	87,37%	
130	00000000001053959	TEC REF 2204- ZEN NOVO	5	0,24%	87,61%	
133	00000000001050380	TEC REF 9202- PICO	5	0,24%	87,85%	
134	00000000001045815	TEC REF 5104-UP Line TOP/CONF.TOP/KHARMA	5	0,24%	88,10%	
135	00000000001045817	TEC REF 0933- CONFORCHAN (FARO)	5	0,24%	88,34%	
137	00000000001063389	TEC REF 9216- MANU	5	0,24%	88,58%	
138	00000000001056570	TEC REF# 9207 - ALASKA N	5	0,24%	88,82%	
139	00000000001062763	TEC REF 9153 - 3D	5	0,24%	89,07%	
140	00000000001024492	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 208	5	0,24%	89,31%	
141	00000000001063268	TEC REF 9215- DORMI SENSE	5	0,24%	89,55%	
143	00000000001061229	TEXTUR REF# 4496 C/ 2,15 MT	5	0,24%	89,80%	
144	00000000001062233	TEJ ST EVAN 47426 0991401613 100% pes	5	0,24%	90,04%	
147	00000000001055870	TECIDO TUNDOSADO CIRCULOS C/2,35MTS LARG	5	0,24%	90,28%	
148	00000000001057774	TEC REF 2928 - PLATINIUM	5	0,24%	90,52%	
150	00000000001058642	TEC REF 2221 - COSMOPOLITAN	5	0,24%	90,77%	
151	00000000001059751	TEC MICROFIBRA BRANCO C/ 2,35 MT	5	0,24%	91,01%	
154	00000000001056575	TEC MICROFIBRA CINZA C/2,35MT	5	0,24%	91,25%	
156	00000000001057775	TEC REF 2929 - SILK	5	0,24%	91,50%	
160	00000000001057773	TEC REF 2927 - LOTUS	5	0,24%	91,74%	
167	00000000001059485	TEC REF 2933 DALI 10 (ECI)	5	0,24%	91,98%	
168	00000000001059483	TEC REF 2931 DA VINCI	5	0,24%	92,23%	
172	00000000001055707	TEC REF 2507 T-TIVOLI	5	0,24%	92,47%	
174	00000000001063339	CINTA ACREMAN GRIS PERLA 38 MM	5	0,24%	92,71%	
175	00000000001063338	CINTA 24 MM GRIS PERLA	5	0,24%	92,95%	
180	00000000001059486	TEC REF 2934 VELAZQUEZ	5	0,24%	93,20%	
181	00000000001061230	TEXTUR REF# 4538A C/ 2,15 MT	5	0,24%	93,44%	
184	00000000001058641	TEC REF 2220 - ELEGANZA	5	0,24%	93,68%	
188	00000000001058405	TEC MICROFIBRA CINZA CLARO C/2,35MT	5	0,24%	93,93%	
189	00000000001058569	EJ. ELAS. RIVOLI MEMO 06	5	0,24%	94,17%	
190	00000000001057771	TEC REF 2925 - THAR	5	0,24%	94,41%	
191	00000000001055936	TEC REF 2924 - AIR SENSE	5	0,24%	94,66%	
194	00000000001061231	TEXTUR REF# 4655 C/ 2,15 MT	5	0,24%	94,90%	
197	00000000001057520	TEC REF 2342 - 3020 NET	5	0,24%	95,14%	
198	00000000001061228	TEXTUR REF# 4278 C/ 2,15 MT	5	0,24%	95,38%	
203	00000000001055933	TEC REF 2921 - PICASSO 08	5	0,24%	95,63%	
204	00000000001051724	ROLO ESP 2100X30 D30/3-AE	5	0,24%	95,87%	
205	00000000001046838	TEC REF 9133-MIRO	5	0,24%	96,11%	
206	00000000001061267	LINHA APTAN 40 PRETO	5	0,24%	96,36%	
208	00000000001063520	FITA DIAG DOURADA IMP 38MM	5	0,24%	96,60%	
216	00000000001059382	CREVALLERA CONT 6 MM AZUL	5	0,24%	96,84%	
219	00000000001064075	TEC BANCO BEBE	5	0,24%	97,08%	
223	00000000001063500	TEJ ST SILVER PRO 1.474226 MM1808 235	5	0,24%	97,33%	
224	00000000001063400	TEC REF 2516I - STRECH BEGE IGNIFUGO	5	0,24%	97,57%	
225	00000000001063501	TEJ ST SILVERPRO 2.47426 MM1811C 225	5	0,24%	97,81%	
3	00000000001001671	POLIETER EN ROLLO 210 X 0,9 D-20	3	0,15%	97,96%	
4	00000000001055293	POLIETER VISCOLASTICO ROLLO 215	3	0,15%	98,10%	
12	00000000001062236	POLIETER EN ROLLO 207 X 1,2 D-20	3	0,15%	98,25%	
43	00000000001057181	TEC REF 2338- PARIS/QUALITEX	3	0,15%	98,40%	
46	00000000001027527	POLIETER PERFILAD ROLLO 210X17 23/2 D-20	3	0,15%	98,54%	
54	00000000001054426	ROLO ESP 2070X20-20/2BR	3	0,15%	98,69%	
77	00000000001059556	TEC REF 2347 - 2020 SAUDE 10	3	0,15%	98,83%	
108	00000000001059557	TEC REF 2348 - 2020 COLUNA 10	3	0,15%	98,98%	
119	00000000001027532	POLIETER PERFILAD ROLLO 197X13 17/2 D-20	3	0,15%	99,13%	
158	00000000001059555	TEC REF 2346 - 2020 ADAPT LATEX 10	3	0,15%	99,27%	
159	00000000001059209	TEC REF 2345 - SUNLATEX	3	0,15%	99,42%	
163	00000000001027535	POLIETER PERFILAD ROLLO 190X13 17/2 D-20	3	0,15%	99,56%	

Tabela A.7: Valores relativos à curva ABC do prazo de entrega das matérias-primas, para os últimos 30 produtos da curva.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Prazo Entrega (Dias)	%	Valor Acumulado (%)	Classe
183	00000000001027531	POLIETER PERFILAD ROLLO 207X13 17/2 D-20	3	0,15%	99,71%	C
210	00000000001063595	POLIETER VISCOGEL ROLLO 215X0,9 AZ	3	0,15%	99,85%	
231	00000000001063596	POLIETER VISCOGEL ROLLO 215X1,5 AZ	3	0,15%	100,00%	
16	00000000001061226	DECOR VELVET REF# 4183/51	0	0,00%	100,00%	
25	00000000001042353	FILME EXPANSIVEL 20MY - 500MM	0	0,00%	100,00%	
114	00000000001062329	TEJ ST MAGNOLIA LAVA K220826 235	0	0,00%	100,00%	
116	00000000001057769	PELE COR BRANCO 140 CM	0	0,00%	100,00%	
127	00000000001061431	TELA BORA P0145 001670 225	0	0,00%	100,00%	
129	00000000001061225	DECOR VELVET REF# 4183/4	0	0,00%	100,00%	
142	00000000001061220	DECOR SATIN REF# 3396/10	0	0,00%	100,00%	
146	00000000001058604	TELA REF 97G911 TL6347-ECRU/L136 ENNIS	0	0,00%	100,00%	
171	00000000001055706	TEC REF 2507 T C/2,30MTS-TIVOLI	0	0,00%	100,00%	
196	00000000001058607	TELA REF K13 406491 ECRU/GREY TRIM	0	0,00%	100,00%	
201	00000000001059586	TELA MA/DMSTRECH M820 P0395 225	0	0,00%	100,00%	
202	00000000001059792	TELA VENESCIFLEX-B M001003 SEPIA23791 225	0	0,00%	100,00%	
211	00000000001063652	TEJ ST DWECI 13 PLAT M002590 DS22661 225	0	0,00%	100,00%	
212	00000000001063597	TEJ ST ULT13 G/CLA TL21696 L140 247 235	0	0,00%	100,00%	
213	00000000001063599	TEJ ST ULT13 PL/BA TL21956 L140 231 225	0	0,00%	100,00%	
214	00000000001063765	TEJ DCO LUXO BLANCO REF2343 225	0	0,00%	100,00%	
215	00000000001063649	TEJ ST 1 DWECI 13 M002578 DS22656 235	0	0,00%	100,00%	
217	00000000001063650	TEJ ST 3 DWECI 13 M002588 DS22658 235	0	0,00%	100,00%	
218	00000000001063788	TEJ ST PLAT/BASE P2 TL22318 L140 252 225	0	0,00%	100,00%	
220	00000000001064073	TEC N/TEC LISO COR PRETO C/1,60 MT-70GR	0	0,00%	100,00%	
221	00000000001063553	TEJ ST 3 DORM 13 J09180586 9026 12 235	0	0,00%	100,00%	
222	00000000001063651	TEJ ST 4 DWECI 13 M002591 DS22659 235	0	0,00%	100,00%	
226	00000000001063352	TEJ ST REF. SILVER EHS 225	0	0,00%	100,00%	
227	00000000001063554	TEJ ST 4 DORM 13 B491809324031 12 215	0	0,00%	100,00%	
228	00000000001063598	TEJ ST ULT13 G/OSC TL21696 L140 227 235	0	0,00%	100,00%	
229	00000000001063790	TEJ ST ULTIMATE P2 TL21696 L140 252 235	0	0,00%	100,00%	
230	00000000001063789	TEJ ST SELECCION P2 TL22047 L13 997 225	0	0,00%	100,00%	

