



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

## **Gestão e Aprovisionamento de Stocks, Aplicação de Métodos Classificativos**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

### **Procurement and Inventory Management, Application of Classification Methods**

Autor

**Pedro Daniel Carvalho Leite Silva**

Orientadores

**Professor Doutor Cristóvão Silva**

**Doutor Marco Morais Romão**

Júri

Presidente **Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto**  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais **Professor Doutor Luís Miguel Fernandes Ferreira**  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador **Professor Doutor Cristóvão Silva**  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

---



*Tridec - Sistemas Direccionais  
para Semi-Reboques, Lda.*

Coimbra, Setembro, 2016

*“The most important thing: Never criticize. Always encourage!”*

London Has Follen, 2016

## Agradecimentos

Deixo aqui os meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho que aqui se apresenta.

Gostaria de começar por agradecer à Tridec, pela oportunidade de realizar este projeto, em especial à Doutora Regina Pinto pela forma como me acolheu, bem como pelo apoio prestado naquela empresa, que foram uma mais valia, tendo-me proporcionado uma adequada evolução profissional dentro da minha área.

Ao Doutor Marco Romão e à Gina Jesus, por o todo apoio, pela compreensão, pelas sugestões pertinentes, pelos conhecimentos transmitidos e pelo acompanhamento ao longo da realização do projeto.

Ao Professor Doutor Cristóvão Silva, pelo apoio, orientação e disponibilidade que prestou durante a realização deste projeto, sem esquecer também, claro está, o restante corpo docente que me acompanhou ao longo do meu percurso académico e a quem também deixou o meu sincero agradecimento.

À minha namorada, Marlene Torres, um agradecimento muito especial, pelo apoio incondicional, o encorajamento, a motivação, a ajuda e sobretudo, a paciência.

Aos meus pais, pela educação que me deram e por me inculcaram o espírito de lutar. Aos meus irmãos, pela amizade, pela ajuda, e pelo apoio incondicional e motivação constante.

Um obrigado a todos os colaboradores e colegas da Tridec pela paciência, compreensão e pelo auxílio que prestaram.

Aos meus amigos e colegas que marcaram a minha passagem por Coimbra de forma muito especial e me ajudaram a crescer a todos os níveis, obrigada, “levo-vos comigo pra vida!”

**OBRIGADO!**

## Resumo

Este projeto foi realizado na Tridec – Sistemas Direccionais para Semi-Reboques, Lda, integrando-se no Departamento de Compras e Logística onde se desenvolveu um modelo de otimização dos processos de Aprovisionamento e Gestão de *Stocks*, no âmbito do estágio curricular pela Universidade de Coimbra.

O principal objetivo passou pelo desenvolvimento e implementação de metodologias que possibilite que o departamento de forma apoiada, tenha uma perceção sobre a possível necessidade de aquisição de matérias primas para o futuro, através de modelos mais otimizados de *Forecasting* e Gestão de *Stocks*.

Começou-se por realizar um levantamento da situação atual, identificando os problemas e ineficiências nos processos atuais.

Depois, através do recurso às Análises ABC e XYZ, bem como ao modelo de Categorização de Syntetos, procurou-se identificar os artigos com maior relevo, assim como o comportamento dos consumos. Para complementar este projeto, foi também alvo de estudo os modelos de previsão de consumo e aprovisionamento que possibilitam uma melhor eficiência na Gestão de *Stocks*.

Em suma, é proposto otimizar os processos de Gestão de *Stocks* atualmente existentes e do mesmo jeito alcançar, um aprovisionamento equilibrado capaz de corresponder aos pedidos da produção e consequentemente reduzir paragens de produção por rutura de *stock*, sem se descautelarem os inerentes custos associados a todo o processo.

**Palavras-chave:** Gestão de Stocks, Modelos de Classificação, Modelos de Previsão, Aprovisionamento, Otimização, Custos.

## Abstract

This project was produced on Tridec - Directional Systems for Trucks, Lda, integrated with the Department of Sales and Logistics where it was developed an optimized model for the processes of Provisioning and Management of Stocks, in light of the extracurricular internship offered by the University of Coimbra.

The main objective went through developing and implementing the methodologies that allow the department to have an enhanced perception over the possible necessity to acquire feedstock in the future through optimal models of Forecasting and Inventory Management.

At first it was initialized by lifting the current situation, identifying the problems and inefficiencies in the current processes.

After that, through the resources of Analysis ABC and XYZ, as well as the model for the Categorization of Syntetos, it was sought to identify the articles with bigger relevance and the behavior of the expenses. To complete this project, the target study was the prediction models of consumption and provisioning that allow a better efficiency in the Inventory Management.

In short, the purpose is to optimize the process of the Inventory Management currently existent, and at the same time achieve a balanced provisioning capable of corresponding to the production demands e consequently reduce the production stalling due to stock rupture without neglecting the inherent costs associated to the entire process.

**Keywords** Inventory Management, Rating Models, Forecasting Models, Provision, Optimization, Cost.

## Índice

Índice de Figuras .....	vi
Índice de Tabelas .....	viii
Simbologia e Siglas .....	ix
Simbologia.....	ix
Siglas .....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Apresentação da Empresa .....	1
1.2. Produtos .....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Metodologia do Projeto .....	4
1.5. Estrutura da Dissertação .....	5
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	6
2.1. Análise ABC .....	6
2.2. Análise XYZ .....	8
2.3. Análise ABC vs Análise XYZ.....	9
2.4. Categorização da Procura .....	10
2.5. Modelos de Gestão de <i>Stocks</i> .....	12
2.5.1. Método de Revisão Contínua .....	13
2.5.2. Método de Revisão Periódica.....	14
2.5.3. <i>Stock</i> de Segurança .....	15
2.6. Modelos de Previsão .....	16
2.6.1. Amortecimento Exponencial Simples .....	17
2.6.2. Modelo de Holt-Winters.....	18
2.6.3. Erros de Previsão .....	19
3. CLASSIFICAÇÃO DE ARTIGOS .....	20
3.1. Recolha e Triagem de Dados .....	20
3.1.1. Triagem.....	21
3.2. Análise ABC .....	22
3.3. Análise XYZ.....	25
3.4. Categorização da Procura .....	26
4. GESTÃO DE STOCKS.....	29
4.1. Modelos de Previsão .....	29
4.1.1. Probabilidade Binomial .....	32
4.2. Modelos de Gestão de <i>Stocks</i> .....	33
4.3. Teste do Protótipo .....	35
4.4. Comparação de Resultados .....	42
5. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
ANEXO A – Tabela de Fatores de Segurança para Distribuição Normal.....	48

---

ANEXO B – Representação dos Consumos por Semana desde 2014.....	49
ANEXO C – Estudo e Comparação dos Critérios ABC.....	50
ANEXO D – Resultados dos Modelos de Classificativos Aplicados.....	51
ANEXO E – Modelos de Previsão e Aprovisionamento – SKU 381093.....	52
ANEXO F – Modelos de previsão e Aprovisionamento – SKU 558989 .....	53
ANEXO G – Modelos de previsão e Aprovisionamento – SKU 983838 .....	55
ANEXO H – Modelos de Previsão e Aprovisionamento – SKU 955931 .....	57
ANEXO I – Modelos de Previsão e Aprovisionamento – SKU 558135.....	59
ANEXO J – Modelos de Previsão e Aprovisionamento – SKU 558888.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Produtos finais: a) Sistemas Direcionais Mecânicos; b) Sistemas Direcionais Hidráulicos; c) Suspensão LV-O.....	3
Figura 2.1 – Princípio de <i>Pareto</i> , curva ABC (Coelho, 2015).....	7
Figura 2.2 – Comportamento do Coeficiente de Variação de um artigo segundo Análise XYZ.(Wong, 2015) .....	9
Figura 2.3 – Exemplo do consumo intermitente de um artigo. (Callegaro, 2010).....	11
Figura 2.4 – Modelo de Categorização da Procura (Syntetos, 2005).....	12
Figura 2.5 – Modelo de Gestão de Stocks (Santos, 2011).....	13
Figura 2.6 – Método Revisão Continua (Silva, 2013).....	14
Figura 2.7 – Método de Revisão Periódica (Silva, 2013).....	14
Figura 2.8 – Exemplo de lançamento de encomendas (Silva, 2013).....	15
Figura 2.9 – <i>Stock</i> de Segurança (Silva, 2013).....	16
Figura 2.10 – Exemplo de uma serie sem Tendência – Aplicação do Modelo Amortecimento Exponencial Simples (Silva, 2013).....	17
Figura 2.11 – Exemplo: Hospedes nos hotéis do Algarve – Aplicação do Modelo de Holt-Winters (Silva, 2013). .....	18
Figura 3.1 - Gráfico de barras - Unidades movimentadas vs nº de <i>SKU's</i> desde 2014.....	20
Figura 3.2 – Representação Gráfica - Triagem de <i>SKU's</i> por fases.....	21
Figura 3.3 – Representação da Curva ABC pela nova análise.....	24
Figura 3.4 – Distribuição dos artigos pelo modelo de Syntetos.....	27
Figura 3.5 – Distribuição dos artigos pelo modelo de Syntetos – <i>zoom</i> de escalas.....	27
Figura 4.1 – Representação dos modelos de previsão, aplicado ao SKU 381093.....	30
Figura 4.2 – Movimentos efetivos do <i>stock</i> corrente do SKU 381093 desde início de 2016. ....	31
Figura 4.3 – Simulação da evolução do nível de <i>stock</i> pelo modelo de <i>Forecast</i> da Tridec. ....	31
Figura 4.4 – Simulação da evolução do <i>stock</i> pelo modelo de Holt-Winters.....	32
Figura 4.5 – Aplicação da Probabilidade Binomial no SKU 558989.....	33
Figura 4.6 – Informação essencial para os modelos de aprovisionamento – SKU 381093. 34	
Figura 4.7 – Evolução dos <i>stocks</i> – Modelo Holt-Winters pelos métodos de aprovisionamento. ....	35
Figura 4.8 – Evolução dos <i>stocks</i> – Probabilidade Binomial pelos métodos de aprovisionamento. ....	36
Figura 4.9 – Evolução dos <i>stocks</i> – Modelo AES pelos métodos de aprovisionamento.....	36

Figura 4.10 – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 983838. ....	37
Figura 4.11 - Evolução dos <i>stocks</i> – Modelo Holt-Winters pelos métodos de aprovisionamento. ....	37
Figura 4.12 – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 955931. ....	38
Figura 4.13 – Evolução dos <i>stocks</i> – Modelo Holt-Winters pelos métodos de aprovisionamento. ....	39
Figura 4.14 – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 558135. ....	39
Figura 4.15 – Evolução dos <i>stocks</i> – Método R. Contínua para o modelo <i>Forecast Tridec</i> e Probabilidade Binomial. ....	40
Figura 4.16 – Evolução dos <i>stocks</i> – Método R. Periódica para o modelo <i>Forecast Tridec</i> e Probabilidade Binomial. ....	41
Figura 4.17 – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 558888. ....	41
Figura 4.18 – Evolução dos <i>stocks</i> – Método R. Contínua para o modelo AES e Probabilidade Binomial. ....	42
Figura 4.19 – Evolução dos <i>stocks</i> – Método R. Periódica para o modelo AES e Probabilidade Binomial. ....	42

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. – Combinações das Classificações pela Análises ABC e Análise XYZ. ....	10
Tabela 3.1. – Representação atual da Classificação Análise ABC.....	23
Tabela 3.2. – Teste de aplicação do Principio de <i>Pareto</i> : Critérios da % de Artigos à Esquerda e Critério da % de Custos à Direita. ....	23
Tabela 3.3. – Representação dos novos critérios da Classificação Análise ABC. ....	24
Tabela 3.4. – Comparação entre os resultados dos Critérios sugeridos por Scholz-Reiter et al e os adotados atualmente pela Tridec. ....	25
Tabela 3.5. – Comparação das Classificação XYZ pela análise atual.....	26
Tabela 3.6. – Resumo das alterações efetuadas nas análises.....	26
Tabela 3.7. – Distribuição dos artigos pelas três análises. ....	28
Tabela 4.1. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 381093 para cada um dos modelos.....	34
Tabela 4.2. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 558989 para cada um dos modelos.....	36
Tabela 4.3. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 983838 para cada um dos modelos.....	38
Tabela 4.4. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 955931 para cada um dos modelos.....	39
Tabela 4.5. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 558135 para cada um dos modelos.....	40
Tabela 4.6. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 558888 para cada um dos modelos.....	42
Tabela 4.7. – Comparação dos resultados reais com as previsões estimadas dos SKU's apresentados. ....	43

## SIMBOLOGIA E SIGLAS

### Simbologia

$\alpha$  – Constante de amortecimento do nível

$\beta$  – Constante de amortecimento da Tendência

$\gamma$  – Constante de amortecimento da Sazonalidade

$k$  – Nº de períodos entre o último valor de  $Z_t$  e o período para o qual é realizada a Previsão

$\sigma$  – Desvio Padrão

$\varepsilon_i$  – Consumo de artigos entre dois intervalos

$p$  – Probabilidade de sucesso

$\mu$  – Média da Procura de um artigo

$Z$  – Constante do Nível de Serviço

### Siglas

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

Eq - Equação

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

IEC – Intervalo Entre Consumos

LT – Lead Time

NS – Nível de Serviço

PB – Probabilidade Binomial

PE – Ponto de Encomenda

QOE – Quantidade Ótima de Económica

RC – Revisão Contínua

RP – Revisão Periódica

SKU – *Stock Keeping Unit*

SS – *Stock de Segurança*

## 1. INTRODUÇÃO

A constante tecnologização e inovação propícia a concorrência/rivalidade no setor empresarial e a crescer a isso, verifica-se uma cada vez maior sofisticação nos pedidos por parte dos clientes, o que levou a que as empresas apostassem em setores de mercado específicos por forma a poderem satisfazer as especificações requeridas e dominar os *nichos* de mercado.

Assim, mantendo o foco na satisfação dos clientes no que respeita a cumprimento de prazos de entrega e à qualidade intrínseca e extrínseca dos produtos, necessário se torna aprovisionar atempadamente as matérias primas, especificamente as regulamentadas para conceção dos mesmos.

A Gestão de *Stocks*, no armazém em empresas desta índole obriga a lidar com uma imprevisibilidade da procura quanto aos mais diversos produtos finais. Deste modo e mesmo com experiência de mercado torna-se complexo, se não mesmo impossível, indagar *a priori* sobre se determinado produto terá ou não procura, para que se possa acautelar em armazém as adequadas matérias primas necessárias à sua feitura.

Neste seguimento, surge a necessidade de criar metodologias de Gestão de *Stocks* que permita a aplicação de parâmetros diferentes aos materiais tendo em consideração a sua importância para a produção.

Esta dissertação, surge de um desafio colocado pela Tridec, que sentiu a necessidade de melhorar as suas políticas de Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento, de modo a que a otimização e equilíbrio dos mesmos não pusesse em causa a sua produção.

### 1.1. Apresentação da Empresa

A Tridec BV “*Transport Industry Development Centre, B.V.*”, foi fundada em 1990 em Som, Holanda, com o objetivo de desenvolver e fabricar sistemas direcionais e suspensões inovadoras para a indústria de transportes de mercadorias.

Devido a um crescimento acelerado e às presenças constante em Feiras Europeias de elevada importância no setor do Transporte, aquela empresa expandiu-se além-fronteiras e rapidamente granjeou uma soberba carteira de clientes dos quais se destacam

relevantes construtores europeus de semi-reboques. Nesta senda, em 2001 encontrou, em Portugal, as condições necessárias para a sua expansão produtiva.

Assim nasceu a Tridec – Sistemas Direcionais para Semi-Reboques, Lda., localizada no Núcleo Industrial de Murte, onde desenvolve a sua atividade industrial no ramo da metalomecânica, dividida em três setores produtivos: Soldadura, Maquinação e Montagem.

A Tridec produz os componentes, que *à posteriori* são expedidos para a Tridec BV, sendo esta responsável pela conceção, desenvolvimento do produto, montagem final e venda do mesmo.

Mantendo sempre o *focus* na inovação e criação de novos produtos no seguimento das necessidades dos seus clientes, no ano de 2008 a Tridec foi adquirida pelo Grupo JOST, passando a fazer parte de um grupo líder mundial na construção e distribuição de componentes para camiões.

O Grupo JOST, criado em 1952, é uma organização que se dedica à produção de componentes para a indústria de veículos de transporte comercial.

Foi no âmbito desta unidade industrial, que se desenvolveu o estudo que se propõe abordar na presente dissertação.

## **1.2. Produtos**

Os produtos finais produzidos na Tridec PT, são sobretudo, componentes que irão integrar Reboques ou Semi-Reboques com Sistemas Direcionais Mecânicos, Sistemas Direcionais Hidráulicos e Suspensões produzidos pela Tridec BV.

Com a experiência de mercado e os conhecimentos consolidados essencialmente no segmento dos transportes, a Tridec concretiza os pedidos específicos e por vezes únicos dos seus clientes.

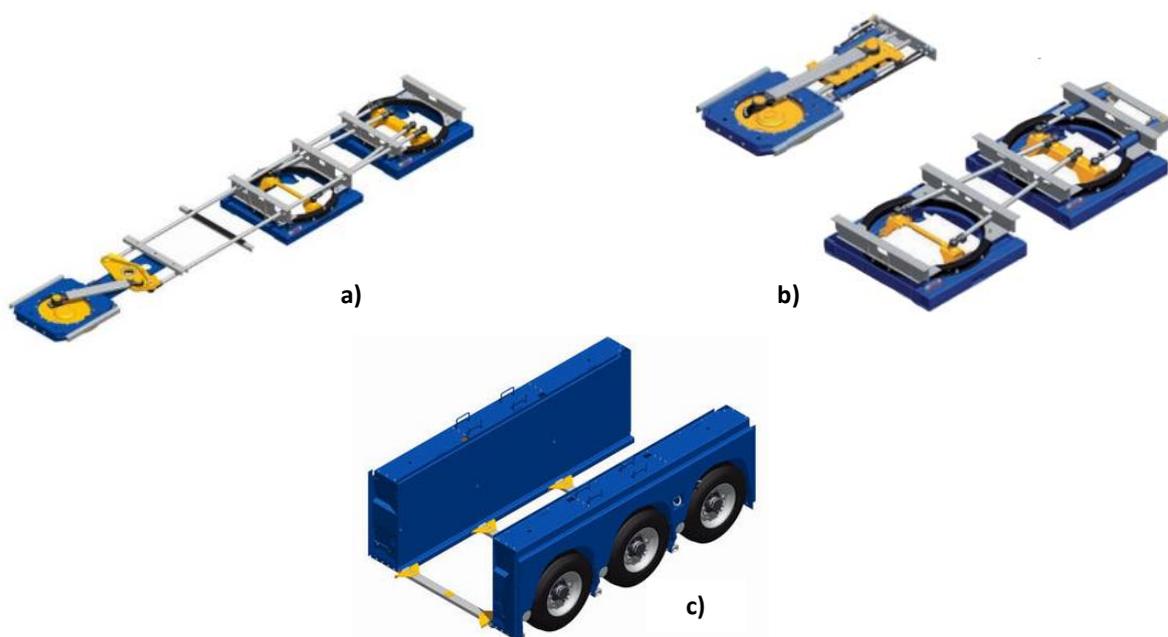
Compreendendo perfeitamente os desafios que as empresas transportadoras enfrentam no dia-à-dia, a Tridec através de soluções sólidas e inovadoras, adquiriu suficiente dinamismo, imprimindo nos seus produtos uma maior manobrabilidade; reboques com maior capacidade de carga; poupanças a nível de desgaste de pneus, consumo de combustível e manutenção dos sistemas.