Tabela A.8: Tabela comparativa das curvas ABC do consumo e prazo de entrega, e identificação dos produtos selecionados, desde o produto 1 ao produto 67.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Classe		Produtos Selecionados	
			ABC Consumo	ABC Prazo Entrega		
1	00000000001042841	CINTA FLEX BLANCA 38 MM	A	A	✓	
2	00000000001028074	TEJ. SIN TEJER 17 GRS. PP 24 CM5		C	×	
3	00000000001001671	POLIETER EN ROLLO 210 X 0,9 D-20		B		
4	00000000001055293	POLIETER VISCOLASTICO ROLLO 215		A	✓	
5	00000000001057741	FITA DIAG BRANCA 38MM		B		
6	00000000001052850	POLIETER PERFILAD ROLLO 210X21 28/2 D-20		A	✓	
7	00000000001059033	CINTA AGREMAN FLEX LAVANDA 38 MM		B		
8	00000000001057860	TECIDO N/ TECIDO LISO C/5,5CM5 -50 GR/MT		B		
9	00000000001057873	TECIDO N/ TECIDO LISO C/19CM-17 GR/MT				
10	00000000001061888	FITA DIAGONAL 38MM IMPRESSÃO				
11	00000000001062012	FIELTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 198			C	×
12	00000000001062236	POLIETER EN ROLLO 207 X 1,2 D-20			B	
13	00000000001001659	POLIETER EN ROLLO 210 X 0,6 D-20			A	✓
14	00000000001063101	TEJ. SIN TEJER 17 GR. PP 230 CM5			C	
15	00000000001060861	CINTA FLEX GRIS 38 MM			B	×
16	00000000001061226	DECOR VELVET REF# 4183/51			A	✓
17	00000000001057923	TECIDO N/ TECIDO LISO C/17CM5-50 GR/MT			C	
18	00000000001063097	TEJ. SIN TEJER 30 GR. PP 240 CM5		B	×	
19	00000000001062013	FIELTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 208		A	✓	
20	00000000001061212	FITA DIAG LARANJA 38MM				
21	00000000001058269	CINTA DW BLANCA /GRIS 38 MM				
22	00000000001062766	"CINTA 24MM"" DOURADA""		A	✓	
23	00000000001061211	FITA DIAG DOURADA 38MM				
24	00000000001060580	CINTA AGREMAN FLEX ORO 38 MM		C	×	
25	00000000001042353	FILME EXPANSIVEL 20MY - 500MM		B	×	
26	00000000001061886	CINTA AZUL 24MM IMPRESSAO		A	✓	
27	00000000001060217	CINTA 24MM VASH NEGRA		B	×	
28	00000000001057858	TECIDO N/ TECIDO LISO C/26CM5 -17 GR/MT	A	✓		
29	M1530304150205	MANTA ACRILICA 150GR/MT2 C/2,10MT	B	×		
30	00000000001062230	TEJ DCO AQUILA 0613 16 80 4460 102	A	✓		
31	00000000001062011	FIELTRO TERMOFUNDIDO 1200GR TNT- 190	B	×		
32	00000000001059398	TELA DCO ESSENCIAL 08 SUAVE 0110	A	✓		
33	00000000001061573	CREMALLERA 6 MOL GRIS 9042	B	×		
34	00000000001061582	TELA 3D GRIS 02 70MM	A	✓		
35	00000000001061213	FITA DIAG LARANJA 45MM				
36	00000000001059415	TELA STRECH ESSENCIAL B	B	×		
37	00000000001059698	TELA STRESSENCI DECLIN M938HF100%PES225	A	✓		
38	00000000001035680	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 50 CM5.	B	×		
39	00000000001062942	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 24X0,8	A	✓		
40	00000000001057103	TEJ TALES REF 10810	B	×		
41	00000000001061217	TEC REF 9212 - DORMI CONFORT	A	✓		
42	00000000001058276	CINTA FLEX BLANCA AZUL (NUEVA) 38MM	C	×		
43	00000000001057181	TEC REF 2338- PARIS/QUALITEX	B	×		
44	00000000001051726	TEC REF 2509 - OPERA-TOPAZ-EXEC TRANQ	A	✓		
45	00000000001046338	CREMALLERA GRANDE BEIGE 98	C	×		
46	00000000001027527	POLIETER PERFILAD ROLLO 210X17 23/2 D-20	B	×		
47	00000000001061216	TEC REF 9211 - DORMI BEM	A	✓		
48	00000000001000361	CREMALL. CONT. 6600/00/00 REF.090 BLANCA	B	×		
49	00000000001055935	TEC REF 2923 - ADAPT PLUS	A	✓		
50	00000000001062690	TEC REF 2349 - CONFORLEX	B	×		
51	00000000001059360	TEJIDO 3D BLANCO 70MM	A	✓		
52	00000000001062544	CINTA BRANCA 24MM IMPRESSAO	B	×		
53	00000000001061250	TELA PLAT/ BASES BAIBU S142925001A2	A	✓		
54	00000000001054426	ROLO ESP 2070X20-20/2BR	C	×		
55	00000000001060154	TELA ESSENFLEX08 D5912URBAN/SKY 10 31719	A	✓		
56	00000000001063270	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 18X0,8	B	×		
57	00000000001062682	TEJ ST SELECTION 12 M002165 FLNOV111225	A	✓		
58	00000000001030151	FL-POLIETER VISCOLASTICO ROLLO 215x1,5				
59	00000000001052143	TEC REF 2508-COMMODITY SIMPHONY				
60	00000000001024491	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 198	B	×		
61	00000000001062297	TEJ. ST FENIX REF47426 0853 4076 13 225				
62	00000000001057555	TEC REF 2343 - CONFORAMA LUXO N				
63	00000000001059697	TELA PLATAB / BASES DECLIN M893 100% PES	A	✓		
64	00000000001059561	TELA REF ULTIMA/2C 97P243 TL 11509				
65	00000000001062971	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 26X0,8	B	×		
66	00000000001061219	TEC REF 9214 - DORMI VISCO				
67	00000000001060541	TEC REF 2513I - AMBIENCE/VERSUS				

Tabela A.9: Tabela comparativa das curvas ABC do consumo e prazo de entrega, e identificação dos produtos selecionados, desde o produto 68 ao produto 135.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Classe		Produtos Selecionados
			ABC Consumo	ABC Prazo Entrega	
68	00000000001058401	CREMALLERA GRIS 7 MOL	C		
69	00000000001029281	NULO PURLATEX 10MM		A	✓
70	00000000001062229	CINTA SALMON CENTRAL 45 MM			
71	00000000001050381	TEC REF 9203- BASIC/COLCHONET		B	×
72	00000000001062224	CINTA 24 MMNARANJA			
73	000000000055000932	FORRO CHARVES NATURAL 250 CM		A	✓
74	00000000001060832	TEC REF 2247 - YOGA ADAPT 11			
75	00000000001062227	CINTA AGREMAN 38MMNARANJA			
76	00000000001058643	TEC REF 2224 - CITY		B	×
77	00000000001059556	TEC REF 2347 - 2020 SAUDE 10		C	
78	00000000001036201	TEC MICROFIBRA BEGE C/2,35MT		A	✓
79	00000000001062710	TEC REF 2351		B	×
80	00000000001062785	FITA DIAGONAL 38MMAZUL			
81	00000000001063301	FIBRA COMPACT 150 GR PLATABANDA 22X0,8			
82	00000000001060155	TELA FLEXMASHB, D5888-XD REF31715 MIWOK			
83	00000000001062223	CINTA 3D VERDE BOTELLA 70 MM			
84	00000000001060156	TELA M0720/S1176134924001A2 SIOUJ/DAKOTA			
85	00000000001059340	TELA ESSENTIAL MK PR 31313 PA12215			
86	00000000001061249	TEJIDO 3D MARRON 70MM HIMALAYA 19			
87	00000000001059342	TELA M00586MKSELECCobre/celes 100%hf 225		A	✓
88	00000000001039877	ROLO ESP 1970X20-20/2BR			
89	00000000001059341	TELA PLATAB MK ARRDS833			
90	00000000001057447	CREMALLERA CONTINUA 6 MOL BLANCO			
91	00000000001060868	TELA BIOCER M-001336 K-0145 VBX500/400/D			
92	00000000001059183	TELA HIPER ESSENTIAL 85010602B44			
93	00000000001050624	TEC BAMBOOINT - C 28 230 S 1200/11 W1153-			
94	00000000001061014	DCO IRATI/TAIGA FONS SETI 5 JA00116 225			
95	00000000001057754	TEC REF 2218 - YOGA COLUNA N			
96	00000000001062232	TEJ ST DRACO 47426 09904076 13 100%PES		B	×
97	00000000001062235	TEJ DCO ODELL 061316803741 102			
98	00000000001050241	TEC REF 2245-Prem Plus LISBOA/FARO			
99	00000000001059791	TELA PLATAB DECLIN M001006 SEPIA 23791			
100	00000000001046716	TEC MICROFIBRA CASTANHO ESCURO C/2,35		A	✓
101	00000000001059700	TELA STRE ULTIMATE DECLIN MB97 100%PESHF			
102	00000000001057443	TEC REF 2340 - ORIGINAL ORTOPEDICO		B	×
103	00000000001060251	TELA M0760/S12072400 PLAT SIOUX/DAKOTA	A	✓	
104	00000000001062708	TEC REF 2248			
105	00000000001061218	TEC REF 9213 - DORMI LATEX	B	×	
106	00000000001053497	PELE COR BEGE CLARO 140 CM	A	✓	
107	00000000001061432	TELA PLATAB AIR			
108	00000000001059557	TEC REF 2348 - 2020 COLUNA 10	C		
109	00000000001024490	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 190	B	×	
110	00000000001039628	TEC MICROFIBRA CASTANHO C/2,35MT			
111	00000000001061015	DCO VALSAIN/BORNEO KA00116 MARRON 225			
112	00000000001052789	TEC MICROFIBRA PRETO C/2,35MT	A	✓	
113	00000000001059413	TELA SELECTION SELFLEX 4 HABANA HF			
114	00000000001062329	TEJ ST MAGNOLIA LAVA K220826 235	C		
115	00000000001059484	TEC REF 2932 MATISSE	B		
116	00000000001057769	PELE COR BRANCO 140 CM	C	×	
117	00000000001062231	TEJ PQ ARGUS 03C130014704301 naranja	B		
118	00000000001059793	TELA MEMDREX PLUS ESCFLEX2 M1004SEP23791	A	✓	
119	00000000001027532	POLIETER PERFILAD ROLLO 197X13 17/2 D-20	C		
120	00000000001059898	TEC REF 2246 - YOGA ADAPT EDIÇ ESPECIAL			
121	00000000001045816	TEC REF 0819 - CONFORCHAN SUPER			
122	00000000001062709	TEC REF 2350	B	×	
123	00000000001050384	TEC REF 9206- BASES DORMILON06			
124	00000000001058591	TEJIDO LYRIS 990150 TL8267 ECRU L130	A	✓	
125	00000000001057753	TEC REF 2217 - YOGA SAUDE N			
126	00000000001058654	ROLO ESP 2070X20-26/3 AZ	B	×	
127	00000000001061431	TELA BORA P0145 001670 225	C		
128	00000000001061214	TEC 3D BEGE 70MM	A	✓	
129	00000000001061225	DECOR VELVET REF# 4183/4	C		
130	00000000001053959	TEC REF 2204- ZEN NOVO	B	×	
131	00000000001060869	TELA BIOCER M-001343 DS B VBX4			
132	00000000001053540	PELE COR PRETO 140 CM	A	✓	
133	00000000001050380	TEC REF 9202- PICO			
134	00000000001045815	TEC REF 5104-UP Line TOP/CONF.TOP/KHARIMA			
135	00000000001045817	TEC REF 0933- CONFORCHAN (FARO)	B	×	

Tabela A.10: Tabela comparativa das curvas ABC do consumo e prazo de entrega, e identificação dos produtos selecionados, desde o produto 136 ao produto 200.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Classe		Produtos Selecionados
			ABC Consumo	ABC Prazo Entrega	
136	00000000001058987	TELA PLATAB EOLIA SUPRA TL10600 Q990021	C	A	✓
137	00000000001063389	TEC REF 9216- MANU		B	X
138	00000000001056570	TEC REF# 9207 - ALASKA N			
139	00000000001062763	TEC REF 9153 - 3D			
140	00000000001024492	FIELTRO FX-500 GR/M2 DURO 208		C	X
141	00000000001063268	TEC REF 9215- DORMI SENSE			
142	00000000001061220	DECOR SATIN REF# 3396/10		B	X
143	00000000001061229	TEXTUR REF# 4496 C/ 2,15 MT			
144	00000000001062233	TEJ ST EVAN 47426 0991401613 100% pes		A	✓
145	00000000001059343	TELA M000587ULTIMPURPURA MMX100% pes hf		C	X
146	00000000001058604	TELA REF 97G911 TL6347-ECRU/L136 ENNIS			
147	00000000001055870	TECIDO TUNDOSADO CIRCULOS C/2,35MTS LARG		A	✓
148	00000000001057774	TEC REF 2928 - PLATINIUM		C	X
149	00000000001062428	TEJ ST WBX6 M001951 235			
150	00000000001058642	TEC REF 2221 - COSMOPOLITAN		A	✓
151	00000000001059751	TEC MICROFIBRA BRANCO C/ 2,35 MT		C	X
152	00000000001053499	PELE COR CASTANHO 140 CM			
153	00000000001062935	FIBRA COMPACT 150 GR EN ROLLO 210X0,8		A	✓
154	00000000001056575	TEC MICROFIBRA CINZA C/2,35MT		C	X
155	00000000001062565	TEJ ST ALABAMA/INDIANA 9651 225			
156	00000000001057775	TEC REF 2929 - SILK	A	✓	
157	00000000001063095	TEJ ST BORGIA 44920 MM1659A 4003 12 225	C	X	
158	00000000001059555	TEC REF 2346 - 2020 ADAPT LATEX 10			
159	00000000001059209	TEC REF 2345 - SUNLATEX	A	✓	
160	00000000001057773	TEC REF 2927 - LOTUS	C	X	
161	00000000001058577	TEJ TRIDIMENSIONAL LOCKE /GRIS			
162	00000000001063096	TEJ ST VISCONTI HPLATA P41026MM1659 235	A	✓	
163	00000000001027535	POLIETER PERFILAD ROLLO 190X13 17/2 D-20	C	X	
164	00000000001062555	FECHO VELCRO(Femea) - 20MM-BEGE			
165	00000000001058361	TELA 3D GRIS OSCURO - ECI 235	A	✓	
166	00000000001058609	TELA TAO 18-20 974140 TA 4023 ECRU L170	C	X	
167	00000000001059485	TEC REF 2933 DALI 10 (ECI)			
168	00000000001059483	TEC REF 2931 DA VINCI	A	✓	
169	00000000001062816	TEC 3D CASTANHO ESCURO C/ 220	C	X	
170	00000000001060865	TELA TKS87aaa blc TRILOVAL azul ECI			
171	00000000001055706	TEC REF 2507 T C/2,30MTS-TIVOLI	A	✓	
172	00000000001055707	TEC REF 2507 T-TIVOLI	C	X	
173	00000000001053498	PELE COR BEGE ESCURO 140 CM			
174	00000000001063339	CINTA AGREMAN GRIS PERLA 38 MM	A	✓	
175	00000000001063338	CINTA 24 MMGRIS PERLA	C	X	
176	00000000001062815	TEC 3D BEGE C/220			
177	00000000001040956	TEJ ELAS.VEDANA PERU 06 50%PES VISC	A	✓	
178	00000000001039370	LATEX EN ROLLO 10MM CC 215 D-70.	C	X	
179	00000000001058421	TEC REF 2950 C/2,35 - AIR ONE			
180	00000000001059486	TEC REF 2934 VELAZQUEZ	A	✓	
181	00000000001061230	TEXTUR REF# 4538A C/ 2,15 MT	C	X	
182	00000000001036203	TEC MICROFIBRA AZUL C/ 2,35 MT			
183	00000000001027531	POLIETER PERFILAD ROLLO 207X13 17/2 D-20	A	✓	
184	00000000001058641	TEC REF 2220 - ELEGANZA	C	X	
185	00000000001058179	TEJ TRIDIMENSIONAL BLANCO PU 205 CM5			
186	00000000001062161	TELA MKMINTER REF 0011586 P225	A	✓	
187	00000000001042320	TEJ PLATAB VEDANA/PERU 06 69%PES31%VIS	C	X	
188	00000000001058405	TEC MICROFIBRA CINZA CLARO C/2,35MT			
189	00000000001058569	EJ.ELAS.RIVOLI MEMO 06	A	✓	
190	00000000001057771	TEC REF 2925 - THAR	C	X	
191	00000000001055936	TEC REF 2924 - AIR SENSE			
192	00000000001051974	TEC MICROFIBRA LARANJA C/2,35MT	A	✓	
193	00000000001062699	TEJ ST MA/DMDREAMPROTECT M-002143 225	C	X	
194	00000000001061231	TEXTUR REF# 4655 C/ 2,15 MT			
195	00000000001049723	TEJ ELAS ISVARA GARIN EC 3 235	A	✓	
196	00000000001058607	TELA REF K13 406491 ECRU/GREY TRIM	C	X	
197	00000000001057520	TEC REF 2342 - 3020 NET			
198	00000000001061228	TEXTUR REF# 4278 C/ 2,15 MT	A	✓	
199	00000000001038732	DCO Bagary/Nubia azul V3920 43227	C	X	
200	00000000001058526	TEJ KIPLING REF8040977951TR5707 HF			

Tabela A.11: Tabela comparativa das curvas ABC do consumo e prazo de entrega, e identificação dos produtos selecionados, desde o produto 201 ao produto 231.