Os Sistemas Direcionais Mecânicos da Tridec, são caracterizados por estabelecer ligação mecânica entre o prato da quinta roda e os conjuntos de eixos através de barras de direção.

Por sua vez, os Sistemas Direcionais Hidráulicos não fazem ligação mecânica com a quinta roda, antes são aplicados a veículos de transporte com dimensões (comprimento e altura) excepcionais.

No que respeita, às Suspensões de eixos hidráulicas ou de Ar da Tridec, estas permitem aumentar a capacidade dos reboques em termos de volume e carga.

Na Figura 1.1 estão representados alguns dos sistemas produzidos pela Tridec.



**Figura 1.1** – Produtos finais: **a)** Sistemas Direcionais Mecânicos; **b)** Sistemas Direcionais Hidráulicos; **c)** Suspensão LV-O.

### 1.3. Objetivos

Este estágio teve como foco, o auxílio nos processos inquiridos ao Departamento de Compras e Logística, nomeadamente, empreender um novo mecanismo/modelo de Previsão e Aprovisionamento na Gestão de *Stocks*.

Os produtos produzidos pelos 3 setores produtivos, (Soldadura, Maquinação e Montagem) consomem basicamente matérias primas de aço, sejam elas em bruto ou em produtos transformados. As matérias primas são adquiridas maioritariamente a fornecedores

dispersos pela Europa e China, e como tal, é necessário ter em consideração os seus *Lead Times*.

Por outro lado, é pelo facto de existir um considerável número de artigos bem como, um constante aparecimento de novos artigos, que é necessário prevenir as eventuais Ruturas de *Stock*. Como consequência, a Rutura de *Stocks* gera paragem de produção que por sua vez, leva ao incumprimento de prazos perante o cliente.

Deste modo, é necessário aprovisionar atempadamente as quantidades certas, nas alturas certas. Ou seja, é preciso haver um equilíbrio nos *stocks* da empresa, evitando excessos ou escassez de material.

Óbvio se torna, que todo este processo de compras e armazenagem, tem custos associados, exigindo por isso, uma ponderação a nível monetário.

#### **1.4. Metodologia do Projeto**

Para levar a cabo a realização da presente dissertação partir-se-á de uma abordagem assente em três fases díspares.

Na primeira fase, através do Sistema *Vantage*, proceder-se-á à recolha de dados sobre os consumos dos artigos de compra. Para tal, será feita uma triagem aos artigos de compra, segregando-se aqueles que por diversas razões não se devem incluir no estudo, daqueles que por sua vez devem fazer parte.

O principal objetivo desta fase é identificar os artigos que adquirem maior importância, socorrendo-se para tal, dos modelos de classificação estudados que também serão evidenciados no presente estudo.

A classificação a atribuir aos artigos ditará os modelos que deverão ser adotados na segunda fase.

Na segunda fase, tendo em conta as classificações obtidas, avançar-se-á no sentido de desenvolver/construir um modelo protótipo de previsão de consumos para os meses seguintes.

Por fim, na última fase, será elaborado uma comparação entre os modelos de aprovisionamento e retiradas as devidas conclusões.

## 1.5. Estrutura da Dissertação

No que concerne à estrutura desta dissertação, a mesma apresentar-se-á dividida em 5 capítulos.

O primeiro capítulo, terá como exclusiva finalidade, apresentar os principais objetivos que se pretende alcançar; fazer uma breve apresentação da empresa onde se proporcionou a reflexão e o desenvolvimento do presente estudo; evidenciar as metodologias a utilizar e a estrutura a adotar ao longo da dissertação.

No segundo capítulo será feito um enquadramento teórico, recorrendo à bibliografia tida como mais pertinente, bem como, aos Modelos de Classificação de artigos, aos Modelos de Previsão e aos Modelos de Gestão de *Stocks*.

Os objetivos do terceiro e quarto capítulo é contextualizar o caso de estudo, colocando-o devidamente em foco, e serão apresentadas as metodologias utilizadas no desenvolvimento desta dissertação.

Por fim, mas não menos importante, estar-se-á em condições para num quinto capítulo se tecerem as devidas conclusões bem como fazer importantes prospeções.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado um enquadramento teórico sobre o tema que se propôs dissertar, através do recurso à bibliografia que mereceu a maior pertinência.

Desta forma, fasear-se-á de seguida uma abordagem às ferramentas relativas à Gestão de Stocks que têm maior relevância para o este caso de estudo.

### 2.1. Análise ABC

Atualmente, a maioria das empresas de produção industrial, para a produção de um dado produto/conjunto final, necessita de uma elevada quantidade de subprodutos iguais e/ou diferentes.

Torna-se imperativo, uma atenção cuidada e seletiva na gestão dos materiais que possuem maior ou menor importância, quer no que respeita às quantidades movimentadas, quer no que toca ao seu valor financeiro.

Com base nesse pressuposto, a Análise ABC constitui assim uma importante ferramenta na gestão, no planeamento e no controlo dos volumes de materiais em *Stock* (Heizer, Render, 1999).

A Análise ABC ou, como também conhecida, Curva ABC, tem por base o Princípio de *Pareto*. Este princípio surgiu no séc. XIX quando, o Economista italiano Vilfredo Pareto realizou um estudo sobre a distribuição da riqueza em Itália, onde concluiu que a riqueza não estava distribuída de uma forma uniforme.

Pelo contrário, constatou que 80% da riqueza pertencia a 20% da população, fenómeno que também ficou conhecido por “lei dos 80/20”, onde Joseph M. Juran (1941) afirma que “80% das consequências advêm de 20% das causas possíveis”.

Este estudo, também pode ser transportado para ambiente empresarial, sendo que de tal aplicação resulta que uma pequena margem de materiais representa uma grande percentagem de custos e um grande número de materiais representa uma pequena margem dos custos.

Esta análise é muito importante e muito utilizada no controlo e Gestão de *Stocks*, pois, é uma ferramenta que se focaliza a identificar os materiais que requerem maior atenção. Deste modo, para realizar uma boa Análise ABC, deve-se determinar o período de análise e

o inventário deve estar corretamente valorizado, assim como os dados históricos do período de tempo que se pretende analisar.

A classificação ABC, em função do valor anual de consumo é aquela que merece maior destaque na literatura (Heizer, Render, 1999).

Entre os estudiosos existem algumas divergências em torno das percentagens atribuídas a cada classificação, se bem que acabam por chegar a um consenso.

Na Figura 2.1 apresentam-se as classificações distribuídas de acordo

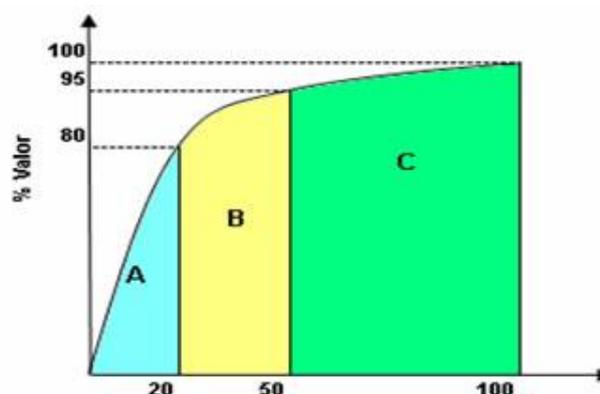


Figura 2.1 – Princípio de *Pareto*, curva ABC (Coelho, 2015).

com Joseph M. Juran (1941) e Yang (2009). E estas resumem-se a:

- **Classificação A** – corresponde ao grupo de maior valor, 20% dos artigos correspondem a 80% dos custos;
- **Classificação B** – corresponde ao grupo intermédio, onde 30% dos artigos corresponde a 15% dos custos totais;
- **Classificação C** – é relativa ao grupo menos valorizado, em que 50% dos artigos corresponde a 5% dos custos.

Outros autores defendem que a classificação **A**, é geralmente definida por 10 a 15% dos itens com, 70% do critério. A classificação **B**, define-se com 20 a 25% dos itens e 20% do critério. Por sua vez, a classificação **C** é definida pelos restantes 65 a 70% dos itens e 10% do critério (M Devnani, AK Gupta & R Nigah, 2010).

Independentemente dos critérios escolhidos, a vantagem deste método, está sobretudo, nos custos totais e na forma como os artigos são organizados por ordem decrescente. Ocasionalmente, é possível ocorrerem mudanças na classificação dos artigos, acaso seja elaborada uma comparação dos consumos com 2 históricos de dados diferentes.

Assim, pode-se afirmar, que esta classificação é muito utilizada quando se analisam itens homogéneos.

Contudo, se o tipo de *stock* for muito heterogéneo, é necessário encontrar uma forma adicional de o classificar uma vez que a análise ABC torna-se insuficiente (Cavaliere et al., 2008).

No contexto geral, a Análise ABC, permite verificar de imediato os produtos que importa analisar e a sua importância relativa (Romão, 2014).

Mas, e em suma, esta análise tem as suas limitações quando se pretende efetuar uma classificação mais rigorosa, como a que pretende neste projeto. Desse modo, dado que a mesma só classifica os artigos consoante os seus custos anuais e não tem em consideração as movimentações ao longo do ano, podemos ter um artigo classificado como **A**, devido apenas ao seu elevado custo e, o mesmo só ter sido utilizado uma ou duas vezes ao longo do ano. Com base no problema exposto, e dado que esta classificação requer constante monitorização, necessário se torna complementá-la com uma segunda análise que classifique os artigos segundo os movimentos registados. E é aqui que entra a Análise XYZ.

## 2.2. Análise XYZ

A Análise XYZ, ou ABC Cruzada, como também é conhecida, põe em evidência a ciclicidade com que um artigo é utilizado.

Deste modo, esta análise permite avaliar a importância que o artigo representa para a empresa, imprime uma maior eficácia na classificação dos artigos, bem como na Gestão dos *Stocks*, contribuindo para determinar se a procura é contante e homogénea de modo a poder determinar previamente o consumo e a frequência de aprovisionamento (Romão, 2014).

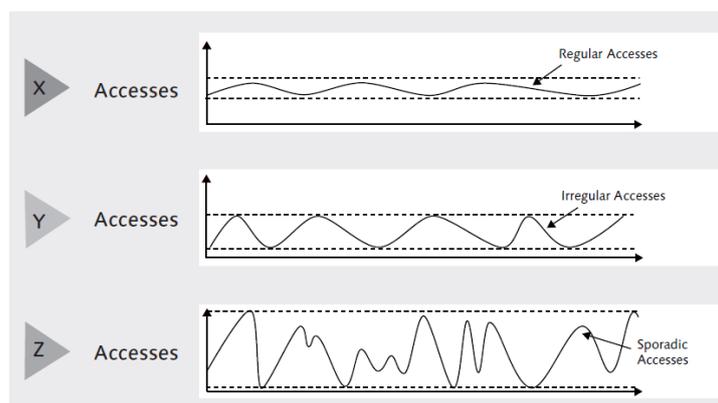
Tal como na análise ABC, a Análise XYZ obedece a critérios de classificação dos artigos, onde estes podem ser classificados como:

- **Classificação X** - 20% dos artigos tem procura previsível. Esta, permite, manter o nível de inventário baixo, sem necessidade de recorrer a grandes *stocks* de segurança e sem que isso ponha em causa o nível de serviço;
- **Classificação Y** - 30% dos artigos tem procura flutuante. O que significa que é necessário ter mais atenção. Há uma procura inconstante, obriga a uma maior vigilância dos níveis de inventário e dos *stocks* de segurança;
- **Classificação Z** - 50% dos artigos tem procura inconstante. Difícil de prever e carece de monitorização constante.

Para proceder a esta classificação, é necessário determinar o Coeficiente de Variação na procura ( $C_v$ ) de cada artigo. Este coeficiente, é determinado pela relação entre o Desvio Padrão ( $\sigma$ ) e a Média da Procura ( $\mu$ ), como demonstra a Eq. 2.1:

$$C_v = \frac{\sigma}{\mu} \quad \text{Eq. (2.1)}$$

Na Figura 2.2, é possível visualizar as diferenças que podem ocorrer no coeficiente de variação de um artigo, em função da sua classificação X,Y e Z.



**Figura 2.2** – Comportamento do Coeficiente de Variação de um artigo segundo Análise XYZ.(Wong, 2015)

Segundo Scholz-Reiter et al. (2012) é possível classificar os artigos segundo as flutuações da procura da seguinte forma:

- **Classificação X:** Consumo constante, as flutuações são raras:  $C_v < 0.5$ ;
- **Classificação Y:** Fortes flutuações no consumo, geralmente devido a tendências e sazonalidades:  $0.5 \leq C_v \leq 1$ ;
- **Classificação Z:** Padrão de consumo completamente irregular:  $C_v > 1$ .

### 2.3. Análise ABC vs Análise XYZ

Com a combinação destas duas análises já apresentadas, Análise ABC e Análise XYZ, na Tabela 2.1 é possível obter uma visão geral sobre a procura que um determinado artigo tem, assim como a sua importância na organização.

Por outro lado, esta combinação ajuda a obter um ponto de equilíbrio entre níveis ótimos de inventários e um nível de serviço alto (Romão, 2014).

Além do mais, os critérios referidos acima nas duas análises podem ser ajustados conforme a realidade das empresas e as suas estratégias definidas como se apresentará no capítulo 3.

**Tabela 2.1.** – Combinações das Classificações pela Análises ABC e Análise XYZ.

		<b>Análise XYZ</b>		
		<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Análise ABC</b>	<b>A</b>	AX	AY	AZ
	<b>B</b>	BX	BY	BZ
	<b>C</b>	CX	CY	CY

Concluindo, através da Análise ABC, a empresa obtém informação acerca da importância de um determinado artigo, enquanto que com a Análise XYZ obtém informação do grau de ciclicidade do consumo.

## 2.4. Categorização da Procura

Além da classificação dos artigos no que diz respeito ao seu valor (Análise ABC) e à sua ciclicidade (Análise XYZ), torna-se necessário clarificar o comportamento quanto à sua procura.

Neste subcapítulo, pretende-se estudar o comportamento dos consumos até ao momento e estimar qual o melhor modelo a aplicar no que toca à Gestão de *Stocks* tendo em conta o tipo de procura que o artigo apresenta (Santos, 2014).

Nestes termos, pretende-se neste ponto classificar a procura de acordo com a sua variabilidade ao longo do ano (Celebi, 2008), onde pode-se identificar 4 tipos de procura: Constante, com Tendência, Sazonal e Irregular.

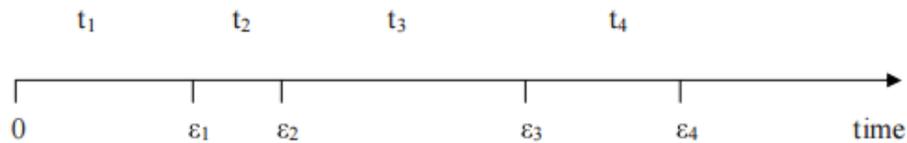
Por sua vez, para classificar os artigos, Cavalieri et al. (2008) sugere que a Categorização da Procura pode ser dividida da seguinte forma: Contínua, Errática, Intermitente e Irregular.

Já o modelo proposto por Syntetos (Syntetos, Keyes, & Babai, 2009), a Categorização da Procura é determinada pelo estudo dos movimentos dos artigos, segundo duas variáveis consideradas independentes: o Intervalo Entre Consumos (IEC, ou do inglês *AID - Average Interval Demand*) e a Variabilidade da Procura.

A Variabilidade da Procura, é determinada através do quadrado da relação entre o Desvio Padrão ( $\sigma$ ) e a Média da Procura ( $\mu$ ), ou seja, o Coeficiente de Variância ao quadrado, como indicado na Eq. 2.2:

$$\text{Variabilidade} = (C_v)^2 = \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \quad \text{Eq. (2.2)}$$

Na maioria dos casos o consumo de artigos reflete-se em intervalos intermitentes ou irregulares e com quantidades muito variáveis, como demonstra a Figura 2.3.



**Figura 2.3** – Exemplo do consumo intermitente de um artigo. (Callegaro, 2010).

O Intervalo Entre Consumos (IEC) é medido em unidades de tempo e corresponde à média do intervalo de tempo ( $t_i$ ) entre dois consumos sucessivos ( $\epsilon_i$ ) do mesmo material, onde  $n$  é o número de períodos da procura diferente de zero, como mostra a Eq. 2.3.

$$IEC = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad \text{Eq (2.3)}$$

Note-se, que a Variabilidade da Procura, não fornece a dimensão da procura. O que interessa analisar é a previsibilidade da dimensão dos consumos e não a sua dimensão.

Este coeficiente depende diretamente da proporção entre o Desvio Padrão ( $\sigma$ ) e a Procura ( $\mu$ ), em que quanto maior for este coeficiente, maior é a imprevisibilidade da dimensão da mesma.

Para classificar os artigos, Cavalieri et al. (2008) sugere que a Categorização da Procura seja dividida da seguinte forma:

- **Contínua** (Smooth Demand) - Procura com Intervalos Entre Consumos abaixo de 1,32 semanas e com uma Variabilidade da dimensão da procura abaixo de 0,49. Caracteriza-se, por ser constante ao longo do tempo, ou seja, consumida com regularidade e com uma baixa variação da dimensão da procura.
- **Errática** (Erratic) - Procura com Intervalos Entre Consumos abaixo de 1,32 semanas, mas com uma Variabilidade da dimensão da procura acima de 0,49. É uma procura que não deixa de ser constante ao longo do tempo, contudo, varia muito o seu tamanho.

- **Intermitente** (Intermittent) - Tempo médio entre consumo é bastante elevado, embora, quando procurada, a variação da dimensão da procura é pequena. O seu Intervalo Entre Consumos é superior a 1,32 semanas, com a Variabilidade da dimensão da procura abaixo de 0,49.
- **Irregular** (Lumpy) - É a procura mais complicada de se ter em armazém, pois tanto o Intervalo Entre Consumos como a Variabilidade é muito grande.

De forma a obter-se uma melhor perceção entre as várias Categorias, na Figura 2.4, está esquematizado um resumo das mesmas.

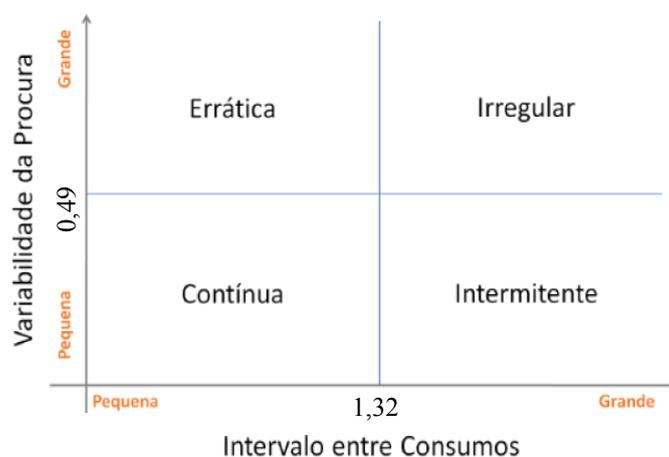


Figura 2.4 – Modelo de Categorização da Procura (Syntetos, 2005).