Nº Produto	Código	Descrição da Matéria-prima	Classe		Produtos Selecionados
			ABC Consumo	ABC Prazo Entrega	
201	00000000001059586	TELA MA/DMSTRECH M820 P0395 225	C		
202	00000000001059792	TELA VENESCFLEX-B M001003 SEPIA23791 225			
203	00000000001055933	TEC REF 2921 - PICASSO 08		C	×
204	00000000001051724	ROLO ESP 2100X30 D30/3-AE			
205	00000000001046838	TEC REF 9133-MIRO			
206	00000000001061267	LINHA APTAN 40 PRETO			
207	00000000001063545	CINTA AGREMAN NEGRA 38 MM		A	×
208	00000000001063520	FITA DIAG DOURADA IMP 38MM		C	×
209	00000000001063544	CINTA 24 MM NEGRA		A	×
210	00000000001063595	POLIETER VISCOGEL ROLLO 215X0,9 AZ			
211	00000000001063652	TEJ ST DWECI13 PLAT M002590 DS22661 225			
212	00000000001063597	TEJ ST ULT13 G/CLA TL21696 L140 247 235			
213	00000000001063599	TEJ ST ULT13 PL/BA TL21956 L140 231 225			
214	00000000001063765	TEJ DCO LUXO BLANCO REF2343 225			
215	00000000001063649	TEJ ST 1 DWECI13 M002578 DS22656 235			
216	00000000001059382	CREMALLERA CONT 6 MM AZUL			
217	00000000001063650	TEJ ST 3 DWECI13 M002588 DS22658 235			
218	00000000001063788	TEJ ST PLAT/BASE P2 TL22318 L140 252 225			
219	00000000001064075	TEC BANCO BEBE			
220	00000000001064073	TEC N/TEC LISO COR PRETO C/1,60 MT-70GR			
221	00000000001063553	TEJ ST 3 DORM13 J09180586 9026 12 235		C	×
222	00000000001063651	TEJ ST 4 DWECI13 M002591 DS22659 235			
223	00000000001063500	TEJ ST SILVER PRO 1 474226 MM1808 235			
224	00000000001063400	TEC REF 2516I - STRECH BEGE IGNIFUGO			
225	00000000001063501	TEJ ST SILVERPRO 2 47426 MM1811C 225			
226	00000000001063352	TEJ ST REF. SILVER EHS 225			
227	00000000001063554	TEJ ST 4 DORM13 B491809324031 12 215			
228	00000000001063598	TEJ ST ULT13 G/OSC TL21696 L140 227 235			
229	00000000001063790	TEJ ST ULTIMATE P2 TL21696 L140 252 235			
230	00000000001063789	TEJ ST SELECCION P2 TL22047 L13 997 225			
231	00000000001063596	POLIETER VISCOGEL ROLLO 215X1,5 AZ			

Tabela A.12: Valores relativos ao consumo no ano de 2012, dos produtos selecionados com procura contínua e intermitente, assim como respetivo $(CV)^2$ e p.

Semana	Nº Produto									
	4	3	6	12	13	32	55	11	31	19
	Consumo no Ano 2012 (metro)									
1	2.070	3.720	1.733	1.120	480	280	90	437	210	540
2	1.980	3.840	1.980	1.120	800	246	141	870	743	610
3	3.180	5.880	2.854	1.680	800	320	187	965	510	600
4	3.090	5.760	3.056	1.200	1.440	399	260	1.485	210	870
5	3.490	7.200	3.655	2.000	1.600	650	132	1.190	480	720
6	3.210	6.120	2.941	1.640	1.760	266	213	2.700	840	1.080
7	3.350	6.000	2.500	1.760	1.440	346	175	1.320	240	1.830
8	2.790	5.400	2.315	780	1.280	447	218	750	300	875
9	3.780	6.240	3.160	1.040	1.280	395	238	1.470	150	840
10	3.460	6.400	3.293	1.200	800	655	164	900	630	570
11	5.360	6.095	2.381	1.040	800	260	155	1.500	390	690
12	3.480	5.740	3.080	1.736	1.440	487	148	1.995	300	1.620
13	3.210	5.160	3.020	1.280	1.520	349	288	1.392	240	690
14	2.490	5.508	2.080	2.240	1.120	598	124	1.230	450	660
15	2.940	4.675	3.496	2.320	1.920	303	119	1.787	420	1.050
16	3.060	5.600	2.795	1.895	2.080	327	235	1.740	330	270
17	2.310	4.800	2.250	1.520	640	330	127	870	210	750
18	2.640	6.840	2.555	1.200	1.440	237	63	1.440	570	930
19	3.390	7.080	2.860	2.451	1.700	564	164	3.490	390	1.380
20	2.340	5.400	2.080	1.120	920	319	90	900	540	1.260
21	3.000	6.360	2.818	2.120	2.240	586	210	1.680	540	810
22	3.000	7.320	2.400	2.691	1.440	571	123	1.710	600	964
23	2.964	6.692	2.564	1.440	2.600	483	423	1.387	705	1.845
24	3.330	7.013	2.800	1.680	1.600	700	170	1.860	510	870
25	2.640	8.040	2.755	2.200	2.080	744	204	2.620	600	1.350
26	2.878	8.880	2.860	3.280	2.720	718	307	2.550	640	1.280
27	3.150	8.640	2.968	2.135	2.560	734	110	2.860	870	1.080
28	3.990	8.640	2.305	1.680	3.040	978	125	1.789	630	2.060
29	3.131	10.755	2.730	2.720	2.880	869	261	3.892	1.140	960
30	2.940	8.400	2.145	2.190	3.040	866	252	2.970	720	780
31	2.730	9.360	2.000	1.810	2.560	594	245	1.920	630	1.320
32	3.180	8.255	2.615	2.160	2.080	903	159	3.810	1.230	600
33	2.280	4.920	1.890	880	1.600	257	109	2.220	450	450
34	3.660	6.925	2.664	2.160	1.120	470	112	1.530	1.020	690
35	3.034	6.960	2.895	1.175	1.440	587	209	1.380	540	540
36	5.190	9.120	3.185	1.419	1.280	818	219	1.140	870	390
37	2.340	6.120	2.340	1.760	2.240	1.050	192	2.394	620	1.605
38	2.820	6.440	2.115	1.520	960	583	60	1.590	720	770
39	2.196	5.760	2.795	1.390	2.560	475	175	930	240	810
40	2.550	4.440	2.195	1.920	1.120	223	60	1.594	683	660
41	3.360	6.240	2.650	1.325	1.120	680	182	1.410	300	780
42	3.420	8.500	2.583	1.370	2.080	612	124	1.935	690	784
43	2.196	6.240	1.950	1.520	640	309	56	1.530	780	990
44	1.440	3.120	1.548	480	800	415	61	660	270	120
45	3.120	6.600	1.823	2.080	1.760	473	212	1.235	600	926
46	2.610	4.800	520	960	800	139	111	1.080	300	630
47	2.340	3.840	650	1.440	1.760	681	120	1.440	300	300
48	2.070	3.960	650	1.200	2.060	264	100	952	330	780
49	2.280	4.320	1.105	1.360	1.700	459	157	1.302	653	627
50	1.560	3.720	541	480	980	332	170	960	960	1.530
51	2.970	5.600	585	1.600	1.200	473	144	2.010	600	832
52	870	1.600	130	80	300	98	0	310	0	0
Consumo Total 2012 (m)	150.859	321.038	119.858	82.567	81.620	25.921	8.486	85.081	27.894	45.968
Média	2.901	6.174	2.305	1.588	1.570	498	163	1.636	536	884
Desvio Padrão	773	1.770	819	602	691	223	75	788	259	427
$(CV)^2$	0,071	0,082	0,126	0,144	0,194	0,199	0,211	0,232	0,233	0,234
p (semanas)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00

Tabela A.13: Valores relativos ao consumo no ano de 2012, dos produtos selecionados com procura contínua e intermitente, assim como respetivo $(CV)^2$ e p.

Semana	Nº Produto								
	87	29	2	41	36	74	38	40	101
Consumo no Ano 2012 (metro)									
1	38	360	7.500	148	339	29	300	251	59
2	0	180	7.500	129	545	46	0	327	72
3	58	585	3.000	201	479	46	0	197	56
4	74	450	9.000	122	727	47	0	303	35
5	102	630	9.500	227	647	103	400	229	64
6	37	900	12.000	157	670	39	0	359	56
7	73	1.215	11.500	422	585	153	300	36	70
8	108	405	13.500	113	382	32	650	160	42
9	69	675	9.500	94	675	0	0	0	70
10	74	405	10.000	224	727	97	300	45	69
11	74	540	10.000	129	621	71	300	0	73
12	36	360	30.500	262	559	102	300	64	66
13	110	1.350	12.000	371	418	135	200	213	0
14	37	720	2.000	69	471	0	300	105	47
15	37	765	11.000	128	258	42	300	109	70
16	110	630	4.000	198	461	81	0	125	38
17	73	585	6.000	299	415	104	300	225	47
18	109	990	8.000	179	364	44	300	308	72
19	101	450	4.000	293	437	179	300	105	0
20	84	1.145	12.000	431	452	47	0	127	40
21	36	515	9.500	842	494	132	650	210	39
22	77	1.395	11.000	488	473	66	300	427	39
23	73	1.125	7.000	400	421	182	300	89	0
24	82	780	6.000	279	559	143	350	229	40
25	38	945	8.500	380	211	256	400	354	38
26	75	935	10.000	186	180	117	700	764	39
27	72	405	7.500	275	781	240	500	766	39
28	86	765	14.000	300	206	126	600	353	38
29	74	585	8.000	444	181	100	400	106	38
30	94	945	3.000	146	122	57	450	334	37
31	71	720	13.000	512	341	142	550	360	0
32	144	405	4.000	401	208	106	600	131	38
33	35	90	2.000	60	72	89	400	446	37
34	106	405	6.000	385	240	0	600	351	38
35	110	405	14.000	121	156	36	0	668	40
36	142	360	5.000	727	223	93	700	215	67
37	72	450	12.000	162	165	81	450	413	0
38	71	540	9.500	244	160	97	548	294	0
39	74	675	10.000	321	145	49	400	573	0
40	38	90	6.500	109	96	146	450	412	36
41	36	495	9.000	221	208	49	350	153	0
42	79	360	7.500	265	140	35	600	514	39
43	79	450	12.500	131	165	138	250	281	0
44	36	90	0	331	146	44	250	275	37
45	37	495	15.000	182	127	106	400	392	37
46	31	270	2.500	287	99	69	200	81	0
47	36	90	10.000	310	162	35	200	469	39
48	33	587	4.000	272	52	76	200	156	37
49	16	855	4.000	195	156	46	300	320	0
50	36	405	8.000	193	108	89	0	142	0
51	27	495	6.000	193	91	184	0	178	0
52	0	0	0	72	0	51	0	51	0
Consumo Total 2012 (m)	3.417	30.467	437.500	13.627	17.120	4.577	16.298	13.795	1.839
Média	66	586	8.413	262	329	88	314	265	35
Desvio Padrão	33	321	4.869	156	211	57	210	181	25
$(CV)^2$	0,252	0,299	0,335	0,354	0,411	0,414	0,446	0,463	0,487
p (semanas)	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,57	1,00	1,56

Tabela A.14: Valores relativos ao cálculo da previsão da procura do produto 55, pelo método do amortecimento exponencial simples.

Produto 55 - Modelo do amortecimento exponencial simples						
Instante (i)	Y_i - Procura real	\hat{y}_i - Previsão da Procura	e_i - Erro de Previsão	e_i^2	MSE	α
1	90,2	90,20	0,00	0,00	5951	0,191
2	141,3	90,20	51,10	2611,21		
3	186,9	99,98	86,92	7554,99		
4	259,6	116,62	142,98	20444,14		
5	131,5	143,98	-12,48	155,85		
6	212,5	141,59	70,91	5027,58		
7	175,0	155,17	19,83	393,39		
8	218,3	158,96	59,34	3520,98		
9	238,1	170,32	67,78	4594,20		
10	164,0	183,29	-19,29	372,21		
11	154,6	179,60	-25,00	625,00		
12	147,7	174,82	-27,12	735,23		
13	288,3	169,63	118,67	14083,71		
14	123,7	192,34	-68,64	4711,40		
15	119,0	179,20	-60,20	3624,28		
16	234,8	167,68	67,12	4505,19		
17	127,4	180,53	-53,13	2822,40		
18	63,1	170,36	-107,26	11504,24		
19	163,6	149,83	13,77	189,65		
20	89,9	152,46	-62,56	3914,31		
21	209,7	140,49	69,21	4790,08		
22	122,5	153,74	-31,24	975,72		
23	423,3	147,76	275,54	75923,49		
24	169,6	200,50	-30,90	954,61		
25	203,5	194,58	8,92	79,51		
26	306,7	196,29	110,41	12190,41		
27	109,5	217,42	-107,92	11647,24		
28	125,0	196,77	-71,77	5150,35		
29	260,6	183,03	77,57	6017,12		
30	252,2	197,88	54,32	2951,00		
31	245,0	208,27	36,73	1348,77		
32	159,0	215,30	-56,30	3170,10		
33	108,7	204,53	-95,83	9182,84		
34	112,2	186,19	-73,99	5473,89		
35	208,7	172,02	36,68	1345,07		
36	218,8	179,04	39,76	1580,50		
37	191,5	186,65	4,85	23,49		
38	60,2	187,58	-127,38	16225,99		
39	174,8	163,20	11,60	134,55		
40	60,1	165,42	-105,32	11092,43		
41	181,5	145,26	36,24	1313,18		
42	123,5	152,20	-28,70	823,58		
43	55,7	146,71	-91,01	8281,96		
44	60,6	129,29	-68,69	4717,88		
45	212,0	116,14	95,86	9189,12		
46	111,0	134,49	-23,49	551,67		
47	120,0	129,99	-9,99	99,84		
48	99,9	128,08	-28,18	794,09		
49	157,1	122,69	34,41	1184,32		
50	169,9	129,27	40,63	1650,56		
51	144,1	137,05	7,05	49,72		
52	0,0	138,40	-138,40	19154,15		
53		111,91	Total	309.457		

Tabela A.15: Valores relativos ao cálculo da previsão da procura do produto 36, pelo modelo de Holt.

Produto 36 - Modelo de Holt									
Instante (i)	Y_i - Procura real	n_i	b_i	\hat{y}_i - Previsão da Procura	e_i - Erro de Previsão	e_i^2	MSE	β	α
1	339						25,755	0,602	0,361
2	545	545,00	206,00						
3	479	652,84	146,89	751,00	-272,00	73984,00			
4	727	773,48	131,08	799,73	-72,73	5289,45			
5	647	811,61	75,11	904,56	-257,56	66339,50			
6	670	808,51	28,01	886,72	-216,72	46968,43			
7	585	745,75	-26,65	836,52	-251,52	63262,24			
8	382	597,45	-99,91	719,10	-337,10	113635,47			
9	675	561,58	-61,34	497,53	177,47	31494,14			
10	727	582,07	-12,06	500,23	226,77	51423,18			
11	621	588,41	-0,98	570,01	50,99	2600,41			
12	559	577,17	-7,16	587,43	-28,43	808,14			
13	418	515,15	-40,19	570,01	-152,01	23107,06			
14	471	473,53	-41,05	474,96	-3,96	15,67			
15	258	369,51	-78,97	432,48	-174,48	30441,70			
16	461	352,05	-41,93	290,54	170,46	29057,07			
17	415	347,97	-19,14	310,13	104,87	10998,16			
18	364	341,53	-11,49	328,84	35,16	1236,33			
19	437	368,64	11,75	330,03	106,97	11441,85			
20	452	406,23	27,32	380,39	71,61	5128,32			
21	494	455,36	40,45	433,55	60,45	3654,64			
22	473	487,58	35,49	495,82	-22,82	520,58			
23	421	486,24	13,31	523,08	-102,08	10419,72			
24	559	521,00	26,23	499,55	59,45	3534,24			
25	211	425,89	-46,84	547,24	-336,24	113054,26			
26	180	307,22	-90,10	379,05	-199,05	39622,35			
27	781	420,61	32,44	217,12	563,88	317961,91			
28	206	363,90	-21,25	453,06	-247,06	61037,05			
29	181	284,32	-56,38	342,65	-161,65	26131,42			
30	122	189,71	-79,40	227,94	-105,94	11222,75			
31	341	193,56	-29,27	110,31	230,69	53219,56			
32	208	180,07	-19,77	164,29	43,71	1910,23			
33	72	128,43	-38,96	160,30	-88,30	7796,85			
34	240	143,80	-6,24	89,48	150,52	22656,96			
35	156	144,21	-2,24	137,55	18,45	340,26			
36	223	171,22	15,37	141,98	81,02	6565,03			
37	165	178,80	10,68	186,59	-21,59	466,06			
38	160	178,84	4,27	189,48	-29,48	869,01			
39	145	169,36	-4,01	183,12	-38,12	1452,79			
40	96	140,32	-19,08	165,35	-69,35	4809,68			
41	208	152,55	-0,23	121,24	86,76	7526,63			
42	140	147,88	-2,90	152,33	-12,33	151,94			
43	165	152,20	1,45	144,97	20,03	401,08			
44	146	150,89	-0,21	153,65	-7,65	58,49			
45	127	142,13	-5,36	150,67	-23,67	560,42			
46	99	123,14	-13,57	136,77	-37,77	1426,62			
47	162	128,49	-2,17	109,57	52,43	2748,68			
48	52	99,50	-18,33	126,32	-74,32	5523,21			
49	156	108,18	-2,06	81,17	74,83	5599,06			
50	108	106,79	-1,65	106,11	1,89	3,56			
51	91	100,04	-4,73	105,14	-14,14	199,96			
52	0	60,92	-25,44	95,31	-95,31	9084,19			
53				35,48	Total	1.287.760			

Tabela A.16: Valores relativos ao cálculo da previsão da procura do produto 36, pelo modelo de Brown.