O objetivo desta nova classificação, é ajudar a determinar quais são os modelos de previsão mais adequados para cada tipo de procura que se venha a verificar, assim como o modelo de Gestão de *Stocks* no que refere ao tipo de aprovisionamento, onde o sucesso não depende do volume de saída mas sim do padrão da procura (Syntetos, 2005).

## 2.5. Modelos de Gestão de Stocks

Através dos Modelos de Gestão de *Stocks*, pode-se controlar o nível de *stock* de forma a prevenir ruturas e definir encomendas, com o objetivo de minimizar os custos e os riscos para as empresas. Para tal, é necessário uma grande coordenação entre as compras e a procura prevista pelos Métodos de Previsão em análise no subcapítulo 2.6.

Atualmente, nas organizações empresariais, as principais políticas usadas na Gestão de *Stocks*, são a Revisão Contínua (RC) e Revisão Periódica (RP), onde os parâmetros utilizados nestas políticas são os seguintes:

- **Lead Time (LT)** – Tempo de entrega do material pelo fornecedor;
- **Ponto de Encomenda (PE)** – atingindo o valor definido, deve-se proceder à colocação de encomenda;
- **Quantidade Ótima de Encomenda (QOE)** – quantidade ótima de encomenda a colocar ao fornecedor;
- **Stock Máximo (S)** – quantidade máxima que se pode ter de acordo com parâmetros estabelecidos;
- **Stock Mínimo (s)** – quantidade mínima que deve existir de acordo com parâmetros estabelecidos;
- **Stock Segurança (SS)** - *stock* que permite lidar com eventuais imprevistos;
- **Ciclo de Revisão do Nível de Stock (T)** – tempo fixo de revisão do nível de *stock*.

Na Figura 2.5, está esquematizado o funcionamento geral do Modelo de Gestão de Stocks.

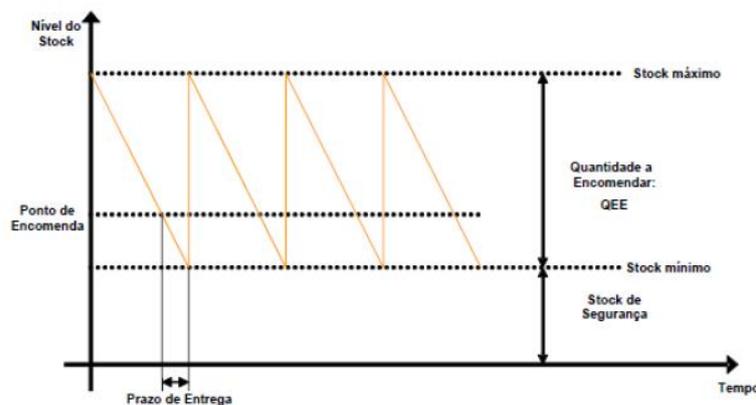


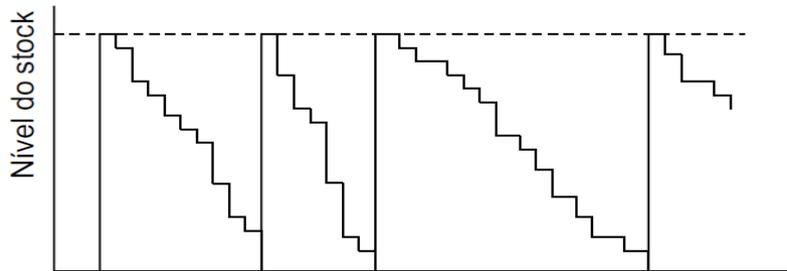
Figura 2.5 – Modelo de Gestão de Stocks (Santos, 2011).

### 2.5.1. Método de Revisão Contínua

O princípio do método de Revisão Contínua (RC) consiste na colocação de uma quantidade (QOE) fixa, quando o artigo em *stock* atinge o nível do Ponto de Encomenda (PE), onde o tempo de colocação de encomendas varia consoante a flutuação do consumo.

Este método, como indica o nome, requer uma monitorização contínua e constante dos níveis de *stock*. Isto porquê? Pode dar-se o caso em que um artigo tenha consumos incertos (como representado na Figura 2.6), devido a fatores do mercado ou outros

o que pode levar a excesso ou escassez de *stock* e por consequente problemas de aprovisionamento.



**Figura 2.6** – Método Revisão Contínua (Silva, 2013).

Por outro lado, caso não seja efetuada uma encomenda assim que é atingido o nível do Ponto de Encomenda, a probabilidade de existir rutura de *stock* aumenta. Assim, o PE depende do *Lead Time* (LT) do fornecedor e do consumo que o artigo poderá ter desde a colocação da encomenda até a sua receção.

Para este método o Ponto de Encomenda é determinado de acordo com a Eq 2.4:

$$PE = (\mu * LT) + SS \quad \text{Eq. (2.4)}$$

em que  $\mu$  é a Média do Consumo e **SS** o *Stock* Segurança.

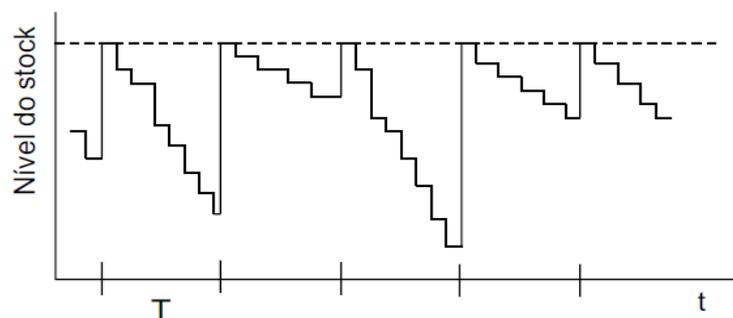
O *Stock* de Segurança (SS) é determinado pela Eq. 2.5:

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{LT} \quad \text{Eq. (2.5)}$$

onde **Z** é a constante para o Nível de Serviço pretendido e  $\sigma$  o Desvio Padrão.

### 2.5.2. Método de Revisão Periódica

As diferenças deste método relativamente ao método anterior (RC), prende-se com o facto de este introduzir um Ciclo Fixo de revisão do nível de *stock* (T), sendo que este ciclo apresenta-se como contínuo e as quantidades a encomendar (Q) como variáveis, como representado na Figura 2.7.



**Figura 2.7** – Método de Revisão Periódica (Silva, 2013).

Neste método, requer-se que o *stock* seja revisto com uma frequência, sendo que tal revisão se pode traduzir em semanas ou pelo menos uma vez no mês.

Contudo, é necessário cuidados, pois devido à procura que se possa registar em alguns artigos, este modelo de RP pode acarretar eventuais riscos, dependendo do ciclo de revisão estabelecido, uma vez que quanto maior o ciclo, maior o risco.

Para clarificar melhor este método, Silva (2013) sugere o seguinte exemplo, como exemplificado na Figura 2.8:

“A encomenda A, é colocada no instante A1 e recebida no instante A2. Essa encomenda terá de satisfazer a procura até que a encomenda seguinte (B) seja recebida, i.e., até ao instante B2. Assim, o nível de *stock* M terá de satisfazer a procura entre os instantes A1 e B2, ou seja  $(T + LT)$ .”

Assim, para determinar M, utiliza-se a Eq. 2.6:

$$M = (\mu * (LT + T)) + SS \quad \text{Eq. (2.6)}$$

onde **T** é o Ciclo fixo de revisão.

Por seu turno, o *Stock* de Segurança (SS) é determinado pela Eq. 2.7:

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{LT + T} \quad \text{Eq. (2.7)}$$

Determinadas as variáveis mencionadas nas Eq. 2.6 e Eq. 2.7, as Quantidades a encomendar (Q) são obtidas de acordo com a Eq. 2.8:

$$Q = M - \text{Stock disponível no instante da colocação da encomenda} \quad \text{Eq. (2.8)}$$

### 2.5.3. Stock de Segurança

O *Stock* de Segurança (SS) é utilizado nas organizações empresariais como uma proteção contra eventuais imprevistos que possam ocorrer, designadamente, atrasos nos prazos de entrega, problemas na qualidade e incertezas na procura. Esta por norma, é estimada através de métodos de previsão, aos quais está sempre associado um erro de previsão.

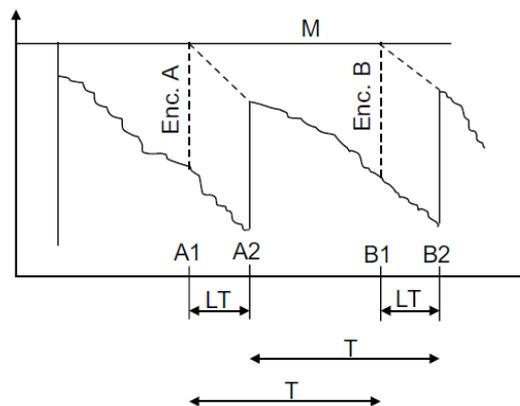


Figura 2.8 – Exemplo de lançamento de encomendas (Silva, 2013).

Todavia, é necessário ter atenção aos níveis de *Stock* de Segurança devido aos custos associados. Pois, SS elevados têm custos elevados e SS reduzidos podem originar rutura e conseqüentemente paragem da produção e/ou insatisfação do cliente por incumprimento das entregas planeadas.

Segundo Silva (2013), “Os custos de rutura são difíceis de obter. Por isso os *stocks* de segurança são dimensionados através da especificação de um nível de serviço que expressa o custo de rutura implicitamente”.

Como anteriormente referido, nos métodos de Revisão Contínua e Revisão Periódica, as equações do *Stock* de Segurança, recorrem ao coeficiente do Nível de Serviço (Z) pretendido. Este coeficiente é determinado com recurso à Tabela de Fatores de Segurança para uma Distribuição Normal (no ANEXO A).

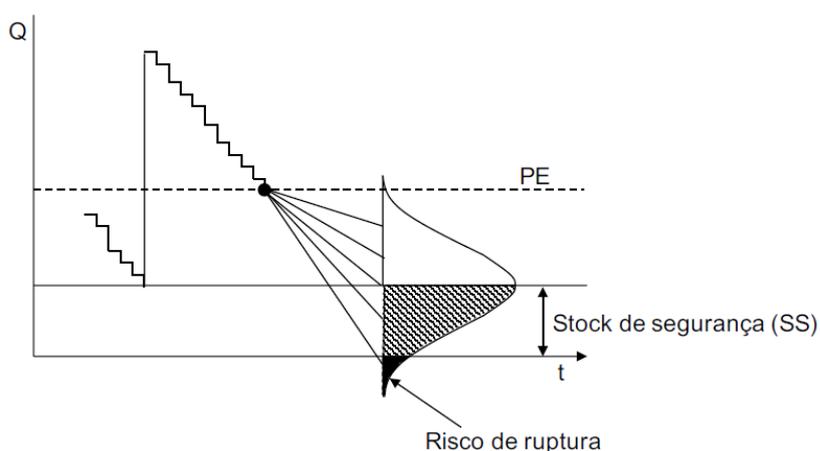


Figura 2.9 – *Stock* de Segurança (Silva, 2013)

Em suma, o Método de Revisão Contínua caracteriza-se por um intervalo entre encomendas que é variável e quantidades de encomendas constantes. Já o Método de Revisão Periódica é o oposto, os intervalos entre encomendas são constantes e as quantidades são variáveis.

## 2.6. Modelos de Previsão

Na literatura, os Modelos de Previsão podem ser classificados como Modelos Qualitativos ou Modelos Quantitativos.

Este tema a dissertar, vai-se centrar nos Modelos Quantitativos, onde se focará na análise de series temporais. Estas recorrem a expressões matemáticas ou modelos para mostrar as relações entre a procura e uma ou várias variáveis independentes.

Os Modelos de Previsão, como o nome indica, são utilizados para prever ocorrências futuras e/ou a dimensão da procura.

Mas, prever o futuro é difícil. Já o Imperador Romano, Octávio Augusto (63 AC – 14 DC) afirmava que “basta reflectir uns instantes para perceber que é impossível (mesmo com a ajuda dos mais ilustres adivinhos e matemáticos) prever o que vai acontecer”.

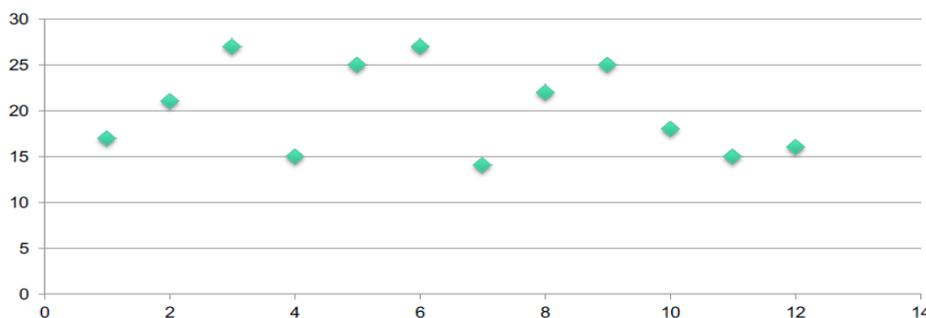
Segundo Silva (2013), “a necessidade de prever está intimamente associada à necessidade de planear e, conseqüentemente, à necessidade de trabalhar hoje sobre atividades que só ocorrerão no futuro”.

Com os Modelo de Previsão, pretende-se essencialmente, determinar os cenários de incerteza, reduzir os resultados possíveis, minimizar os riscos de falhas e prever a procura futura.

### 2.6.1. Amortecimento Exponencial Simples

O modelo de Amortecimento Exponencial Simples (AES) é um dos modelos que se integra no vasto conjunto de Modelos de Previsão, sendo este um dos mais simples de utilizar.

O AES não considera series que apresentem Tendência ou Sazonalidade. Este modelo caracteriza-se por se aplicar em series localmente estacionárias e pondera todos os seus valores com pesos, sendo que fá-lo sucessivamente à medida que se afastam do valor mais recente. A Figura 2.10, é exemplo de uma serie onde se aplica o AES.



**Figura 2.10** – Exemplo de uma serie sem Tendência – Aplicação do Modelo Amortecimento Exponencial Simples (Silva, 2013).

Para determinar as previsões através deste modelo, utilizam-se as seguintes Eq's 2.9 e 2.10:

$$P_{t+1} = \alpha * Z_t + (1 - \alpha) * P_t \quad \text{Eq. (2.9)}$$

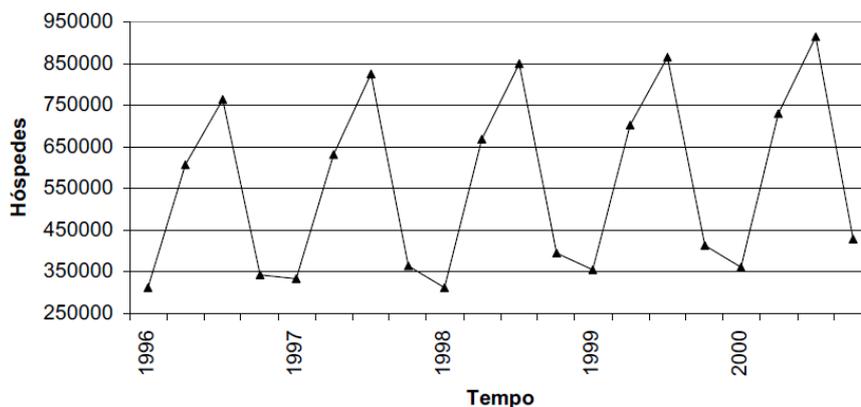
$$P_1 = Z_1 \quad \text{Eq. (2.10)}$$

onde  $P_t$  é a previsão mais recente,  $Z_t$  é o valor real mais recente e  $\alpha$  constante de amortecimento.

A constante de amortecimento ( $\alpha$ ) está restringido ao intervalo [0:1]. Para um  $\alpha$  elevado o amortecimento é quase nulo, ao passo que um valor baixo conduz a um amortecimento baixo. O seu valor é determinado de forma a minimizar o Erro Quadrático Médio (EQM).

### 2.6.2. Modelo de Holt-Winters

O Modelo de Holt-Winters, é uma extensão do Amortecimento Exponencial Duplo, ou Método de Holt. Enquanto o Método de Holt aplica-se em series com Tendência linear que não apresentam sazonalidade, o Modelo de Holt-Winters aplica-se a series (Figura 2.11) que apresentem Tendência e Sazonalidade.



**Figura 2.11** – Exemplo: Hospedes nos hotéis do Algarve – Aplicação do Modelo de Holt-Winters (Silva, 2013).

Para este modelo, a Previsão é determinada pela combinação de três equações de amortecimento: uma para o nível ( $n_t$ ), uma para a Tendência ( $b_t$ ) e a uma para a Sazonalidade ( $S_t$ ). Assim, pelas equações apresentadas de seguida determina-se a Previsão para o modelo ora em análise:

$$n_t = \alpha \frac{Z_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha) * (n_{t-1} + b_{t-1}) \quad \text{Eq. (2.11)}$$

$$b_t = \beta * (n_t - n_{t-1}) + (1 - \beta) * b_{t-1} \quad \text{Eq. (2.12)}$$

$$n_t = \gamma \frac{Z_t}{n_t} + (1 - \gamma) * S_{t-s} \quad \text{Eq. (2.13)}$$

$$P_{t+k} = (n_t + b_t * k) * S_{t-s+k} \quad \text{Eq. (2.14)}$$

onde,  $\beta$  é a constante de amortecimento da Tendência ( $\mathbf{bt}$ ),  $\gamma$  a constante de amortecimento da Sazonalidade ( $\mathbf{St}$ ) e  $\mathbf{k}$  é o número de períodos entre o ultimo valor de  $\mathbf{Zt}$  conhecido e o período para qual é realizada a Previsão.

É necessário um ciclo sazonal completo para iniciar este método,

$$n_s = \frac{1}{s} (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_s) \quad \text{Eq. (2.15)}$$

$$b_s = \frac{1}{s} \left( \frac{Z_{s+1} - Z_1}{s} + \frac{Z_{s+2} - Z_2}{s} + \dots + \frac{Z_{s+s} - Z_s}{s} \right) \quad \text{Eq. (2.16)}$$

$$S_1 = \frac{Z_1}{n_s}, S_2 = \frac{Z_2}{n_s}, \dots S_n = \frac{Z_s}{n_s} \quad \text{Eq. (2.17)}$$

Como no modelo AES, as constantes de amortecimento do nível ( $\alpha$ ) da Tendência ( $\beta$ ) e da Sazonalidade ( $\gamma$ ), estão restringidas ao intervalo [0:1], o seu valor é determinado de forma a minimizar o Erro Quadrático Médio (EQM). A determinação deste erro pode ser mais demorada devido ao elevado número de combinações possíveis.

### 2.6.3. Erros de Previsão

Os erros permitem medir com precisão as previsões efetuadas. A sua determinação é importante de modo a verificar se o modelo de previsão escolhido para as series é adequado, verificando se as mesmas seguem padrões de Tendência ou sazonalidade.

O Erro Quadrático Médio (EQM) é o erro de medição da dispersão de erros mais utilizado. Ora, quanto menor for o seu valor, mais estável é o modelo, permitindo desta forma, afinar os parâmetros dos modelos de previsão.

Como referido nos dois subcapítulos anteriores, os coeficientes de amortecimento devem ser determinados em função da minimização do erro.