Produto 36 - Modelo de Brown											
Instante (i)	Y_i - Procura real	S_i	S'_i	η_i	b_i	\hat{Y}_i - Previsão da Procura	e_i - Erro de Previsão	e_i^2	MSE	α	
1	339	339,00	339,00	339,00	0,00				19,483	0,166	
2	545	373,29	344,71	401,87	5,71	339,00	206,00	42436,00			
3	479	390,89	352,39	429,38	7,69	407,58	71,42	5100,97			
4	727	446,83	368,11	525,55	15,72	437,06	289,94	84063,37			
5	647	480,15	386,76	573,54	18,65	541,27	105,73	11178,46			
6	670	511,75	407,57	615,94	20,80	592,19	77,81	6054,52			
7	585	523,94	426,94	620,95	19,37	636,74	-51,74	2677,24			
8	382	500,32	439,15	561,48	12,21	640,32	-258,32	66730,13			
9	675	529,39	454,17	604,61	15,02	573,70	101,30	10262,52			
10	727	562,29	472,17	652,40	18,00	619,63	107,37	11527,27			
11	621	572,06	488,80	655,32	16,63	670,40	-49,40	2440,21			
12	559	569,89	502,29	637,48	13,50	671,95	-112,95	12757,48			
13	418	544,60	509,34	579,87	7,04	650,97	-232,97	54277,08			
14	471	532,35	513,17	551,54	3,83	586,91	-115,91	13435,83			
15	258	486,69	508,76	464,61	-4,41	555,37	-297,37	88427,28			
16	461	482,41	504,37	460,45	-4,39	460,20	0,80	0,64			
17	415	471,19	498,85	443,53	-5,52	456,06	-41,06	1685,91			
18	364	453,35	491,28	415,42	-7,57	438,00	-74,00	5476,68			
19	437	450,63	484,51	416,74	-6,77	407,84	29,16	850,06			
20	452	450,85	478,91	422,80	-5,60	409,98	42,02	1765,99			
21	494	458,04	475,43	440,64	-3,47	417,20	76,80	5898,24			
22	473	460,53	472,95	448,10	-2,48	437,17	35,83	1284,12			
23	421	453,95	469,79	438,11	-3,16	445,62	-24,62	606,19			
24	559	471,43	470,06	472,81	0,27	434,94	124,06	15390,09			
25	211	428,08	463,08	399,09	-6,99	473,08	-262,08	68685,53			
26	180	386,79	450,38	323,20	-12,70	386,10	-206,10	42479,25			
27	781	452,41	450,72	454,10	0,34	310,50	470,50	221366,95			
28	206	411,39	444,17	378,61	-6,55	454,44	-248,44	61721,07			
29	181	373,04	432,33	313,75	-11,84	372,07	-191,07	36507,19			
30	122	331,26	415,51	247,00	-16,82	301,91	-179,91	32369,36			
31	341	332,88	401,75	264,00	-13,75	230,18	110,82	12280,97			
32	208	312,09	386,83	237,35	-14,92	250,25	-42,25	1784,96			
33	72	272,13	367,74	176,52	-19,09	222,43	-150,43	22629,20			
34	240	266,78	350,93	182,63	-16,80	157,43	82,57	6818,41			
35	156	248,34	333,85	162,83	-17,08	165,82	-9,82	96,50			
36	223	244,12	318,92	169,33	-14,94	145,75	77,25	5967,78			
37	165	230,95	304,28	157,63	-14,64	154,39	10,61	112,58			
38	160	219,14	290,10	148,18	-14,17	142,99	17,01	289,49			
39	145	206,80	276,24	137,36	-13,87	134,01	10,99	120,84			
40	96	188,36	261,61	115,10	-14,63	123,50	-27,50	756,04			
41	208	191,63	249,96	133,29	-11,65	100,48	107,52	11561,38			
42	140	183,03	238,82	127,25	-11,14	121,64	18,36	336,96			
43	165	180,03	229,04	131,03	-9,79	116,11	48,89	2390,67			
44	146	174,37	219,94	128,80	-9,10	121,24	24,76	612,94			
45	127	166,48	211,04	121,93	-8,90	119,70	7,30	53,31			
46	99	155,25	201,75	108,75	-9,29	113,03	-14,03	196,83			
47	162	156,37	194,20	118,55	-7,55	99,46	62,54	3911,04			
48	52	139,00	185,01	92,99	-9,19	110,99	-58,99	3480,41			
49	156	141,83	177,82	105,84	-7,19	83,80	72,20	5212,59			
50	108	136,20	170,89	101,50	-6,93	98,65	9,35	87,44			
51	91	128,68	163,87	93,48	-7,03	94,57	-3,57	12,78			
52	0	107,26	154,44	60,07	-9,42	86,46	-86,46	7474,64			
53						50,65	Total	993,643			

Tabela A.17: Valores relativos ao cálculo da previsão da procura do produto 101, pelo modelo de Croston Original (CR).

Produto 101 - Modelo de Croston Original (CR)									
Instante (i)	Y_i	q_i	Z_i	p_i	\hat{y}_i - Previsão da Procura	e_i - Erro de Previsão	e_i^2	MSE	α
1	59,10							536,01	0,210
2	72,00	1							
3	56,00	1							
4	35,40	1							
5	63,90	1	74,17	1,00					
6	56,00	1	70,36	1,00	74,17	18,17	330,08		
7	70,00	1	70,28	1,00	70,36	0,36	0,13		
8	42,00	1	64,35	1,00	70,28	28,28	799,80		
9	70,40	1	65,62	1,00	64,35	6,05	36,63		
10	69,00	1	66,33	1,00	65,62	3,38	11,44		
11	72,80	1	67,69	1,00	66,33	6,47	41,90		
12	66,00	1	67,33	1,00	67,69	1,69	2,84		
13	0,00		67,33	1,00	67,33	67,33	4533,53		
14	47,00	2	63,07	1,21	67,33	20,33	413,37		
15	70,00	1	64,52	1,17	52,13	17,87	319,36		
16	38,00	1	58,96	1,13	55,35	17,35	300,86		
17	47,00	1	56,45	1,10	52,13	5,13	26,29		
18	72,30	1	59,77	1,08	51,15	21,15	447,20		
19	0,00		59,77	1,08	55,25	55,25	3053,02		
20	40,00	2	55,63	1,27	55,25	15,25	232,69		
21	39,00	1	52,14	1,22	43,65	4,65	21,59		
22	39,00	1	49,38	1,17	42,85	3,85	14,79		
23	0,00		49,38	1,17	42,16	42,16	1777,21		
24	40,00	2	47,41	1,35	42,16	2,16	4,65		
25	38,00	1	45,44	1,27	35,25	2,75	7,59		
26	39,00	1	44,09	1,22	35,70	3,30	10,89		
27	39,00	1	43,02	1,17	36,27	2,73	7,46		
28	38,00	1	41,97	1,13	36,76	1,24	1,54		
29	38,00	1	41,13	1,11	36,99	1,01	1,02		
30	37,00	1	40,27	1,08	37,18	0,18	0,03		
31	0,00		40,27	1,08	37,15	37,15	1379,78		
32	38,00	2	39,79	1,28	37,15	0,85	0,73		
33	37,00	1	39,21	1,22	31,18	5,82	33,88		
34	38,00	1	38,95	1,17	32,18	5,82	33,85		
35	40,00	1	39,17	1,14	33,22	6,78	45,93		
36	67,00	1	45,01	1,11	34,47	32,53	1057,93		
37	0,00		45,01	1,11	40,63	40,63	1651,17		
38	0,00		45,01	1,11	40,63	40,63	1651,17		
39	0,00		45,01	1,11	40,63	40,63	1651,17		
40	36,30	4	43,18	1,71	40,63	4,33	18,79		
41	0,00		43,18	1,71	25,19	25,19	634,39		
42	39,25	2	42,36	1,77	25,19	14,06	197,77		
43	0,00		42,36	1,77	23,87	23,87	569,86		
44	37,00	2	41,23	1,82	23,87	13,13	172,35		
45	36,80	1	40,30	1,65	22,63	14,17	200,66		
46	0,00		40,30	1,65	24,44	24,44	597,14		
47	39,00	2	40,03	1,72	24,44	14,56	212,10		
48	36,70	1	39,33	1,57	23,23	13,47	181,33		
49	0,00		39,33	1,57	25,03	25,03	626,61		
50	0,00		39,33	1,57	25,03	25,03	626,61		
51	0,00		39,33	1,57	25,03	25,03	626,61		
52	0,00		39,33	1,57	25,03	25,03	626,61		
53					25,03	Total	25.192		

Tabela A.18: Valores relativos ao cálculo da previsão da procura do produto 101, pelo modelo de Croston modificado (SY).