O Erro Quadrático Médio é determinado pela Eq. 2.18:

$$EQM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_t - P_t)^2 \quad \text{Eq. (2.18)}$$

### 3. CLASSIFICAÇÃO DE ARTIGOS

Neste capítulo, serão descritos todos os desenvolvimentos relativos à classificação dos artigos, segundo a Análise ABC e Análise XYZ e o modelo de Categorização da Procura de Syntetos.

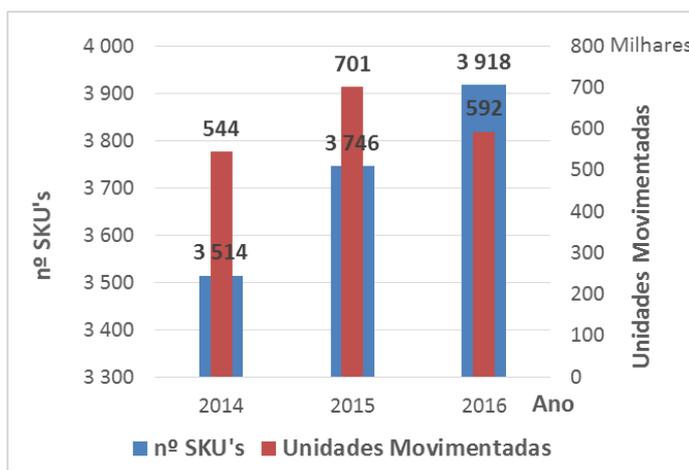
Numa fase inicial, proceder-se-á à triagem dos artigos, focalizando o estudo nos artigos mais importantes. De seguida, serão implementadas as análises de classificação e posteriormente o modelo de categorização.

Por fim, será realizada uma análise dos resultados obtidos após aplicação dos modelos de classificação.

#### 3.1. Recolha e Triagem de Dados

Recorrendo ao Sistema *Vantage*, fez-se o levantamento dos artigos de compra desde que há o seu registo em sistema. De modo a simplificar esta análise socorreu-se a um ficheiro que é elaborado em base semanal, onde consta os dados de consumo e os custos associados a cada artigo nas últimas 52 semanas.

Na Figura 3.1, pode-se visualizar a evolução das unidades movimentadas e o número de *SKU's* desde 2014 até a semana W34 (26/08/2016). É notável que até à data atual (W34), em comparação com o ano 2015, houve um aumento de 5% de novos *SKU's* e em termos de unidades movimentadas o correspondente a 85%, sendo espectável ultrapassar o valor de 2015. No Anexo B, é possível observar com maior detalhe os consumos por semana desde 2014.



**Figura 3.1** - Gráfico de barras - Unidades movimentadas vs nº de *SKU's* desde 2014.

Após o primeiro levantamento de dados efetuou-se uma triagem dividida pelas fases expostas no subcapítulo 3.1.1. Através da triagem pretende-se centrar a atenção e

aplicar a Análise ABC, Análise XYZ e a Classificação de Syntetos nos *SKU's* movimentados nas últimas 52 semanas.

Estudou-se a hipótese de utilizar a classificação sobre a Criticidade do *SKU*, Análise VED (Vital, Essencial e Desejável) que tem em consideração o custo de rutura.

Concluiu-se que esta análise é muito complexa de implementar nesta área em estudo, uma vez que um determinado *SKU* pode ser utilizado em diversos produtos finais produzidos na Tridec PT o que por sua vez dificultaria o cálculo do custo de rutura.

A análise VED é a mais pertinente para as áreas da manutenção ou numa superfície comercial.

### 3.1.1. Triagem

Como referido acima, a Triagem consiste em identificar os *SKU's* que se devem ter em consideração e quais devem ser excluídos das próximas análises. Esta encontra-se dividida em 4 fases.

Recorrendo ao levantamento dos dados da semana W34, existem 3918 artigos com referência de compra (*Purchase*). Assim, na primeira fase foram excluídos os *SKU's*, dos quais não há registo de movimentos nas últimas 52 semanas. Nesta fase, foram desconsiderados 2.292 *SKU's*.

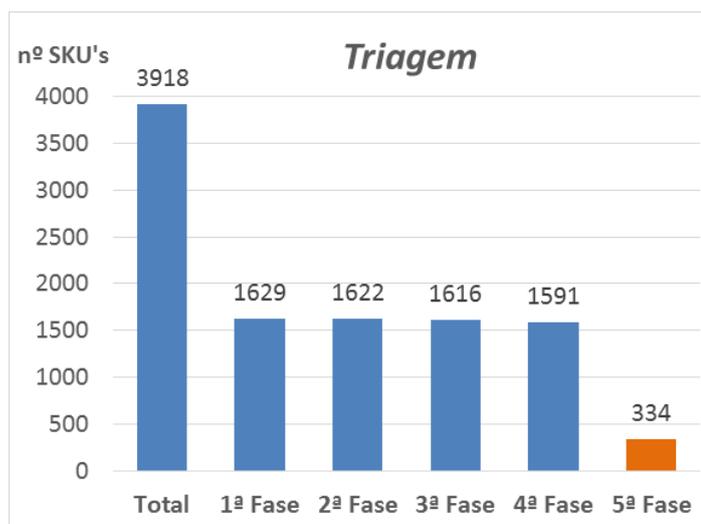


Figura 3.2 – Representação Gráfica - Triagem de *SKU's* por fases.

Na segunda fase, removeram-se os artigos referentes a material de apoio logístico, com referências iniciadas por 410xxx. Nestas condições excluiu-se 7 *SKU's*.

De seguida, excluíram-se os artigos (Sistemas Completos) adquiridos à Tridec BV e que se destinam ao Cliente PT. Foram encontrados 6 *SKU's* nesta condição. Por fim, na quarta fase, retiraram-se os artigos que foram movimentados exclusivamente nas semanas de inventário (acertos de *Stock*). Nestas condições removeram-se 25 *SKU's*.

De notar que, na fase inicial deste projeto, estudou-se a hipótese de remover os artigos provenientes do corte de chapa a laser ou plasma. Nestas condições seriam removidos

1.257 *SKU*'s. Esta hipótese foi, contudo, desconsiderada visto que estes artigos correspondem a 20% do valor das compras, e como tal, devem ser também considerados nas análises seguintes.

Concluindo, após as 4 fases de Triagem, serão analisados 1591 artigos, correspondente a 40% dos artigos iniciais. Em termos de custos, os artigos excluídos representam aproximadamente 3% dos custos totais, correspondente a 167 400€.

### 3.2. Análise ABC

Embora, atualmente, já seja aplicada a Análise ABC e Análise XYZ na elaboração do ficheiro semanal, entendeu-se necessário reformular aquelas pelas seguintes razões:

- Ficheiro atual contempla todos os artigos de compras e determina a classificação dos artigos movimentados nas últimas 52 semanas (1ª Fase).
- Centrar atenção nos artigos essenciais após as várias fases de Triagem.

Para a realização da análise atual recorreu-se, aos custos associados aos consumos nas últimas 52 semanas. Para uma nova análise, serão desconsideradas as semanas em que a Tridec encerra para férias e a semana dos inventários.

Posto isto, será feita uma análise comparativa ao modelo de classificação ABC atual e ao seu novo modelo para os artigos 1591 sobreviventes à Triagem.

Na Tabela 3.1 são apresentados os dados da classificação atual dos artigos. É notável que, em termos de critérios definidos pela % dos custos (60/30/10), os mesmos não se encontram distribuídos de igual modo ao modelo proposto pelo Princípio de *Pareto* (80/15/5). O mesmo se sucede quanto à % de artigos (3/9/88), que é longínqua da sugerida (20/30/50).

Torna-se visível, que esta classificação não é totalmente correta, visto que, 2,64% dos artigos classificados como **A** correspondem a 60% dos custos; 9,30% dos artigos classificados como **B** correspondem a 30% dos custos e os restantes 88,06% dos artigos classificados como **C**, representam 10% dos custos.

Por outro lado, os resultados apresentados por esta classificação estão influenciados pelo consumo dos 1629 artigos (1ª Fase).

**Tabela 3.1.** – Representação atual da Classificação Análise ABC.

Classe	nº SKU's	% SKU's	% Custos
<b>A</b>	42	2,64%	60,00%
<b>B</b>	148	9,30%	30,00%
<b>C</b>	1 401	88,06%	10,00%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Por outro lado, os resultados apresentados por esta classificação estão influenciados pelo consumo dos 1629 artigos (1ª Fase).

Na nova análise e na perspetiva de aplicar o Princípio de *Pareto* aos 1591 artigos, será analisado os consumos das últimas 49 semanas (desconsideradas as duas semanas de encerramento para férias e semana de Inventário).

Assim, testou-se os parâmetros definidos pelo Princípio, quer em termos de % por artigos (20/30/50), quer em termos de % pelos custos (80/20/10), o que como é visível na Tabela 3.2, resultou numa grande disparidade entre os valores, sendo impossível aplicar estes critérios.

**Tabela 3.2.** – Teste de aplicação do Princípio de *Pareto*: Critérios da % de Artigos à Esquerda e Critério da % de Custos à Direita.

Princípio <i>Pareto</i>		
Classe	% SKU	% custos
<b>A</b>	<b>20%</b>	95,18%
<b>B</b>	<b>30%</b>	4,26%
<b>C</b>	<b>50%</b>	0,36%

Princípio <i>Pareto</i>		
Classe	% SKU	% custos
<b>A</b>	6,15%	<b>80%</b>
<b>B</b>	13,32%	<b>15%</b>
<b>C</b>	80,53%	<b>5%</b>

Como indicado no subcapítulo 2.1, os estudiosos discordam dos critérios apresentados pelo Princípio de *Pareto* uma vez que, os referidos critérios podem ser ajustados conforme a realidade da empresa. Nesta perspetiva, precedeu-se à realização de um estudo (disponível no Anexo C), onde será apresentado de seguida novos critérios de classificação.

Assim, determinou-se um ponto de equilíbrio entre a % de artigos e % dos custos de modo a que:

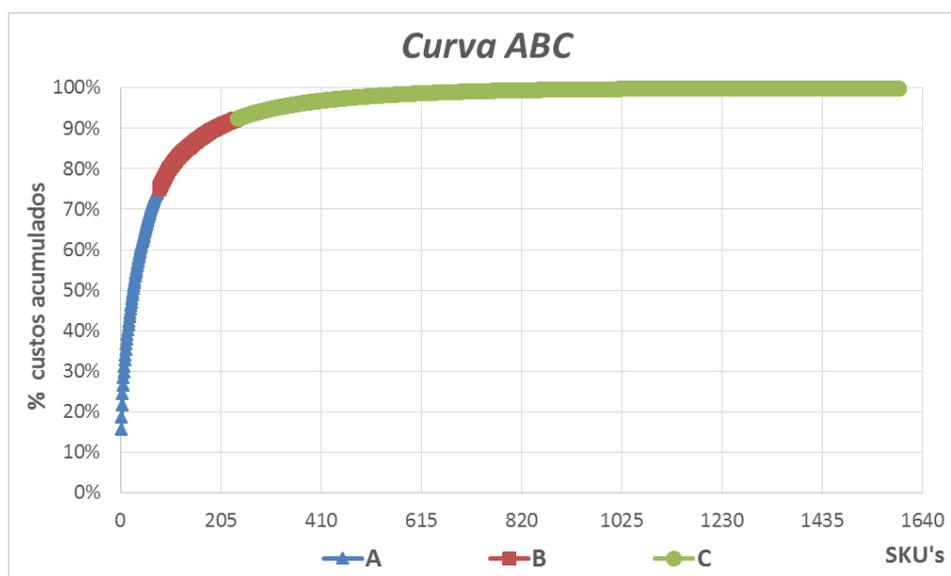
- na Classificação **A**, os custos não ultrapassassem os 75% e a % de artigos ronda-se os 5%
- na Classificação **B**, os custos não ultrapassassem os 17,50% e os artigos ronda-se dos 10%.

Ou seja, de um modo geral, a % de artigos não ultrapassa os 15%, como demonstra a Tabela 3.3.

**Tabela 3.3.** – Representação dos novos critérios da Classificação Análise ABC.

		Nova Classificação			Total
		A	B	C	
Classificação Atual	A	42	0	0	42
	B	35	113	0	148
	C	0	48	1 353	1 401
	Total	77	161	1 353	1 591

No gráfico da Figura 3.3, está esquematizada a Curva ABC, pelos novos critérios.



**Figura 3.3** – Representação da Curva ABC pela nova análise.

Como era de esperar, com a atribuição dos novos critérios de classificação, os resultados não diferem dos anteriores. A classificação **A**, representa agora 4,84% dos artigos, a classificação **B**, passa a ser representada por 10,12% dos artigos e por fim, a classificação **C**, passou de 88,06% para 85,04% dos artigos.

Comparando as duas classificações, regista-se uma alteração dos critérios nalguns artigos, visto que, transitam de classificação. Desse modo, 26% dos artigos classificados como **B** transitam para classe **A** e 3% dos artigos classificados como **C** passam para a classe **B**.

Visível se torna, que a classificação anterior, não era totalmente ajustada e havia a necessidade de implementar na mesma, critérios mais equilibrados.

Por outro lado, e neste caso em específico, é expectante que grande parte dos custos sejam representados por uma quantidade reduzida de artigos, devido ao facto destes apresentarem características específicas que os torna mais dispendiosos.

### 3.3. Análise XYZ

A Análise XYZ, é uma mais-valia para a classificação dos *SKU's*. Como enunciado no subcapítulo 2.2, esta análise classifica os artigos de acordo com a sua ciclicidade.

Nesta esteira, após as várias fases de Triagem, os custos totais alteraram-se e como consequência, alterou-se a classificação ABC. Da mesma forma, ao retirar as semanas de férias e a de inventário, perspectiva-se que a ciclicidade se altere e como consequência a classificação XYZ também.

Deste modo, testou-se a aplicação dos critérios sugeridos por Scholz-Reiter et al (2012), e os critérios atualmente aplicados pela Tridec. Na Tabela 3.4, pode-se comparar os resultados desse teste. Observa-se que a aplicação dos critérios segundo Scholz-Reiter et al, podem ser desajustados pela simples razão de que a classificação que faz dos artigos, leva a que mais de 90 % dos mesmos sejam classificados como **Z**, o que não é propositado. Assim, seguiu-se os critérios adotados atualmente pela Tridec.

**Tabela 3.4.** – Comparação entre os resultados dos Critérios sugeridos por Scholz-Reiter et al e os adotados atualmente pela Tridec.

Critérios por Scholz-Reiter et al				Critérios Atuais			
Classe	Cv	nº SKU	% SKU	Classe	Cv	nº SKU	% SKU
X	< 0,5	20	1,26%	X	< 0,9	104	6,54%
Y	< 1	117	7,35%	Y	< 1,5	120	7,54%
Z	> 1	1 454	91,39%	Z	> 1,5	1 367	85,92%
<b>Total</b>		<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>Total</b>		<b>1 591</b>	<b>100%</b>

Seguindo os critérios definidos pela Tridec, na Tabela 3.5 pode-se comparar as diferenças das classificações do modelo atual para o novo modelo de classificação.

Analisando os dados, verifica-se que da Classificação **X** transitaram 78.5% dos artigos para a Classificação **Z**.

Pela Tabela 3.6, é notável que esta transição de Classificação **X** para Classificação **Z** ocorre sobretudo, nos artigos com Classificação **C**.

**Tabela 3.5.** – Comparação das Classificação XYZ pela análise atual.

		Nova Classificação			Total
		X	Y	Z	
Classificação Atual	X	94	25	363	<b>482</b>
	Y	10	74	42	<b>126</b>
	Z	0	21	962	<b>983</b>
	Total	<b>104</b>	<b>120</b>	<b>1 367</b>	<b>1 591</b>

Por outro lado, é visível um aumento de 66,66% nos artigos classificados como **AX**, face número anterior.

De frisar, que é na classificação **C**, onde existem as maiores mudanças após revisão da Análise XYZ.

**Tabela 3.6.** – Resumo das alterações efetuadas nas análises.

	AX	AY	AZ	BX	BY	BZ	CX	CY	CZ
Atual	18	16	8	50	35	63	414	75	912
Nova	30	30	17	33	45	83	41	45	1267
Diferença	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>-17</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>-373</b>	<b>-30</b>	<b>355</b>

De um modo geral, estes resultados comprovam que a Análise ABC e a Análise XYZ, não eram totalmente ajustadas e justificam a necessidade de se terem efetuado novas classificações através das alterações sugeridas.

### 3.4. Categorização da Procura

Uma vez reestruturadas as Análises ABC e XYZ, torna-se necessário analisar o comportamento dos consumos para cada artigo, e perceber melhor que tipos de movimentos existem e quais as dificuldades com que se depara ao executar o aprovisionamento mais assertivo.

Através do modelo proposto por Syntetos (2005), referido no subcapítulo 2.4, pretende-se catalogar os artigos por tipo de procura e através da categoria atribuída, seleccionar o modelo de previsão mais adequado.

Nos artigos científicos encontrados na literatura, para agregação da categoria optam por agrupar os dados históricos em períodos de um mês na tentativa de facilitar os cálculos. Assim, nesta análise e uma vez que os consumos históricos são fornecidos por

semanas, para uma melhor fiabilidade de análise dos dados, proceder-se-á à análise por semanas de modo a obter maior precisão da categorização.

Com esta categorização, pretende-se avaliar a previsibilidade da procura para cada artigo e com recurso à Variabilidade e ao Intervalo Entre Consumos (IEC), catalogar os artigos segundo um dos quatro tipos: Contínua, Errática, Intermitente e Irregular.

Deste modo, submetendo os mesmos artigos analisados anteriormente, ao modelo de Syntetos pode-se verificar os resultados no gráfico da Figura 3.4.

Analisando o gráfico, é visível que grande parte dos artigos, aproximadamente 61%, apresentam IEC abaixo das 20 semanas e cerca de 19% dos artigos com um IEC superior a 40 semanas.

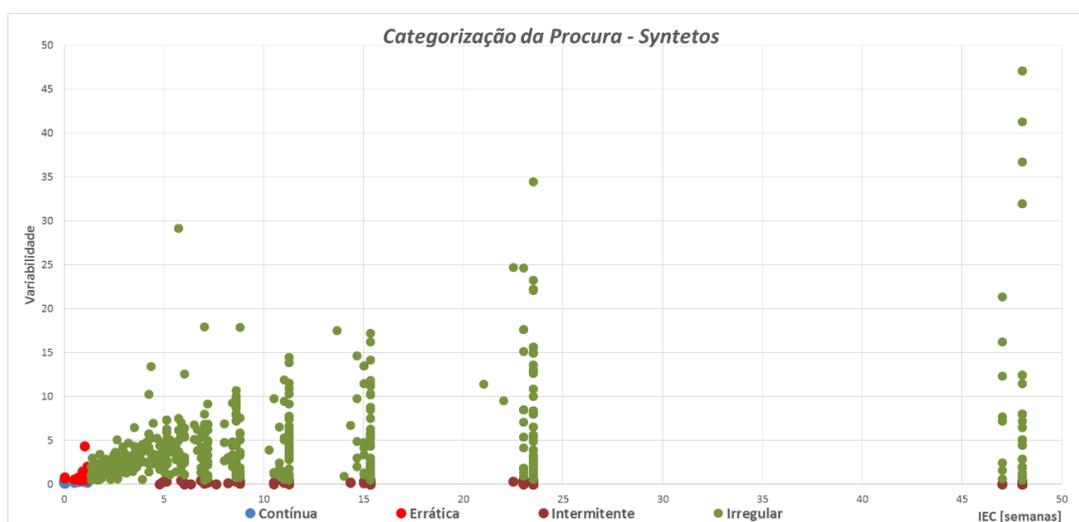


Figura 3.4 – Distribuição dos artigos pelo modelo de Syntetos.

Por outro lado, a grande disparidade entre os valores da Variabilidade e do IEC, atiram as escalas do gráfico para valores um pouco elevados, não permitindo uma visualização graficamente clara dos artigos classificados como **Contínua**, **Errática** e **Intermitente**.

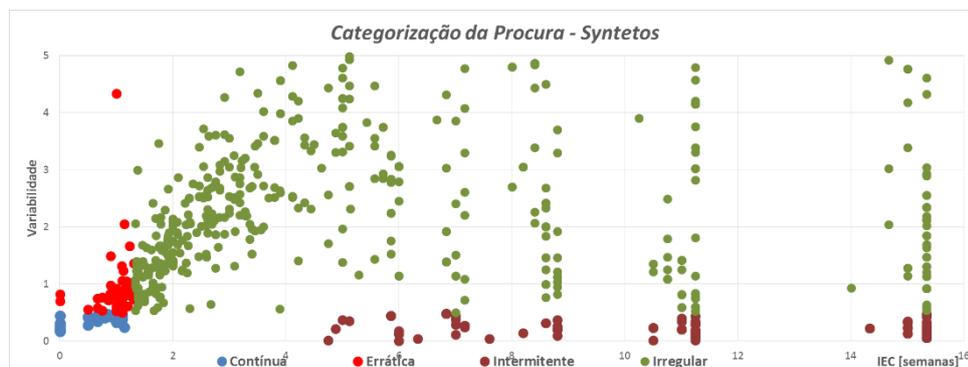


Figura 3.5 – Distribuição dos artigos pelo modelo de Syntetos – zoom de escalas.

Deste modo, efetuou-se *zoom* ao gráfico (Figura 3.5) de modo a que fosse possível visualizar melhor a representação dos artigos com Variabilidade inferior a 5 e IEC inferior a 16 semanas.

Pelos gráficos, é perceptível que a categoria **Irregular** prevalece sobre as restantes.

Concluída a categorização dos 1591 artigos, na tabela 3.7 segue-se a distribuição dos artigos pelos três modelos de classificação.

**Tabela 3.7.** – Distribuição dos artigos pelas três análises.

	AX	AY	AZ	BX	BY	BZ	CX	CY	CZ	Total
Contínua	17	0	0	15	0	0	18	0	0	50
Errática	12	12	1	17	6	0	23	2	0	73
Intermitente	0	0	0	0	0	0	0	0	619	619
Irregular	1	18	16	1	39	83	0	43	648	849
Total	30	30	17	33	45	83	41	45	1267	1591

É evidente que a categoria **Contínua** é exclusiva nos artigos com classificação **X**. Esta categoria está representada por cerca de 3,14% dos artigos. Já a categoria **Intermitente** é exclusiva para os artigos classificados como **CZ** e representa 38,91% dos 1591 artigos.

Por outro lado, a categoria **Irregular**, com exceção da classificação **CX**, está presente nas restantes classificações e é atribuída a 53,36% dos artigos. Por fim, a categoria **Errática**, é atribuída a 4,59% dos artigos.

Como era expectante e devido à grande diversidade de produtos finais produzidos pela Tridec, a categoria **Contínua** e **Errática** representam uma porção significativa do total de artigos, cerca de 7,73 %.

No Anexo D, pode-se constatar que dos 28 artigos aleatoriamente selecionados resulta diferentes resultados consoante cada tipo de classificação adotada. Dito por outras palavras, serve o Anexo D, para demonstrar a aplicação *in concretu* dos modelos de classificação abordados neste capítulo.

Concluída a etapa de classificação de artigos, estão reunidos os fatores essenciais para dar início à segunda fase deste projeto que se prende com a elaboração de um protótipo de previsão de consumo para os meses seguintes.

## 4. GESTÃO DE STOCKS

Neste capítulo, descreve-se o processo de conceção do modelo protótipo de previsão e aprovisionamento de acordo com as classificações obtidas na fase anterior.

Elaborado este modelo de previsão, proceder-se-á a uma análise a fim de averiguar qual será o melhor método de previsão por forma a construir um raciocínio menos falível para a tomada de decisões sem descurar os modelos de aprovisionamento que ditam as quantidades a encomendar e quando encomendar.

O principal objetivo, é escolher a solução que corresponda a um custo mínimo e ponderar os prós e contras que a sua aplicação implica.

### 4.1. Modelos de Previsão

Presentemente, o modelo existente na Tridec para previsão de consumos futuros é o *Forecast*, que tem em consideração a média dos consumos dos últimos doze meses para cada artigo.

O processo que se segue neste modelo, passa pela simulação de um possível aumento de consumo entre 10% a 50% sobre a média do artigo, seguindo-se a correspondente análise de desenvolvimento do *stock* que irá permitir calcular o nível de encomendadas fixas para os próximos três meses e deixar de sobreaviso as possíveis encomendas para os dois meses seguintes. Este modelo, é aplicado sobretudo aos artigos provenientes do norte de Europa e China.

Este modelo assume, que o consumo é sempre constante e não tem em consideração a flutuação da procura no passado o que por sua vez, pode levar a excesso ou escassez de *stock*.

Recorrendo aos Modelos de Previsão estudados no subcapítulo 2.6 e ao modelo *Forecast* atual da Tridec, procedeu-se à elaboração do modelo de previsão para o futuro e dimensionar a previsão para os próximos três meses.

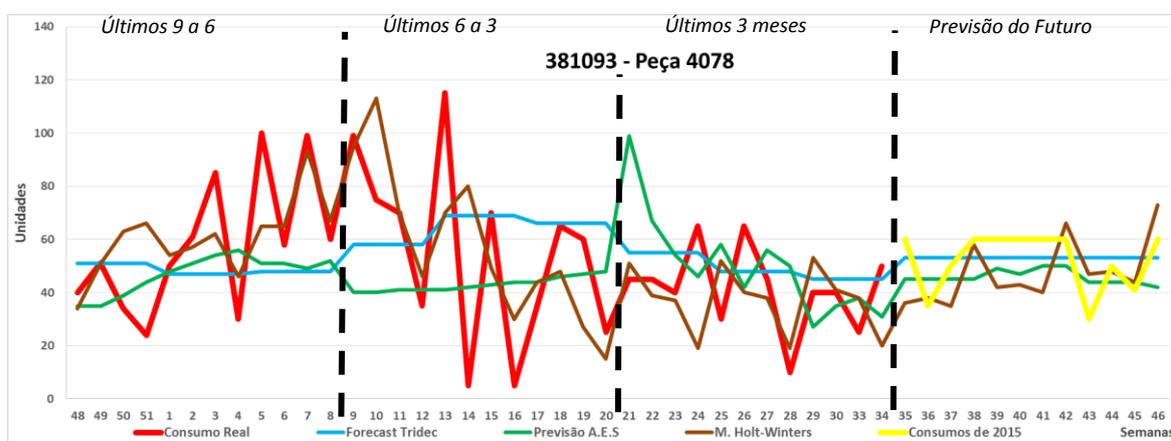
Como referido no enquadramento teórico, os modelos de previsão, à exceção do *Forecast* da Tridec, recorrem a coeficientes de amortecimento para determinar uma previsão mais fiável, sendo que os mesmos recorrem à minimização do Erro Quadrático Médio.

Contudo, ao equacionar as previsões para o futuro com recurso aos três modelos de previsão: Amortecimento Exponencial Simples, Modelo de Holt-Winters ou *Forecast Tridec*, surge a dúvida de qual dos modelos é o mais apropriado para se seguir.

Tendo em conta o fator de incerteza de qual o método mais correto, proceder-se-á à previsão do passado pelos três métodos para depois contrapor as previsões dos métodos, com os consumos reais ocorridos.

Desta forma, é possível visionar qual dos modelos se aproximou mais dos consumos reais, sendo que será esse modelo a seguir no que diz respeito às previsões de consumo futuras.

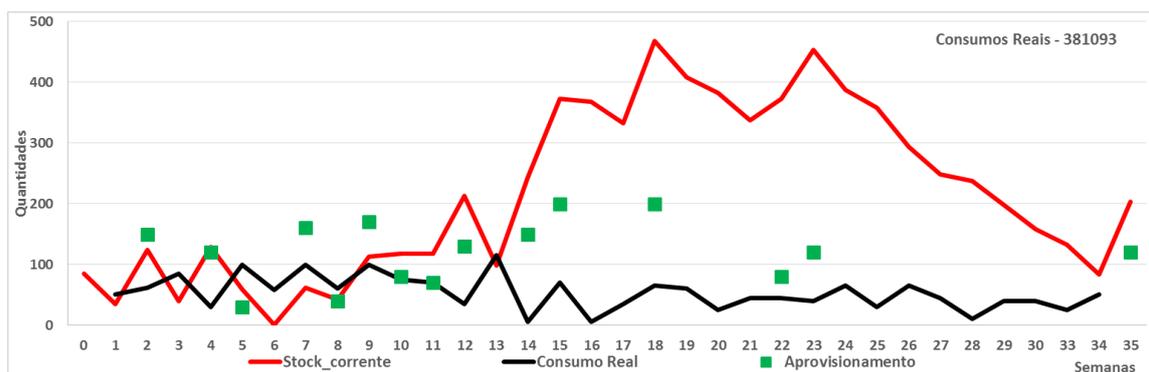
No gráfico infra, (Figura 4.1) surge representado a comparação dos modelos de previsão. Como se pode constatar, a previsão de cada intervalo baseou-se nos consumos do intervalo, imediatamente, anterior. Evidente também se torna, que a previsão para os próximos três meses é determinada tendo em consideração o intervalo dos últimos três meses anteriores, isto tendo em conta os modelos AES e Holt-Winters. Por sua vez, o modelo *Forecast* da Tridec adota uma revisão com intervalos mensais.



**Figura 4.1** – Representação dos modelos de previsão, aplicado ao SKU 381093.

Desta análise gráfica e para o SKU 381093, classificado como **AX** e categoria **Contínua**, conclui-se que o Modelo de Holt-Winters é o que mais se adequa a prever os consumos futuros, visto que foi o modelo que mais se aproximou do consumo real.

Na Figura 4.2, pode-se verificar os movimentos efetivos do SKU 381093, desde o início do ano até à semana W34. Contata-se que, salvo a ligeira quebra do consumo a partir da semana W14 e com as encomendas colocadas, o volume de *stock* atingiu picos elevados até a semana W26. Para este SKU em específico, este excesso de *stock* não deve acontecer, uma vez que possui um custo unitário elevado.



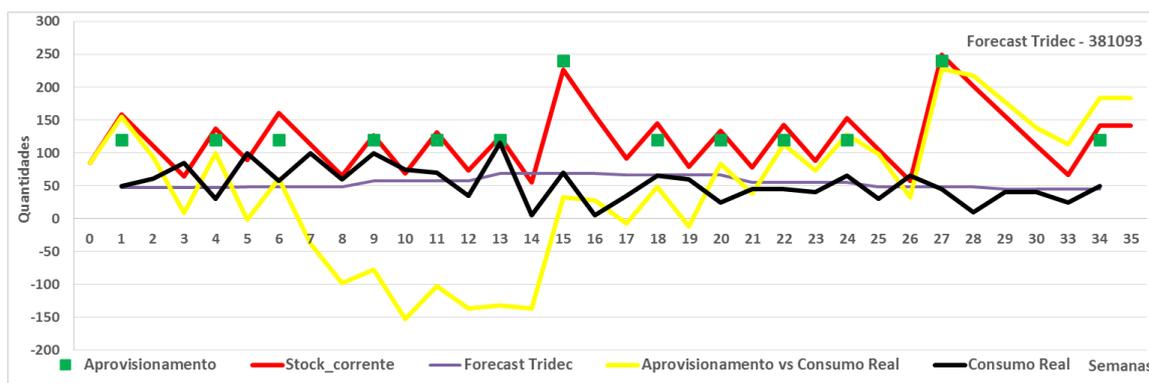
**Figura 4.2** – Movimentos efetivos do *stock* corrente do SKU 381093 desde início de 2016.

Deste modo e uma vez estimadas as previsões do passado, testou-se a aderência do método de Revisão Contínua no que diz respeito aos aprovisionamentos até a semana W35 e contrapôs-se o que aconteceria ao *stock* com os consumos reais.

Procedeu-se a uma simulação teórica ao que se sucedia se, seguissemos os modelos de previsão desde o início do ano para as previsões estimadas.

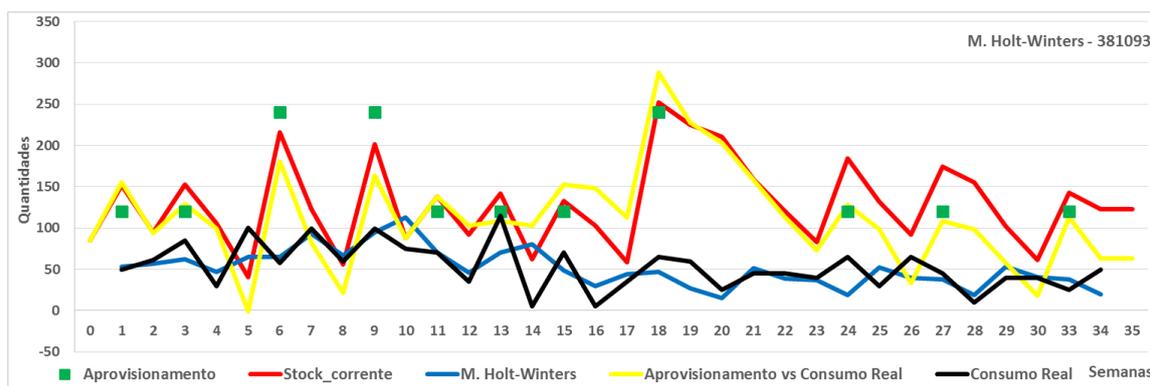
Descrevendo o gráfico da Figura 4.3, onde figura o modelo *Forecast* Tridec, com consumos pouco variáveis devido à sua revisão mensal, permite um *stock* equilibrado, mantendo-se abaixo das 300 unidades.

Mas, ao contrapor o *stock* corrente deste modelo com o *stock* corrente pelos consumos reais e seu aprovisionamento (linha amarela), a médio prazo, é suscetível a ocorrência de ruturas de *stock*.



**Figura 4.3** – Simulação da evolução do nível de *stock* pelo modelo de *Forecast* da Tridec.

Por outro lado, apesar de com o modelo de Holt-Winters (Figura 4.4), ocorrerem mais oscilações no *stock* corrente, em contrapartida se tecermos um juízo comparativo, o *stock* corrente, segundo este, com o *stock* corrente pelos consumos reais e aprovisionamento deste, é visível que praticamente se sobrepõe.



**Figura 4.4** – Simulação da evolução do *stock* pelo modelo de Holt-Winters.

Como referido, este teste consistiu numa simulação teórica, uma vez que na prática ao notar-se a possível ocorrência de rutura, a mesma seria reduzida.

#### 4.1.1. Probabilidade Binomial

Na perspetiva de aplicar os modelos de previsão, AES e o Método de Holt-Winters a todos os artigos em análise, verificou-se que os mesmos não são possíveis de aplicar a artigos classificados como **Irregular** ou **Intermitente**, devido à sua irregularidade de consumo.

Da mesma forma, verificou-se que maioria dos artigos classificados como Errática, o Modelo de Holt-Winters não é possível de aplicar.

Desta forma, foi necessário implementar um modelo probabilístico que determine se numa determinada semana, vai haver consumo do artigo.

Assim, recorreu-se à Probabilidade Binomial ou Distribuição Binomial. Esta incide sobre uma distribuição discreta de um número de sucessos numa sequência de  $n$  tentativas, com exclusivamente dois resultados: sucesso ou fracasso. Cada tentativa será independente das demais e a probabilidade de sucesso ( $p$ ) será de 50%.

Através do gráfico da Figura 4.5, é notável que o SKU 558989, com classificação **CZ** e categoria **Intermitente** apresenta consumos reais inconstantes. É também evidente que o modelo AES através da previsão do passado não se ajusta aos consumos reais.

Constata-se que nestes casos, o ideal é seguir o modelo de Probabilidade Binomial, em que a previsão da procura corresponderá à média do seu consumo.

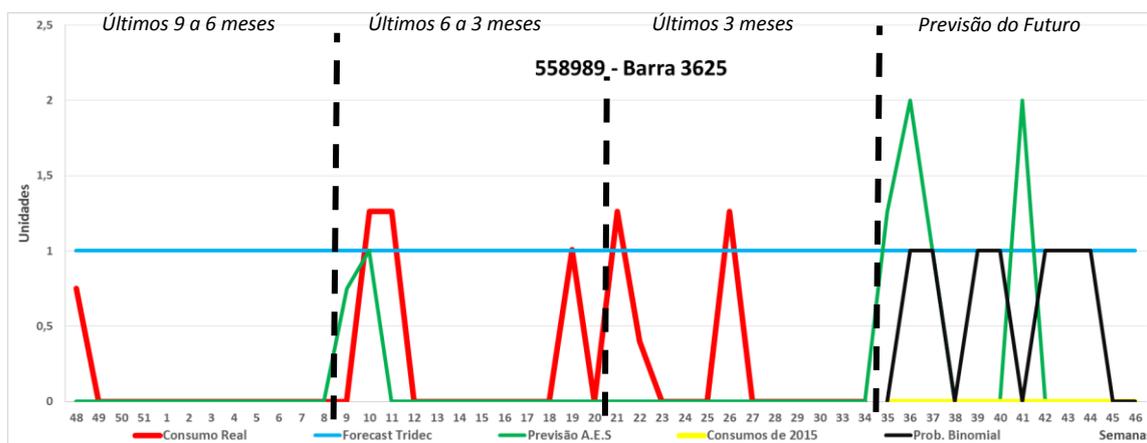


Figura 4.5 – Aplicação da Probabilidade Binomial no SKU 558989.

## 4.2. Modelos de Gestão de Stocks

Nos modelos de Gestão de *Stocks*, no que diz respeito ao aprovisionamento de matérias primas, recorreu-se aos Métodos de Revisão Contínua (RC) e Revisão Periódica (RP), a fim de determinar qual o Ponto de Encomenda (PE) e o nível de *Stock* de Segurança (SS), supra abordados.

É imprescindível determinar para cada artigo a sua quantidade mínima (qty mínima) que corresponde ao SS, bem como o seu PE. Tal determinação é feita através do recurso às Eq's mencionadas no subcapítulo 2.5 para os métodos RC e RP sem esquecer, o Nível de Serviço existente.

Dada a multiplicidade de artigos em estudo, alguns deles, por uma questão de estratégia, foram parametrizados, no sistema *Vantage*, no que concerne à sua quantidade mínima; à sua quantidade máxima; aos lotes a aprovisionar e ao *lead time* do fornecedor.

A prática, obriga a que se faça um cruzamento de dados entre os resultados provenientes dos métodos RC e RP com os definidos pelo sistema *Vantage*, com o intuito de delinear a gestão mais estratégico-financeira.

Atentando na Figura 4.6, vislumbra-se que para o SKU 381093, deve ser adotado os padrões definidos pelo *Vantage*, dado ser o que representa melhor estratégia financeira.