Produto 101 - Modelo de Croston Modificado (SY)									
Instante (i)	Y_i	q_i	Z_i	p_i	\hat{y}_i - Previsão da Procura	e_i - Erro de Previsão	e_i^2	MSE	α
1	59,1							527,88	0,209
2	72	1							
3	56	1							
4	35,4	1							
5	63,9	1	74,17	1,00					
6	56	1	70,36	1,00	74,17	18,17	330,03		
7	70	1	70,29	1,00	70,36	0,36	0,13		
8	42	1	64,37	1,00	70,29	28,29	800,19		
9	70,4	1	65,63	1,00	64,37	6,03	36,41		
10	69	1	66,33	1,00	65,63	3,37	11,36		
11	72,8	1	67,69	1,00	66,33	6,47	41,80		
12	66	1	67,33	1,00	67,69	1,69	2,85		
13	0		67,33	1,00	67,33	67,33	4533,98		
14	47	2	63,08	1,21	67,33	20,33	413,51		
15	70	1	64,53	1,17	51,13	18,87	356,26		
16	38	1	58,97	1,13	54,46	16,46	270,92		
17	47	1	56,47	1,10	51,45	4,45	19,83		
18	72,3	1	59,78	1,08	50,62	21,68	470,11		
19	0		59,78	1,08	54,78	54,78	3000,48		
20	40	2	55,64	1,27	54,78	14,78	218,35		
21	39	1	52,16	1,22	42,60	3,60	12,98		
22	39	1	49,40	1,17	42,00	3,00	8,97		
23	0		49,40	1,17	41,47	41,47	1719,68		
24	40	2	47,43	1,34	41,47	1,47	2,16		
25	38	1	45,46	1,27	34,25	3,75	14,08		
26	39	1	44,11	1,22	34,85	4,15	17,23		
27	39	1	43,04	1,17	35,55	3,45	11,91		
28	38	1	41,98	1,13	36,16	1,84	3,40		
29	38	1	41,15	1,11	36,49	1,51	2,27		
30	37	1	40,28	1,08	36,77	0,23	0,05		
31	0		40,28	1,08	36,82	36,82	1355,51		
32	38	2	39,80	1,28	36,82	1,18	1,40		
33	37	1	39,22	1,22	30,43	6,57	43,21		
34	38	1	38,96	1,17	31,53	6,47	41,82		
35	40	1	39,18	1,14	32,67	7,33	53,76		
36	67	1	45,00	1,11	34,00	33,00	1089,01		
37	0		45,00	1,11	40,17	40,17	1613,24		
38	0		45,00	1,11	40,17	40,17	1613,24		
39	0		45,00	1,11	40,17	40,17	1613,24		
40	36,3	4	43,18	1,71	40,17	3,87	14,94		
41	0		43,18	1,71	24,03	24,03	577,66		
42	39,25	2	42,36	1,77	24,03	15,22	231,51		
43	0		42,36	1,77	22,73	22,73	516,58		
44	37	2	41,24	1,82	22,73	14,27	203,68		
45	36,8	1	40,31	1,65	21,51	15,29	233,64		
46	0		40,31	1,65	23,37	23,37	546,14		
47	39	2	40,03	1,72	23,37	15,63	244,31		
48	36,7	1	39,34	1,57	22,16	14,54	211,51		
49	0		39,34	1,57	24,02	24,02	576,73		
50	0		39,34	1,57	24,02	24,02	576,73		
51	0		39,34	1,57	24,02	24,02	576,73		
52	0		39,34	1,57	24,02	24,02	576,73		
53					24,02	Total	24.810		

Tabela A.19: Valores relativos ao cálculo da previsão da procura do produto 101, pelo modelo de Croston modificado (SB).

Produto 101 - Modelo de Croston Modificado (SB)									
Instante (i)	Y_i	q_i	Z_i	p_i	\hat{Y}_i - Previsão da Procura	e_i - Erro de Previsão	e_i^2	MSE	α
1	59,10							465,53	0,221
2	72,00	1							
3	56,00	1							
4	35,40	1							
5	63,90	1	74,17	1,00					
6	56,00	1	70,15	1,00	65,96	9,96	99,18		
7	70,00	1	70,11	1,00	62,38	7,62	58,02		
8	42,00	1	63,89	1,00	62,35	20,35	414,30		
9	70,40	1	65,33	1,00	56,82	13,58	184,40		
10	69,00	1	66,14	1,00	58,10	10,90	118,77		
11	72,80	1	67,62	1,00	58,82	13,98	195,33		
12	66,00	1	67,26	1,00	60,13	5,87	34,41		
13	0,00		67,26	1,00	59,82	59,82	3577,93		
14	47,00	2	62,78	1,22	59,82	12,82	164,25		
15	70,00	1	64,37	1,17	45,71	24,29	589,96		
16	38,00	1	58,54	1,13	48,83	10,83	117,38		
17	47,00	1	55,98	1,10	45,90	1,10	1,21		
18	72,30	1	59,59	1,08	45,08	27,22	741,06		
19	0,00		59,59	1,08	49,01	49,01	2402,15		
20	40,00	2	55,26	1,28	49,01	9,01	81,21		
21	39,00	1	51,66	1,22	38,25	0,75	0,56		
22	39,00	1	48,86	1,17	37,61	1,39	1,94		
23	0,00		48,86	1,17	37,05	37,05	1373,04		
24	40,00	2	46,90	1,36	37,05	2,95	8,68		
25	38,00	1	44,93	1,28	30,76	7,24	52,37		
26	39,00	1	43,62	1,22	31,29	7,71	59,46		
27	39,00	1	42,59	1,17	31,91	7,09	50,31		
28	38,00	1	41,58	1,13	32,43	5,57	30,99		
29	38,00	1	40,79	1,10	32,70	5,30	28,09		
30	37,00	1	39,95	1,08	32,92	4,08	16,65		
31	0,00		39,95	1,08	32,92	32,92	1083,51		
32	38,00	2	39,52	1,28	32,92	5,08	25,84		
33	37,00	1	38,96	1,22	27,39	9,61	92,35		
34	38,00	1	38,75	1,17	28,39	9,61	92,35		
35	40,00	1	39,02	1,13	29,41	10,59	112,12		
36	67,00	1	45,22	1,10	30,61	36,39	1323,92		
37	0,00		45,22	1,10	36,42	36,42	1326,57		
38	0,00		45,22	1,10	36,42	36,42	1326,57		
39	0,00		45,22	1,10	36,42	36,42	1326,57		
40	36,30	4	43,24	1,75	36,42	0,12	0,01		
41	0,00		43,24	1,75	22,04	22,04	485,69		
42	39,25	2	42,36	1,80	22,04	17,21	296,24		
43	0,00		42,36	1,80	20,91	20,91	437,30		
44	37,00	2	41,17	1,85	20,91	16,09	258,83		
45	36,80	1	40,21	1,66	19,84	16,96	287,57		
46	0,00		40,21	1,66	21,56	21,56	464,92		
47	39,00	2	39,94	1,73	21,56	17,44	304,09		
48	36,70	1	39,22	1,57	20,48	16,22	262,94		
49	0,00		39,22	1,57	22,20	22,20	492,68		
50	0,00		39,22	1,57	22,20	22,20	492,68		
51	0,00		39,22	1,57	22,20	22,20	492,68		
52	0,00		39,22	1,57	22,20	22,20	492,68		
53					22,20	Total	21.880		

Tabela A. 20: Valores relativos à aplicação do teste K-S.

Produto 55				Produto 36			
Y _i	S(Y)	F(Y)	S(Y) - F(Y)	Y _i	S(Y)	F(Y)	S(Y) - F(Y)
0,0	0,0192	0,0104	0,0088	0,0	0,0192	0,0532	0,0340
55,7	0,0385	0,0621	0,0236	52,0	0,0385	0,0862	0,0477
60,1	0,0577	0,0699	0,0122	72,0	0,0577	0,1023	0,0446
60,2	0,0769	0,0701	0,0068	91,0	0,0769	0,1196	0,0427
60,6	0,0962	0,0709	0,0253	96,0	0,0962	0,1245	0,0283
63,1	0,1154	0,0757	0,0397	99,0	0,1154	0,1275	0,0121
89,9	0,1346	0,1440	0,0094	108,0	0,1346	0,1367	0,0021
90,0	0,1538	0,1443	0,0095	122,0	0,1538	0,1520	0,0018
99,9	0,1731	0,1779	0,0048	127,0	0,1731	0,1577	0,0153
108,7	0,1923	0,2115	0,0192	140,0	0,1923	0,1733	0,0190
109,5	0,2115	0,2147	0,0032	145,0	0,2115	0,1795	0,0320
111,0	0,2308	0,2208	0,0099	146,0	0,2308	0,1808	0,0500
112,2	0,2500	0,2258	0,0242	156,0	0,2500	0,1937	0,0563
119,0	0,2692	0,2552	0,0141	156,0	0,2692	0,1937	0,0755
120,0	0,2885	0,2597	0,0288	160,0	0,2885	0,1990	0,0894
122,5	0,3077	0,2710	0,0367	162,0	0,3077	0,2017	0,1060
123,5	0,3269	0,2757	0,0513	165,0	0,3269	0,2058	0,1211
123,7	0,3462	0,2766	0,0696	165,0	0,3462	0,2058	0,1403
125,0	0,3654	0,2827	0,0827	180,0	0,3654	0,2270	0,1384
127,4	0,3846	0,2940	0,0906	181,0	0,3846	0,2284	0,1562
131,5	0,4038	0,3140	0,0899	206,0	0,4038	0,2664	0,1375
141,3	0,4231	0,3637	0,0594	208,0	0,4231	0,2695	0,1535
144,1	0,4423	0,3784	0,0639	208,0	0,4423	0,2695	0,1728
147,7	0,4615	0,3976	0,0640	211,0	0,4615	0,2743	0,1872
154,6	0,4808	0,4349	0,0458	223,0	0,4808	0,2939	0,1869
157,1	0,5000	0,4486	0,0514	240,0	0,5000	0,3227	0,1773
159,0	0,5192	0,4591	0,0601	258,0	0,5192	0,3543	0,1649
163,6	0,5385	0,4845	0,0540	339,0	0,5385	0,5064	0,0321
164,0	0,5577	0,4867	0,0710	341,0	0,5577	0,5102	0,0475
169,6	0,5769	0,5177	0,0592	364,0	0,5769	0,5542	0,0228
169,9	0,5962	0,5194	0,0767	382,0	0,5962	0,5881	0,0080
174,8	0,6154	0,5465	0,0689	415,0	0,6154	0,6486	0,0332
175,0	0,6346	0,5476	0,0871	418,0	0,6346	0,6539	0,0193
181,5	0,6538	0,5831	0,0708	421,0	0,6538	0,6592	0,0054
186,9	0,6731	0,6121	0,0610	437,0	0,6731	0,6870	0,0139
191,5	0,6923	0,6363	0,0560	452,0	0,6923	0,7121	0,0198
203,5	0,7115	0,6968	0,0147	461,0	0,7115	0,7267	0,0151
208,7	0,7308	0,7216	0,0092	471,0	0,7308	0,7424	0,0117
209,7	0,7500	0,7262	0,0238	473,0	0,7500	0,7455	0,0045
212,0	0,7692	0,7368	0,0325	479,0	0,7692	0,7547	0,0145
212,5	0,7885	0,7390	0,0494	494,0	0,7885	0,7768	0,0116
218,3	0,8077	0,7645	0,0432	545,0	0,8077	0,8430	0,0353
218,8	0,8269	0,7666	0,0603	559,0	0,8269	0,8586	0,0317
234,8	0,8462	0,8290	0,0172	559,0	0,8462	0,8586	0,0125
238,1	0,8654	0,8404	0,0250	585,0	0,8654	0,8848	0,0194
245,0	0,8846	0,8625	0,0221	621,0	0,8846	0,9150	0,0304
252,2	0,9038	0,8833	0,0205	647,0	0,9038	0,9329	0,0290
259,6	0,9231	0,9023	0,0208	670,0	0,9231	0,9461	0,0230
260,6	0,9423	0,9046	0,0377	675,0	0,9423	0,9487	0,0064
288,3	0,9615	0,9548	0,0068	727,0	0,9615	0,9701	0,0086
306,7	0,9808	0,9743	0,0064	727,0	0,9808	0,9701	0,0107
423,3	1,0000	0,9998	0,0002	781,0	1,0000	0,9839	0,0161
		Máximo	0,0906			Máximo	0,1872