Uma vez elegido o que se considera como sendo o melhor modelo concernente à previsão (Figura 4.1), está-se apto a tecer considerações acerca dos outros métodos de aprovisionamento (RC e RP).

Data ABC_XYZ	30/08/2016
Data	01/09/2016

Nível de Serviço	97,00%
------------------	--------

SKU	Descrição	Stock Atual
381093	Peça 4078	170
Supplier	TRASOH	

Informação Vantage	
Lead Time	28
Qty mínima	100
Ordem mínima	120
Qty máxima	300
Preço	379,53 €
Sugestão_Qty Maxima	0

Classificação		AX
Categoria		Continua
Média do Consumo		52
Desvio Padrão		23,09
Revisão Contínua	Stock Segurança	103
	Ponto de Encomenda	394

Revisão Periódica		
	Ciclo Revisão (semanas)	2
	Stock Segurança	120
	Stock máximo (M)	515
	Quantidade Ótima	300

Current Forecast		
	Simulação de Aumento	25%
	Méd. consumo + simulação	53

Figura 4.6 – Informação essencial para os modelos de aprovisionamento – SKU 381093.

Assim, em caso de dúvida na seleção do método de aprovisionamento mais equilibrado, a decisão pode ser tomada tendo por base o valor do *stock* médio e/ou os custos de aquisição para cada trimestre.

Uma vez apresentadas as observações pertinentes sobre qual o modelo a seguir proceder-se-á a uma análise de qual método de aprovisionamento se deve optar.

No que diz respeito a aquisições pelo método Revisão Contínua, este parte do pressuposto de que cada vez que se ultrapassa o SS numa dada semana, na semana seguinte deve ocorrer o aprovisionamento. Por seu turno, o método Revisão Periódica coloca encomendas maioritariamente a cada ciclo de revisão, como se pode visualizar no ANEXO E, onde é possível observar a aplicação dos métodos nos três modelos.

Tabela 4.1. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 381093 para cada um dos modelos.

Modelo	Método	Stock médio	Qty Total	Custos
Forecast	R Contínua	40 040,42 €	600	227 718,00 €
	R Periódica	108 355,82 €	720	273 261,60 €
AES	R Contínua	41 779,93 €	480	182 174,40 €
	R Periódica	102 504,73 €	720	273 261,60 €
Holt-Winters	R Contínua	43 582,70 €	480	182 174,40 €
	R Periódica	100 512,20 €	720	273 261,60 €

Já no que refere a custos, apesar de tanto no modelo AES como no Holt-Winters, para a RC as quantidades a aprovisionar e os custos associados serem os mesmos para os próximos três meses, em termos de custos de *stock* médio serão menores para o modelo de AES.

Embora o modelo AES aparente ser o mais económico, este não atribui a devida importância às oscilações da previsão. Assim, o modelo a optar deverá ser o modelo de Holt-Winter.

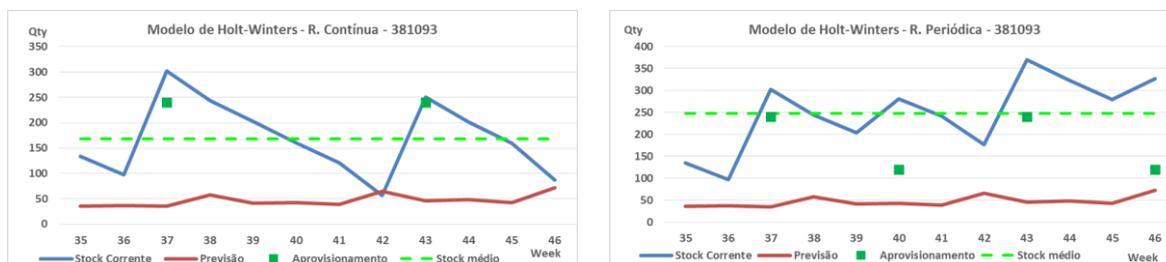


Figura 4.7 – Evolução dos stocks – Modelo Holt-Winters pelos métodos de aprovisionamento.

Como demonstra a Figura 4.7, pelo método de RC e as restrições (Figura 4.6) para este SKU, para o próximo trimestre devem ocorrer pelo menos dois aprovisionamentos e o *stock* médio será de 164 peças.

Por seu turno, pelo modelo de Revisão Periódica e tendo em consideração e um Ciclo de Revisão de três semanas, ocorreriam aprovisionamentos variáveis originando picos de *stock* elevados tendo em vista o custo unitário deste SKU.

Devido ao seu custo elevado e os seus consumos, este modelo, requer maior atenção na hora de definir o seu aprovisionamento. Para este SKU, deve ser seguido o método de revisão Periódica com um Ciclo de Revisão intercalado entre duas a três semanas com aprovisionamento da quantidade mínima.

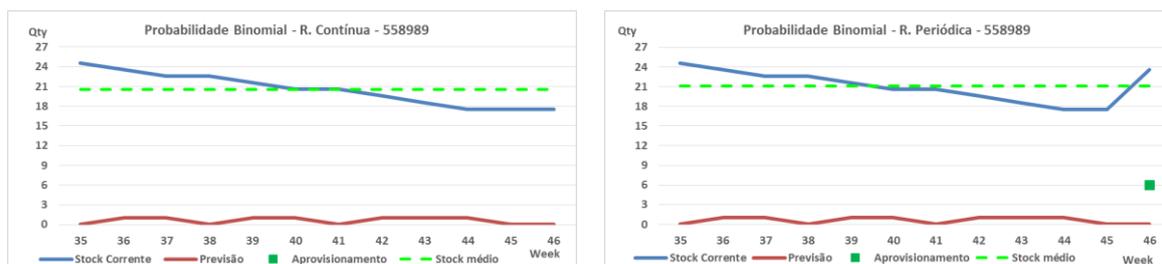
### 4.3. Teste do Protótipo

Nos dois subtópicos anteriores, 4.1 e 4.2, foi apresentado um modelo para um artigo. Pretende-se com este tópico, apresentar os resultados aplicados a mais alguns artigos, com classificações variadas, bem como apresentar uma pertinente sugestão dos modelos a adotar e qual o melhor método de aprovisionamento.

Deste modo, para o SKU 558989 (Figura 4.5), apresentado no subcapítulo (4.1.1) Probabilidade Binomial, expõe-se nos **Anexo F**, o desenvolvimento do *stock* corrente; as simulações teóricas para os modelos *Forecast* Tridec e AES, bem como a comparação entre os modelos de previsão e os métodos de aprovisionamento, com a adição da Probabilidade Binomial à comparação.

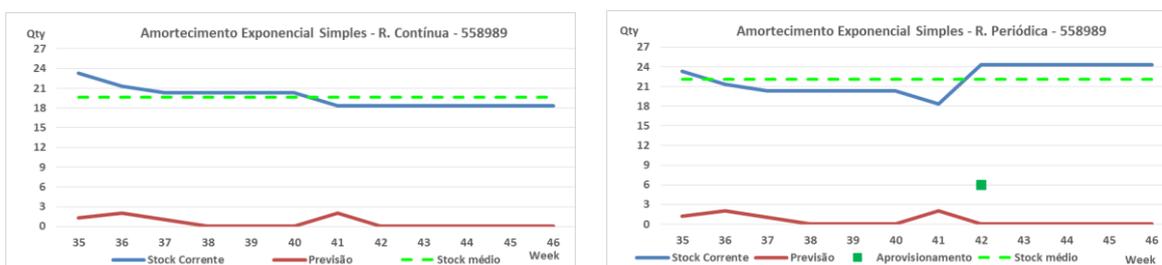
Na simulação teórica, pela evolução do *stock* corrente tendo em consideração os consumos reais pelo aprovisionamento do modelo AES, ter-se-ia um *stock* equilibrado, enquanto que, pelo *Forecast* Tridec, com o decorrer das semanas dispor-se-ia de excesso de *stock*.

Na Figura 4.9 e Figura 4.8, observa-se as evoluções dos *stocks*, pelos dois modelos mencionados a cima e pelos respetivos métodos de previsão. Para este artigo sugere-se que seja uma combinação entre o modelo AES e Probabilidade Binomial.



**Figura 4.8** – Evolução dos *stocks* – Probabilidade Binomial pelos métodos de aprovisionamento.

Note-se que, com um Ciclo de Revisão de quatro semanas no decorrer do trimestre, deverá apenas ocorrer um aprovisionamento pelo método R. Periódica.



**Figura 4.9** – Evolução dos *stocks* – Modelo AES pelos métodos de aprovisionamento.

O método R. Periódica é o único responsável pelo custo de aquisição de matéria prima. Note-se que, a variação do *stock* médio é relativa em comparação com os restantes SKU abordados.

**Tabela 4.2.** – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 558989 para cada um dos modelos.

Modelo	Método	Stock médio	Qty Total	Custos
Forecast	R Contínua	40,41 €	0	0,00 €
	R Periódica	44,88 €	6	13,42 €
AES	R Contínua	43,93 €	0	0,00 €
	R Periódica	49,52 €	6	13,42 €
M. Prob. Binomial	R Contínua	46,00 €	0	0,00 €
	R Periódica	47,12 €	6	13,42 €

O próximo artigo a analisar é o SKU 983838. Na reestruturação das análises ABC e XYZ, a sua classificação manteve-se **BX** e regista a categoria **Contínua** (Anexo D). Mais uma vez, pode-se constatar que o modelo a eleger será o Modelo Holt-Winters.

Na análise gráfica deste SKU, conclui-se que o Modelo de Holt-Winters é o que mais se adequa a prever os consumos futuros.

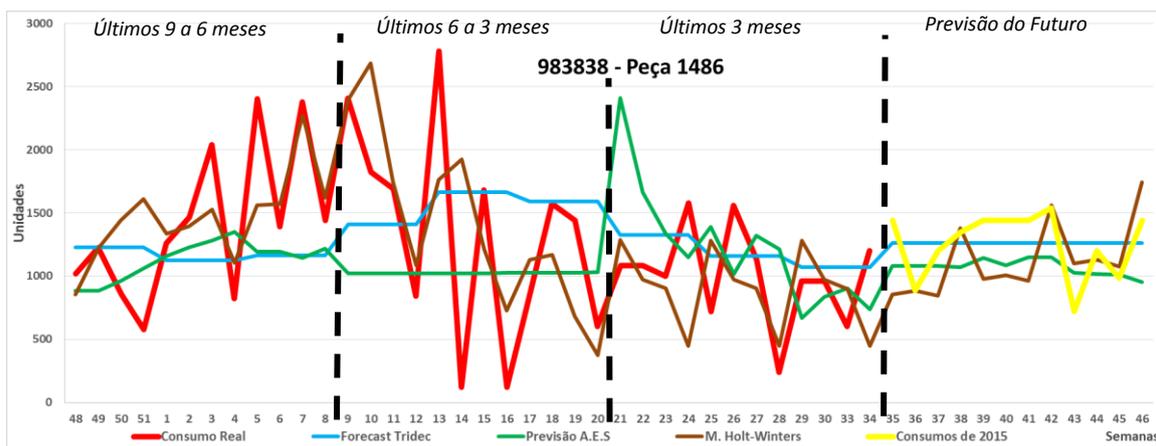


Figura 4.10 – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 983838.

No Anexo G, pode-se observar a simulação teórica para os modelos M. Holt-Winters e Forecast, bem como a comparação de previsão e os métodos de aprovisionamento deste artigo.

Os resultados da simulação, para o modelo Forecast Tridéc apontam para ruturas de stock até à semana 18, equilibrando-se nas semanas seguintes. Por seu turno, pelo modelo Holt-Winters as evoluções dos stocks são parcialmente idênticas.

Para este SKU, é sugerido seguir o modelo Holt-Winters, onde da Figura 4.11, influi as respetivas evoluções para os métodos de aprovisionamento.

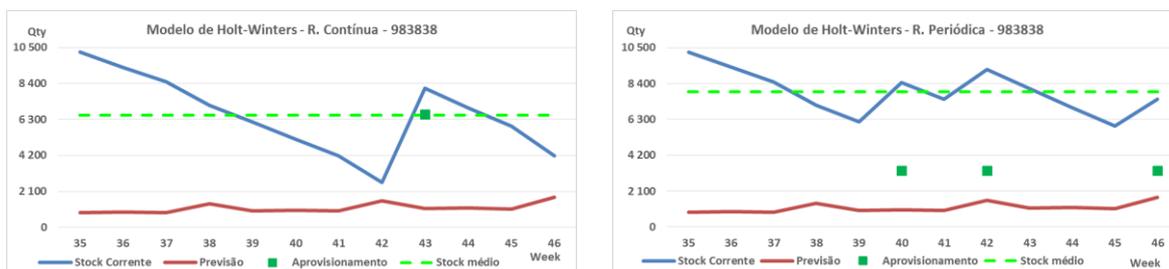


Figura 4.11 - Evolução dos stocks – Modelo Holt-Winters pelos métodos de aprovisionamento.

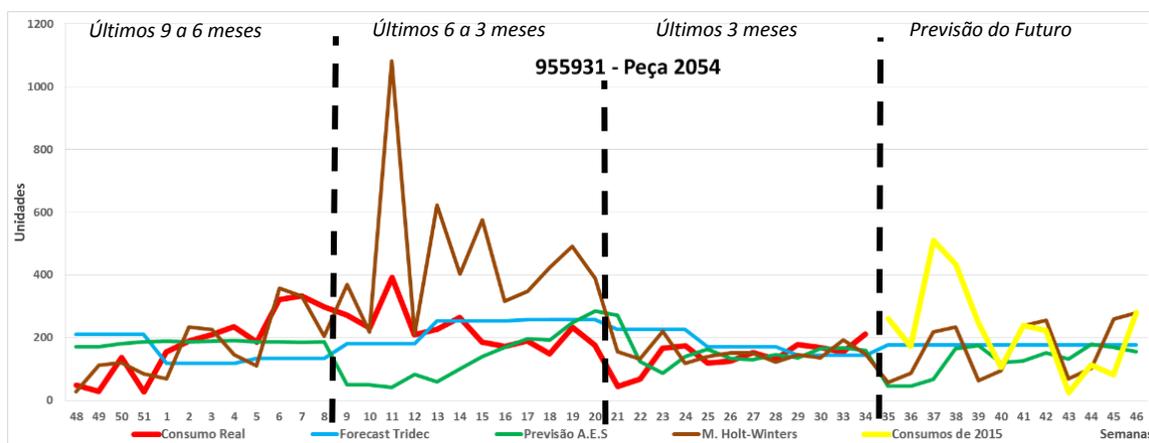
Os custos de aquisição e as quantidades a adquirir serão os mesmos, no que diz respeito a cada modelo de aprovisionamento, embora haja variação no stock médio devido a variação da procura pelo modelo de Holt-Winters.

**Tabela 4.3.** – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 983838 para cada um dos modelos.

Modelo	Método	Stock médio	Qty Total	Custos
Forecast	R Contínua	1 005,98 €	6600	1 181,40 €
	R Periódica	1 399,78 €	13200	2 362,80 €
AES	R Contínua	1 111,81 €	6600	1 181,40 €
	R Periódica	1 554,84 €	9900	1 772,10 €
Holt-Winters	R Contínua	1 169,26 €	6600	1 181,40 €
	R Periódica	1 415,38 €	9900	1 772,10 €

O próximo o SKU em teste é o 955931. Neste, a sua classificação manteve-se **CX** e enquadra-se na categoria **Contínua**. Neste SKU, é visível que o modelo de Holt-Winters não se ajustou no período dos *Últimos 6 a 3 meses*, como se verificou noutros artigos. Mesmo assim, para os restantes períodos, os dados do consumo andam perto da previsão do Modelo de Holt-Winters.

Para os últimos 3 meses o modelo *Forecast* da Tridec, aproxima-se mais dos consumos reais, sendo este o modelo a adotar para as previsões do próximo trimestre.

**Figura 4.12** – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 955931.

No **Anexo H**, apresentam-se os resultados deste SKU, onde consta as simulações para o modelo de Holt-Winters e *Forecast* da Tridec, bem como a comparação de previsão e os métodos de aprovisionamento deste SKU.

Sobre as simulações, pode-se concluir que se pelo modelo AES no *stock* corrente ocorreriam ruturas, pelo modelo Holt-Winters a partir da semana 20 ter-se-ia excesso.

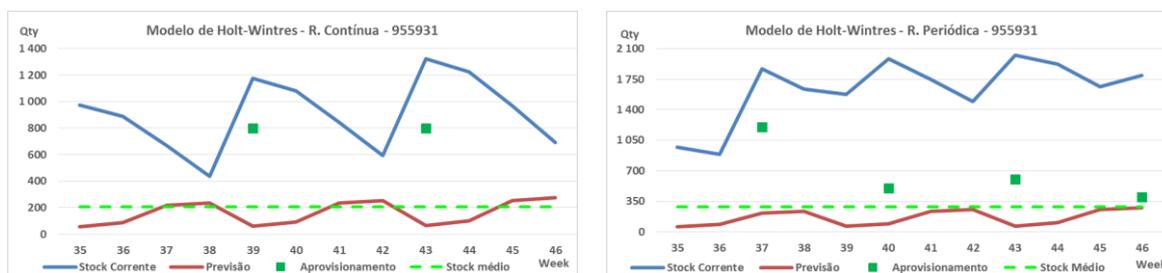
Em termos de custos não há grande variação entre os três modelos, como se pode comparar através do recurso à Tabela 4.4.

**Tabela 4.4.** – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 955931 para cada um dos modelos.

Modelo	Método	Stock médio	Qty Total	Custos
Forecast	R Contínua	190,67 €	1600	282,86 €
	R Periódica	274,64 €	3000	530,37 €
AES	R Contínua	211,76 €	1500	265,19 €
	R Periódica	291,32 €	2400	424,30 €
Holt-Winters	R Contínua	206,18 €	1600	282,86 €
	R Periódica	287,21 €	2700	477,33 €

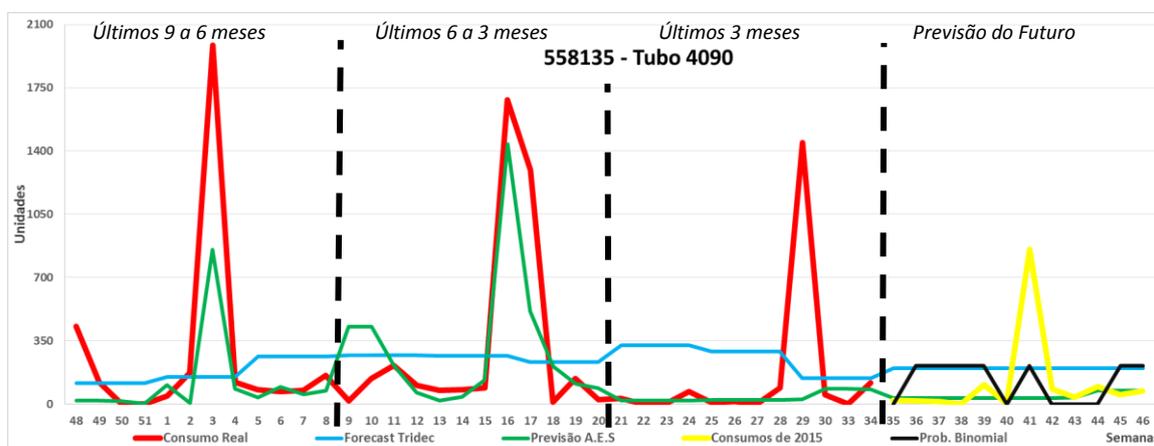
Verifica-se que, mesmo com maior aquisição pelo modelo Holt-Winters em relação ao AES, no que diz respeito ao método R. Contínua, o *stock* médio é inferior.

Por outro lado, o método R. Periódica, com revisão de três semanas, consente que o *stock* não seja inferior a 1400 peças, resultando um *stock* médio de 288 peças.



**Figura 4.13** – Evolução dos stocks – Modelo Holt-Winters pelos métodos de aprovisionamento.

Segue-se o SKU 558135 ao teste. Neste a sua classificação manteve-se **AZ** e enquadra-se na categoria **Errática**. Neste SKU é visível que o modelo de Holt-Winters não é suscetível de ser aplicado, devido a existir semanas sem consumo. Desta forma, determinou-se a Probabilidade Binomial para este SKU.



**Figura 4.14** – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 558135.

É notável que nos períodos dos *Últimos 9 a 3 meses*, o modelo AES aproximou-se dos consumos reais, mas não se refletiu a mesma aproximação para o último trimestre.

Os resultados das simulações para os modelos AES e *Forecast* Tridec estão disponíveis no **Anexo I**. É visível no mesmo anexo as comparações das previsões e os métodos de aprovisionamento para este.

No que concerne às simulações, quer para o AES quer para o *Forecast*, os *stocks* correntes têm uma ligeira aproximação, mas mais acentuada no modelo AES.

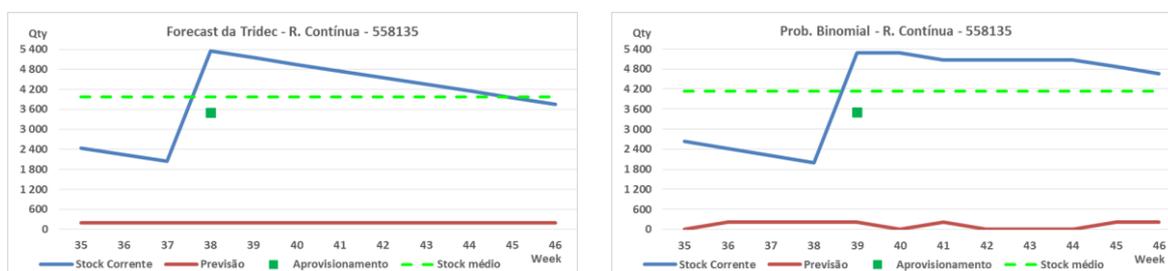
Embora o modelo AES tenha sido no passado o modelo que mais se aproximou dos consumos reais, do ponto de vista crítico o mesmo não deve ser considerado uma vez que apresenta valores de previsão demasiado baixos em todo o período estimado. Deste modo o modelo sugerido a seguir é o *Forecast*.

Em comparação com o modelo *Forecast*, a Probabilidade Binomial, apresenta os mesmos valores (Tabela 4.5), com uma ligeira diferença no *stock* médio.

**Tabela 4.5.** – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 558135 para cada um dos modelos.

Modelo	Método	Stock médio	Qty Total	Custos
Forecast	R Contínua	20 739,12 €	3500	18 283,58 €
	R Periódica	28 357,28 €	7000	36 567,16 €
AES	R Contínua	12 559,20 €	0	0,00 €
	R Periódica	33 890,04 €	7000	36 567,16 €
M. Prob. Binomial	R Contínua	21 635,01 €	3500	18 283,58 €
	R Periódica	30 776,80 €	7000	36 567,16 €

Em termos de aprovisionamento pelo método R. Contínua, quer para o modelo *Forecast* Tridec quer pela Probabilidade Binomial, ocorrerá apenas uma vez, embora com uma semana de diferença entre ambos, como resultante das previsões.



**Figura 4.15** – Evolução dos *stocks* – Método R. Contínua para o modelo *Forecast* Tridec e Probabilidade Binomial.

Por seu turno, pelo método R. Periódica, ocorrem dois aprovisionamentos e ambos sugeridos nas mesmas semanas.

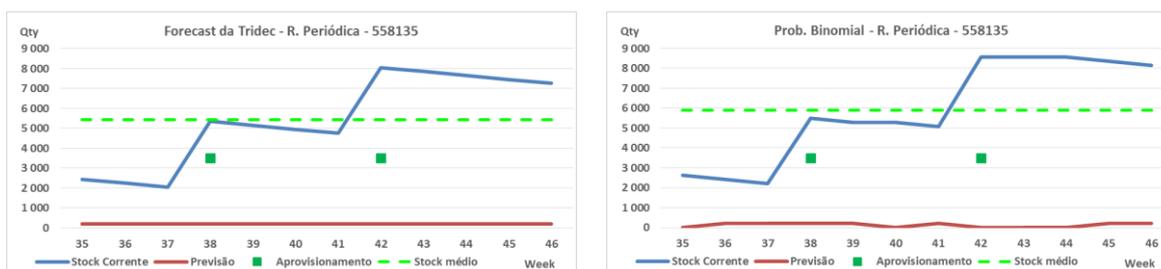


Figura 4.16 – Evolução dos stocks – Método R. Periódica para o modelo *Forecast Tridec* e Probabilidade Binomial.

O último artigo a ser aqui apresentado é SKU 558888. A sua classificação passou de **CZ** para **BY** com a reestruturação das análises classificativas e insere-se na categoria **Irregular**. Como indicado no subcapítulo 4.1.1, a Probabilidade Binomial, seria aplicada principalmente aos artigos catalogados como **Irregular** e **Intermitente**.

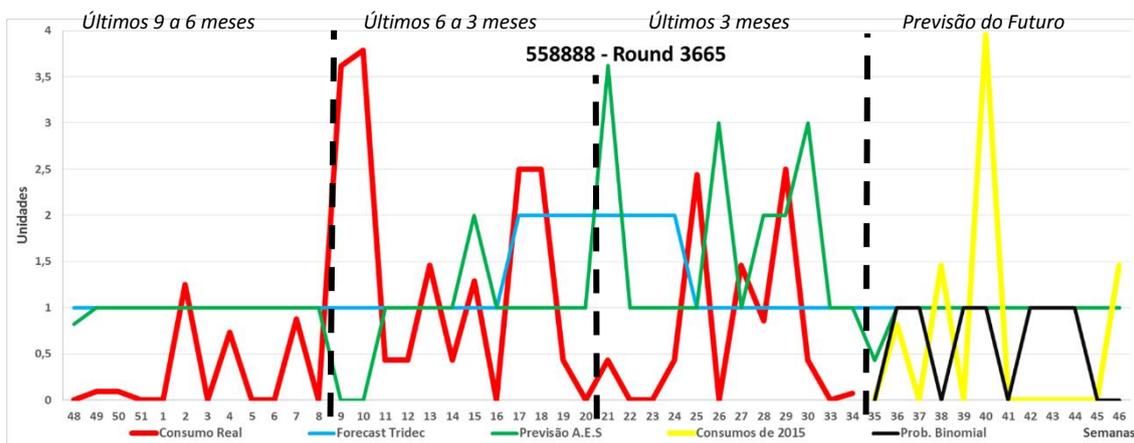


Figura 4.17 – Representação dos modelos de previsão aplicados ao SKU 558888.

Note-se o modelo AES não se aproximou dos consumos reais assim como o modelo *Forecast*. No **Anexo J**, é demonstrado os resultados da simulação, assim como as previsões pelos três modelos e os respetivos aprovisionamentos sugeridos pelos métodos.

Sobre as simulações, pode-se concluir que os *stocks* correntes seriam semelhantes em ambos os modelos, mas a partir da semana 22 a evolução tender-se-ia para excessos de *stock*.

Para este SKU é sugerido o modelo AES. É apresentada uma comparação entre o modelo AES a Probabilidade Binomial.

Em termos de aprovisionamento, pelo método R. Continua para os dois métodos testados, ocorrerá um aprovisionamento mas em semanas diferentes.

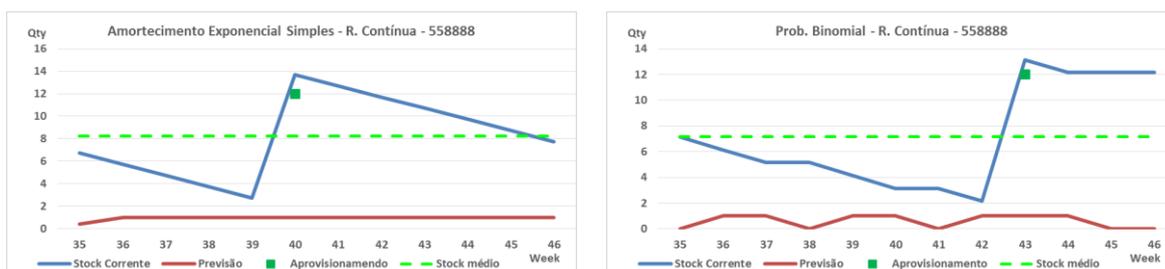


Figura 4.18 – Evolução dos stocks – Método R. Contínua para o modelo AES e Probabilidade Binomial.

Por sua vez, pelo modelo R. Periódica ocorre dois aprovisionamentos. O primeiro para a mesma semana embora com quantidades diferentes. O segundo ocorre em semanas diferentes, mas com as mesmas quantidades. Isto deve-se à previsão estimada para cada modelo.

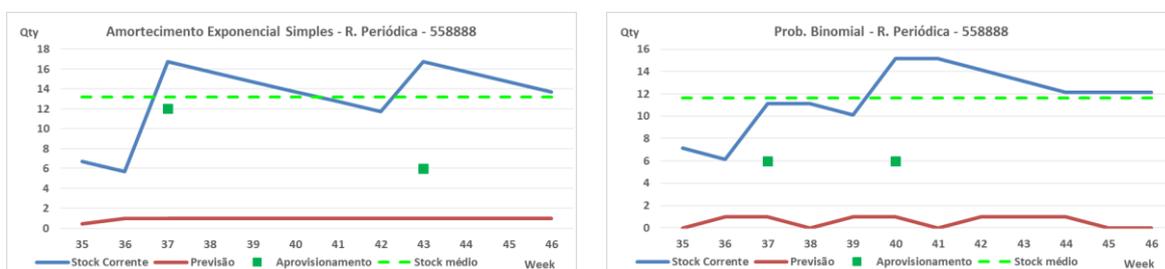


Figura 4.19 – Evolução dos stocks – Método R. Periódica para o modelo AES e Probabilidade Binomial.

Os custos de aquisição deste SKU, pelo método R. Contínua são os mesmos. Pela R. Periódica já varia devido às quantidades adquiridas.

Tabela 4.6. – Representação dos custos associados à aquisição do SKU 558888 para cada um dos modelos.

Modelo	Método	Stock médio	Qty Total	Custos
Forecast	R Contínua	608,20 €	12	955,28 €
	R Periódica	1 006,23 €	18	1 432,92 €
AES	R Contínua	653,57 €	12	955,28 €
	R Periódica	1 051,61 €	18	1 432,92 €
M. Prob. Binomial	R Contínua	568,39 €	12	955,28 €
	R Periódica	926,62 €	12	955,28 €

### 4.4. Comparação de Resultados

Na Tabela 4.7, apresenta-se os consumos reais ocorridos nas semanas 35 e 36.

Para o SKU 381093, tinha-se sugerido o modelo Holt-Winters. Verifica-se o consumo real aproximou-se da previsão deste modelo para a semana 35, mas para a segunda

não se obteve o mesmo sucesso. Para a segunda semana o valor aproxima-se do modelo Forecast.

Já o SKU 558989, dado as previsões estipuladas sugeriu-se uma combinação entre o AES e a Probabilidade Binomial. Verifica-se que não ocorreu consumos nas duas semanas, quando pela combinação previa-se que houvesse consumo pelo menos numa semana.

Por sua vez, o SKU 983838, indicou-se o modelo Holt-Winters como o modelo a seguir, mas verifica-se que para a semana 35 os consumos aproximam-se do AES e na semana 36 do Forecast.

**Tabela 4.7.** – Comparação dos resultados reais com as previsões estimadas dos SKU's apresentados.

SKU	Semana 35					Semana 36				
	Forecast	AES	Holt-Winters	P. Binomial	Real	Forecast	AES	Holt-Winters	P. Binomial	Real
381093	53	45	36		30	53	45	37		50
558989	1	1		0	0	1	2		1	0
983838	1262	1080	852		1032	1262	1080	882		1372
955931	177	45	56		202	177	45	86		102
558135	191	31		0	0	191	32		212	920
558888	1	0	0		1,5	1	1		1	1,6

Para o SKU 955931 os consumos não se aproximam do modelo escolhido, Holt-Winters. Para a semana 35 os consumos aproximam-se dos previstos pelo *Forecast* e na semana 36 do modelo sugerido.

Por seu turno, no SKU 558135 os consumos saem fora do resultado estipulado. Como já se tinha verificado no passado (Figura 4.14), este artigo tem pelo menos um tipo de consumo fora do estipulado. Para este SKU surgia-se combinação da Probabilidade Binomial com o modelo *Forecast*. Para este artigo, o ideal é seguir o método R. Periódica.

Por fim, para o SKU 558888, as previsões saíram parcialmente certas. A combinação do AES e Probabilidade indicavam que não ocorria consumo na semana 35 e ter-se-ia consumo na 36. O que se sucedeu foi ocorrência de consumo das duas semanas com variação da quantidade dimensionada.

A nível geral, para escolha do método de aprovisionamento se Revisão Contínua ou Revisão Periódica requer alguma experiência de campo.

Embora os modelos e métodos sugiram que se deve seguir um ou outro, o que se testou, foi com base em dados de previsão, ou seja, está-se a prever quando esta pode acontecer e corresponder aos valores determinados ou sair totalmente fora dos ângulos de previsão e originar escassez ou excessos, o que não é o ideal.

## 5. CONCLUSÃO

O projeto apresentado teve como principal objetivo, melhorar a Gestão de *Stocks* atual da Tridec, desenvolvendo e implementação de metodologias que permitam a elaboração de um modelo mais otimizado de *Forecastig*, que possibilite prever ou estimar a aquisição de matérias primas para o futuro.

Devido à grande variedade de artigos utilizados nos vários setores de produtivos, é necessário um aprovisionamento que satisfaça as necessidades sem originar ruturas, bem como, um equilíbrio no que respeita aos recursos/gastos financeiros, ao nível do armazém. Assim, foram abordados, pensados e exibidos modelos de previsão e métodos de Gestão de *Stocks*, de modo a aferir a sua maior viabilidade e sustentabilidade em termos de aplicação prática.

Nesta senda, este projeto principiou a triagem dos artigos, focando a atenção nos mais importantes com a sua posterior submissão a métodos classificativos como as Análises ABC e XYZ, bem como, a Categorização da Procura, com o intuito de determinar o modelo de previsão mais ajustado a cada artigo.

Impreterioso se tornou o passo seguinte deste projeto, ao ter em linha de conta as classificações obtidas, dado que nem todos os artigos podem ser assimilados na mesma categoria, bem como a sua sujeição: ao Modelo Amortecimento Exponencial Simples; ao Modelo de Holt-Winters; ao *Forecast*, atualmente, aplicada na empresa onde se desenvolveu e maturou o presente projeto, e ao modelo de Probabilidade Binomial, aplicável nos artigos onde os modelos anteriores são impossíveis de empregar.

Seguiu-se a elaboração de uma previsão com base no passado, por forma a averiguar qual o modelo que mais se aproxima dos consumos reais, com o intuito da sua posterior adoção para previsão do futuro. De qualquer forma, é possível comparar os 3 modelos, em combinação com os modelos de aprovisionamento.

Na maioria dos casos testados, o método Revisão Contínua, afigurou-se como sendo, o mais adequado. Todavia, na tomada de decisão, torna-se necessária a devida ponderação, sobretudo, se atendermos que existem determinados fatores que apresentem inultrapassáveis oscilações, como sucede com a procura. Além disso, como um dia alguém escreveu “é impossível tentar antecipar e prever o futuro, já que aquilo que conhecemos e

muito menos em relação ao que não conhecemos” e, portanto, prever o futuro tem sempre um erro associado.

O objetivo estabelecido *ab initio* aquando da feitura da presente dissertação, foi alcançado na sua íntegra.

Todavia, sobrevivem arestas a serem limadas. E, uma delas prende-se com a categorização de artigos como **Intermitentes e Irregulares**. A estes, deve-se aplicar/testar outros modelos probabilísticos.

O modelo protótipo, requer ainda algumas melhorias a fim de prevenir/acautelear erros que possam ocorrer durante a análise do modelo de previsão a seguir.

Dada a quantidade de artigos que se pode testar, tornar-se-ia moroso testar todos eles, evitando-se por isso, tal procedimento, por economia de tempo e para uma maior eficiência.

A solução que se revela mais apazível, vai no sentido de associar uma categoria a cada artigo, recorrendo para tal ao Sistema *Vantage* e posterior aplicação de modelos de previsão. Contudo, esta solução tem a sua complexidade, pois, no surgimento de um artigo novo poder-se-ia cometer o erro de o classificar erradamente.

Desta forma, e em jeito de síntese, pode-se afiançar que de um modo geral, a revisão da Categorização da Procura deve ser Trimestral.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baetas, Carolina (2014), “Gestão de Stocks de Peças Sobresselentes numa Indústria de Pellets”, Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Coimbra, Coimbra.
- Callegaro, Andrea (2010), “Forecasting Methods for Spare Parts Demand”, Tese de Licenciatura em Engenharia de Gestão, Departamento de Técnica e Gestão de Sistemas Industriais, Universidade de Pádua, Itália
- Cavaliere, S., Garetti, M., Macchi, M., & Pinto, R. (2008). “A decision-making framework for managing maintenance spare parts”, *Production planning & control*, 19(4), 379.
- Celebi, D. (2008), “Multi Criteria Classification for Spare Parts Inventory”, *Proceedings of the 38th International Conference on Computers and Industrial Engineering*, Vols 1-3:1780-1787.
- Coelho, Pedro (2015), Slides de Apoio da disciplina Gestão de Operações. FCTUC.
- Devnani, M., Gupta, A. & Nigah, R. (2010). “ABC and VED analysis of the pharmacy store of a tertiary care teaching, research and referral healthcare institute of India”, *Journal of Young Pharmacists*, vol. 2, nº 2, p. 201-205.
- Gomes, Margarida (2014), “Gestão de encomendas de quantidades reduzidas: Caso de estudo”, Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Heizer, J., Render, B., *Operations Management*, 5.<sup>a</sup> Edição, Prentice Hall, 1999.
- Juran, J. M. & Godfrey, A. Blanton, *Juran's quality handbook*”, 5th Ed: McGraw-Hill, 1999
- Minhoto, Nuno (2013), “Gestão de Peças de Reserva nos Armazéns Gerais”, Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Oliveira, Fernanda (2014), “A gestão de stocks do serviço de assistência técnica na área da eletromedicina”, *Dissertação de obtenção do grau Mestre em Logística*, Instituto Superior de Administração e Contabilidade do Porto, Porto
- Romão, Marco (2014), “Integração de Estratégias de Compras e Gestão de Stocks para agilizar a resposta da Supply Chain - O caso TRIDEC”, *Relatório do Projeto*.
- Santos, João. (2011), “Modelo de Gestão de Stocks para um armazém de peças de reserva na Galp Energia”, Tese de Mestrado em Engenharia Industrial e Gestão, Faculdade de Ciências de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Scholz-Reiter, Bernd, Jens Heger, Christian Meinecke e Johann Bergmann. (2012), "Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company", *International Journal of Productivity and Performance Management* no. 61 (4):445-451.