Anexo B

Exemplos de cálculo

Anexo B.1 – Cálculos relativos ao tipo de procura

✓ Cálculo do $(CV)^2$ e p :

Produto número 4,

$$(CV)^2 = \left(\frac{773}{2901}\right)^2 = 0,071$$

$$p = 0$$

Produto número 38,

$$(CV)^2 = \left(\frac{210}{314}\right)^2 = 0,446$$

$$p = \frac{3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3}{7} = 1,57$$

Anexo B.2 – Cálculos relativos à previsão da procura pelo método do amortecimento exponencial simples

Produto número 55,

Na inicialização,

$$\hat{Y}_1 = Y_1 = 90,2$$

$$\hat{Y}_2 = 0,19 \times 90,2 + (1 - 0,19) \times 90,20 = 90,20$$

$$\hat{Y}_3 = 0,19 \times 141,3 + (1 - 0,19) \times 90,20 = 99,98$$

...

$$e_1 = 90 - 90 = 0$$

$$e_2 = 141 - 90 = 51$$

...

$$e_1^2 = 0^2 = 0$$

$$e_2^2 = 51,1^2 = 2611,21$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{309457}{52} = 5951$$

Anexo B.3 – Cálculos relativos à previsão da procura pelo método do amortecimento exponencial linear de Holt

Produto número 36,

Na inicialização,

$$n_2 = Y_2 = 545$$

$$b_2 = 545 - 339 = 206$$

$$\hat{Y}_{2+1} = \hat{Y}_3 = 545 + 206 \times 1 = 751$$

$$n_3 = 0,36 \times 479 + (1 - 0,36) \times (545 + 206) = 653$$

$$b_3 = 0,60 \times (653 - 545) + (1 - 0,60) \times 206 = 147$$

$$\hat{Y}_{3+1} = \hat{Y}_4 = 653 + 147 \times 1 = 800$$

...

$$e_3 = 479 - 751 = -272$$

$$e_4 = 727 - 800 = -73$$

...

$$e_3^2 = (-272)^2 = 73984$$

...

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{1287760}{50} = 25755$$

Anexo B.4 – Cálculos relativos à previsão da procura pelo método do amortecimento exponencial linear de Brown

Produto número 36,

Na inicialização,

$$S_1 = Y_1 = 339$$

$$S'_1 = S_1 = Y_1 = 339$$

$$n_1 = 2 \times 339 - 339 = 339$$

$$b_1 = \frac{0,166}{1 - 0,166} \times (339 - 339) = 0$$

$$\hat{Y}_{1+1} = \hat{Y}_2 = 339 + 0 \times 1 = 339$$

$$S_2 = 0,166 \times 545 + (1 - 0,166) \times 339 = 373$$

$$S'_2 = 0,166 \times 373 + (1 - 0,166) \times 339 = 345$$

$$n_2 = 2 \times 373 - 345 = 402$$

$$b_2 = \frac{0,166}{1 - 0,166} \times (373 - 345) = 6$$

$$\hat{Y}_{2+1} = \hat{Y}_3 = 402 + 6 \times 1 = 408$$

...

$$e_2 = 545 - 339 = 206$$

$$e_3 = 479 - 408 = 71$$

...

$$e_2^2 = (206)^2 = 42436$$

...

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{993643}{51} = 19483$$

Anexo B.5 – Cálculos relativos à previsão da procura pelo modelo de Croston Original (CR), Croston modificado (SY) e Croston modificado (SB)

✓ **Modelo de Croston Original (CR):**

Na iniciação,

$$Z_5 = \frac{59,1 + 72 + 56 + 35,4}{3} = 74,17$$

$$Z_6 = 74,17 + 0,210 \times (56 - 74,17) = 70,36$$

...

$$p_5 = \frac{1 + 1 + 1}{3} = 1$$

$$p_6 = 1 + 0,210 \times (1 - 1) = 1$$

...

$$\hat{Y}_{5+1} = \hat{Y}_6 = \frac{74,17}{1} = 74,17$$

$$\hat{Y}_{6+1} = \hat{Y}_7 = \frac{70,36}{1} = 70,36$$

...

$$e_6 = 56 - 74,17 = -18,17$$

$$e_7 = 70 - 70,36 = -0,36$$

...

$$e_6^2 = (-18,17)^2 = 330,03$$

...

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{25192}{47} = 536,01$$

✓ **Modelo de Croston modificado (SY)**

$$\hat{Y}_{5+1} = \hat{Y}_6 = \left(1 - \frac{0,209}{2}\right) \frac{74,17}{1 - \frac{0,209}{2}} = 74,17$$

$$\hat{Y}_{6+1} = \hat{Y}_7 = \left(1 - \frac{0,209}{2}\right) \frac{70,36}{1 - \frac{0,209}{2}} = 70,36$$

...

$$e_6 = 56 - 74,17 = -18,17$$

$$e_7 = 70 - 70,36 = -0,36$$

...

$$e_6^2 = (-18,17)^2 = 330,03$$

...

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{24810}{47} = 527,88$$

✓ **Modelo de Croston modificado (SB)**

$$\hat{Y}_{5+1} = \hat{Y}_6 = \left(1 - \frac{0,221}{2}\right) \frac{74,17}{1} = 65,96$$

$$\hat{Y}_{6+1} = \hat{Y}_7 = \left(1 - \frac{0,221}{2}\right) \frac{70,15}{1} = 62,38$$

...

$$e_6 = 56 - 65,96 = 9,96$$

$$e_7 = 70 - 62,38 = 7,62$$

...

$$e_6^2 = (9,96)^2 = 99,18$$

...

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{21880}{47} = 465,53$$

Anexo B.6 – Cálculos relativos à aplicação do teste K-S.

No produto 55, para $Y_1=0$

$$S(Y_1) = \frac{\text{Número observações } (Y_1)}{\text{Total observações}} = \frac{1}{52} = 0,0192$$

$F(Y_1)$ é calculado a partir da função distribuição normal do Excel, na forma:

$$F(Y_1) = \text{Dist. norm}(Y_1; \bar{x}; \sigma; 1) = \text{Dist. norm}(0; 166,40; 71,99; 1) = 0,0104$$

Para $Y_2=55,7$

$$S(Y_2) = 0,0192 + \frac{1}{52} = 0,0385$$

$$F(Y_2) = \text{Dist. norm}(55,7; 166,40; 71,99; 1) = 0,0621$$

$$D = \text{Máximo}|S(Y_i) - F(Y_i)|$$

Anexo B.7 – Cálculos relativos à determinação da quantidade a encomendar.

No produto 55,

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 5824 \times 29,74}{0,14}} = 1573$$

$$\hat{Y}_A = 112 \times 52 = 5824$$

Anexo B.8 – Cálculos relativos à determinação do stock de segurança.

No produto 55, para um risco de rutura de 0,01%,

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} = \frac{8466}{52} = 163$$
$$\sigma_Y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \mu)^2}{N} = \frac{291927}{52} = 5613,98$$

$$\sigma^2 = 3 \times 5613,98 = 16841,9$$

$$\sigma = \sqrt{16841,9} = 129,78$$

$$SS = 3,8 \times 129,78 = 493,15$$

...

Anexo B.9 – Cálculos relativos ao cálculo do ponto de encomenda e do stock médio.

No produto 55, para um risco de rutura de 0,01%,

$$\hat{Y}_L = 112 \times 3 = 336$$

$$s = 336 + 493,15 = 829,15$$

$$SM = 493,15 + \frac{1573}{2} = 1279,66$$