- Silva, Cristóvão (2013), Slides de Apoio da disciplina Gestão de Operações. FCTUC.
- Syntetos, A. A. (2005), “On the categorization of demand patterns”, *Journal of the Operational Research Society* 56 (5):495-503.
- Syntetos, A. A., Keyes, M., & Babai, M. Z. (2009), “Demand categorisation in a European spare parts logistics network”, *International journal of operations & production management*, 29(3), 292.
- Ramalho, Amilcar (2015), Slides de Apoio da disciplina Gestão da Manutenção. FCTUC.
- Wong, Carhson (2015), “XYZ analysis in Dynamics AX”. Acedido a 25 de Maio de 2016, no web em: <https://community.dynamics.com/ax/b/dynamicsaxinventory/archive/2015/10/10/xyz-analysis-in-dynamics-ax>
- Yang, Kelei and Niu, Xiaozi. (2009). Research on the spare parts inventory. IE and EM 2009 - Proceedings 2009 IEEE 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management

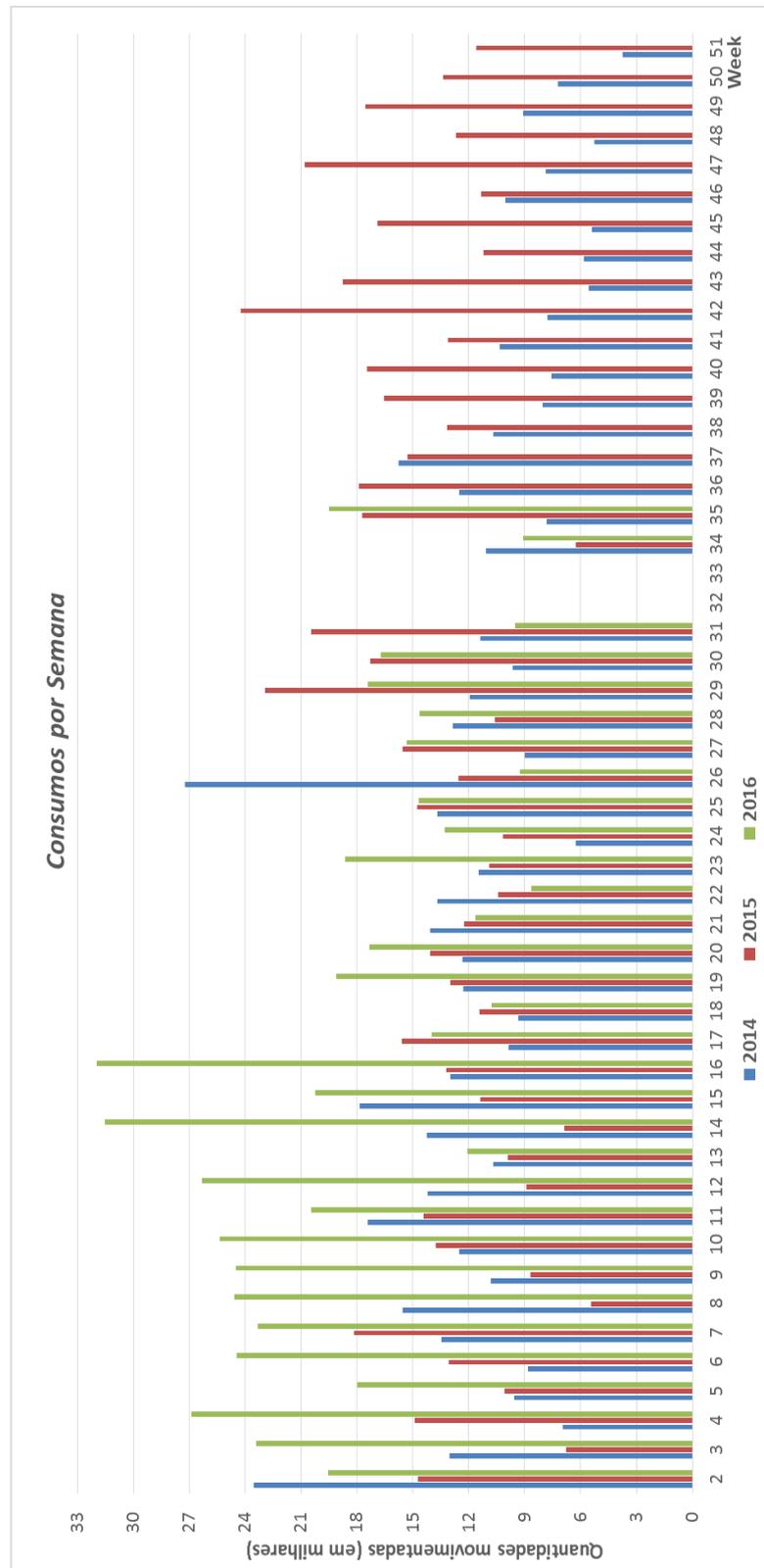
## ANEXO A – TABELA DE FATORES DE SEGURANÇA PARA DISTRIBUIÇÃO NORMAL

**TABLE 11.3**  
Safety Factors for Normal Distribution (Plus Deviations Only)

Service Level (Percentage of Order Cycles without Stockout)	SAFETY FACTOR USING:	
	Standard Deviation	Mean Absolute Deviation
50.00	0.00	0.00
75.00	0.67	0.84
80.00	0.84	1.05
84.13	1.00	1.25
85.00	1.04	1.30
89.44	1.25	1.56
90.00	1.28	1.60
93.32	1.50	1.88
94.00	1.56	1.95
94.52	1.60	2.00
95.00	1.65	2.06
96.00	1.75	2.19
97.00	1.88	2.35
97.72	2.00	2.50
98.00	2.05	2.56
98.61	2.20	2.75
99.00	2.33	2.91
99.18	2.40	3.00
99.38	2.50	3.13
99.50	2.57	3.20
99.60	2.65	3.31
99.70	2.75	3.44
99.80	2.88	3.60
99.86	3.00	3.75
99.90	3.09	3.85
99.93	3.20	4.00
99.99	4.00	5.00

*Source:* George W. Plossl, *Production and Inventory Control: Principles and Techniques*, 2nd edition, © 1985, p. 109. Reprinted by permission of Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 07632.

## ANEXO B – REPRESENTAÇÃO DOS CONSUMOS POR SEMANA DESDE 2014



## ANEXO C – ESTUDO E COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS ABC

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	80	5,00%	75,71%
B	239	15,00%	19,47%
C	1 273	80,00%	4,82%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	61	3,83%	70,00%
B	130	8,17%	20,00%
C	1 400	87,99%	10,00%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	159	10,00%	87,42%
B	159	10,00%	7,76%
C	1 273	80,00%	4,82%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	77	4,84%	75,00%
B	233	14,64%	20,00%
C	1 281	80,52%	5,00%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	80	5,00%	75,71%
B	318	20,00%	21,03%
C	1 193	75,00%	3,26%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	77	4,84%	75,00%
B	114	7,17%	15,00%
C	1 400	87,99%	10,00%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	80	5,00%	75,71%
B	159	10,00%	16,81%
C	1 352	85,00%	7,48%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	61	3,83%	70,00%
B	73	4,59%	15,00%
C	1 457	91,58%	15,00%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	77	4,84%	75,00%
B	159	10,00%	17,36%
C	1 355	85,16%	7,64%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Classe	nº SKU	% SKU	% custos
A	77	4,84%	75,00%
B	161	10,12%	17,50%
C	1 353	85,04%	7,50%
<b>Total</b>	<b>1 591</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

## ANEXO D – RESULTADOS DOS MODELOS DE CLASSIFICATIVOS APLICADOS

Part		total consumption			Ø consumption/week		variation coefficient Value	New Classification	Old classification	Syntetos		
SKU	Description	Supplier	value	acc. value	qty.	value	qty.	ABC/XYZ	ABC/XYZ	Variability	IEC	Category
381093	Peça 4078	TRASOH	956 795,13 €	956 795,13 €	2 521	19 933,23 €	53	AX	AX	0,197	0,000	Continua
359139	Peça 3997	GIGDIN	192 250,00 €	1 341 295,13 €	250	4 005,21 €	5	AY	AY	1,037	1,308	Errática
558135	Tubo 4090	BENPAD	64 787,32 €	2 674 873,62 €	10 361	1 349,74 €	216	AZ	AZ	4,339	1,000	Errática
989035	Peça 4149	SPRKOW	44 223,00 €	3 283 918,05 €	4 650	921,31 €	97	AX	AX	0,416	0,500	Continua
981985	Peça 4143	SPRKOW	41 005,56 €	3 409 869,49 €	110	854,28 €	2	AZ	AZ	1,476	2,455	Irregular
358108_fundicao	Peça 4081_fundicao	TRASOH	32 691,20 €	3 765 617,84 €	2 554	681,07 €	53	AZ	BZ	12,583	6,000	Irregular
358839	Peça 2356	LEMERM	32 307,84 €	3 862 557,57 €	623	673,08 €	13	AY	BY	1,285	1,625	Irregular
955335	Peça 4154	SPRKOW	14 746,49 €	4 763 865,20 €	486	307,22 €	10	BY	BY	1,289	1,385	Irregular
985983	Peça 149	NCPOIA	13 775,90 €	4 849 121,38 €	864	287,00 €	18	BY	BX	0,770	1,778	Irregular
983189	Peça 4135	SPRKOW	13 662,61 €	4 862 783,99 €	8 493	284,64 €	177	BY	BX	0,939	1,727	Irregular
558538	Peça 2430	SSASAN	13 061,21 €	4 889 293,60 €	436	272,11 €	9	BX	BX	0,575	1,000	Errática
388955	Peça 4075	TRASOH	12 650,18 €	4 914 667,87 €	122	263,55 €	3	BZ	BZ	2,236	2,692	Irregular
983838	Peça 1486	STAMAR	10 927,34 €	4 995 797,58 €	61 026	227,65 €	1 271	BX	BX	0,198	0,000	Continua
953939	Peça 4155	SPRKOW	7 039,09 €	5 186 174,35 €	119	146,65 €	2	BY	BY	0,862	1,583	Irregular
558159	Round 2160	STIEIN	5 059,80 €	5 457 404,66 €	82	105,41 €	2	BY	BY	0,970	1,167	Errática
985032_plan	Peça 169	NCPOIA	3 975,60 €	5 531 703,45 €	1 560	82,83 €	33	BY	CX	0,907	1,357	Irregular
359085G	Peça 4120G	FELELM	3 907,50 €	5 547 479,92 €	45	81,41 €	1	BZ	CZ	22,116	23,500	Irregular
558888	Round 3665	IMSOVA	3 111,86 €	5 633 867,27 €	36	64,83 €	1	BY	CZ	1,160	1,571	Irregular
358153	Peça 2586	STAMAR	2 858,75 €	5 687 502,57 €	13 878	59,56 €	289	BX	CX	0,439	0,000	Continua
359085_mod	Peça 4119_mod	FELELM	1 881,60 €	5 798 787,20 €	28	39,20 €	1	CZ	CZ	7,714	47,000	Errática
988539	Peça 4089	TRASOH	1 708,34 €	5 834 796,82 €	746	35,59 €	16	CX	CY	0,760	0,750	Errática
955931	Peça 2054	CAIOLI	1 633,44 €	5 844 766,37 €	9 323	34,03 €	194	CX	CX	0,271	0,000	Continua
985385	Peça 4166	ETMBRA	1 011,16 €	5 935 080,27 €	15 092	21,07 €	314	CX	CX	0,721	0,857	Errática
355530	Peça 3703	TECZWO	909,00 €	5 959 485,00 €	606	18,94 €	13	CY	CZ	1,764	2,167	Irregular
359081G	Peça 4122G	FELELM	558,00 €	6 018 464,94 €	24	11,63 €	1	CZ	CX	11,515	48,000	Irregular
359081_mod	Peça 4123_mod	FELELM	284,00 €	6 085 878,97 €	20	5,92 €	0	CZ	CX	7,997	48,000	Irregular
953983	Peça 4012	TRASOH	24,36 €	6 146 419,10 €	3	0,51 €	0	CZ	CX	0,180	48,000	Intermitente
558989	Barra 3625	STIEIN	17,25 €	6 148 055,72 €	8	0,36 €	0	CZ	CZ	0,144	8,200	Intermitente

# ANEXO E – MODELOS DE PREVISÃO E APROVISIONAMENTO – SKU 381093

Week	35
Data ABC_XYZ	30/08/2016
Data	01/09/2016

Teste

Nível de Serviço 97,50%

SKU	381093	Peça 4078	Stock Atual	170
Supplier	TRASOH			

Informação Vantagem	
Lead Time	28
Qty mínima	100
Ordem mínima	120
Qty máxima	300
Preço	379,53 €
Sugestão_Qty Máxima	

Revisão Contínua	
Classificação	AX
Categoria	Contínua
Média do Consumo	52
Desvio Padrão	23,09
Stock Segurança	107
Ponto de Encomenda	398

Revisão Periódica	
Ciclo Revisão (semanas)	3
Stock Segurança	133
Stock máximo (M)	580
Quantidade Ótima	300

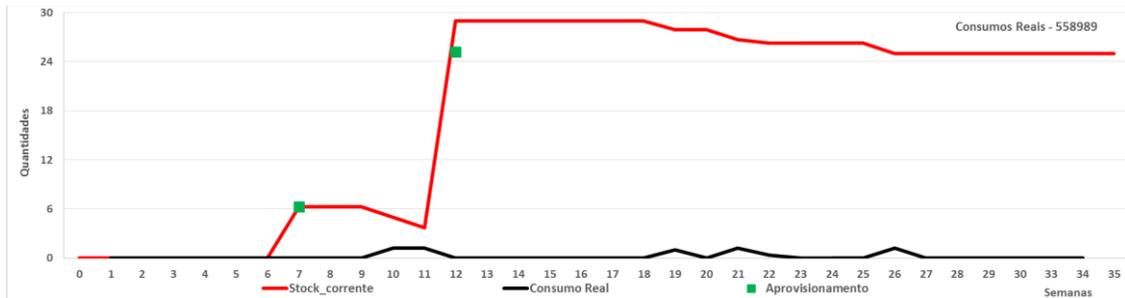
Current Forecast	
Simulação de Aumento	25%
Med. consumo + simulação	53

Registo (passado)	Consumption - Next 3 months											
	60	36	37	38	39	60	60	38	37	36	35	60
Forecast Tridiec	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Sugestão	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	240
Stock Corrente	117	64	251	198	145	92	279	226	173	120	67	254
Valor	44.005,01 €	24.289,92 €	95.269,03 €	75.146,94 €	55.031,85 €	34.916,76 €	105.888,87 €	85.773,78 €	65.658,69 €	45.545,69 €	25.428,51 €	96.400,82 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	240	0	0	240	0	0	120	0	0	120
Stock Corrente	117	64	251	198	145	332	279	226	293	240	187	254
Valor	44.005,01 €	24.289,92 €	95.269,03 €	75.146,94 €	55.031,85 €	136.093,86 €	105.888,87 €	85.773,78 €	111.202,94 €	91.087,20 €	70.972,11 €	96.400,82 €
Revisão Contínua	45	45	45	45	49	47	50	50	44	44	44	42
Sugestão	0	0	240	0	0	0	0	240	0	0	0	0
Stock Corrente	125	80	275	230	181	134	84	274	230	186	142	100
Valor	47.441,25 €	30.362,40 €	104.370,75 €	87.291,90 €	68.694,93 €	50.857,02 €	31.880,52 €	103.991,22 €	87.291,90 €	70.590,58 €	53.893,26 €	37.993,00 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	240	0	0	120	0	0	240	0	0	120
Stock Corrente	125	80	275	230	181	254	204	154	350	306	262	340
Valor	47.441,25 €	30.362,40 €	104.370,75 €	87.291,90 €	68.694,93 €	96.400,82 €	77.424,12 €	58.447,62 €	132.885,50 €	114.136,18 €	99.436,88 €	129.040,20 €
M. Holt-Winters	36	37	35	58	41	43	39	65	46	48	43	72
Sugestão	0	0	240	0	0	0	0	0	240	0	0	0
Stock Corrente	134	97	302	244	203	160	121	56	250	202	159	87
Valor	50.857,02 €	36.834,41 €	114.618,06 €	92.605,32 €	77.044,59 €	60.724,80 €	45.923,13 €	21.253,68 €	140.456,10 €	122.208,66 €	105.888,87 €	78.562,71 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	240	0	0	120	0	0	240	0	0	120
Stock Corrente	134	97	302	244	203	280	241	176	370	322	279	327
Valor	50.857,02 €	36.834,41 €	114.618,06 €	92.605,32 €	77.044,59 €	106.268,40 €	66.797,28 €	140.456,10 €	122.208,66 €	105.888,87 €	124.106,31 €	

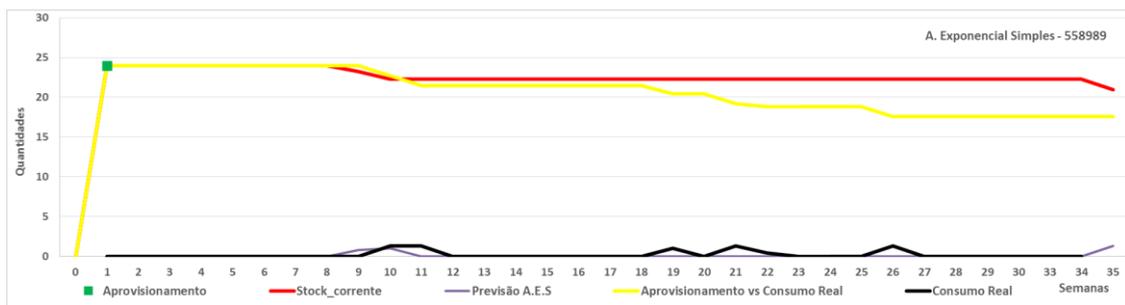
Modelo Sugerido Holt-Winters

## ANEXO F – MODELOS DE PREVISÃO E APROVISIONAMENTO – SKU 558989

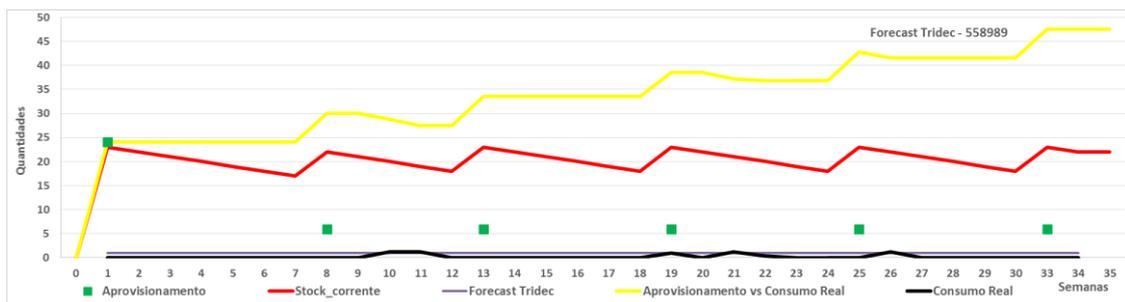
### Movimentos reais



### Simulação da Evolução do stock pelo modelo A. Exponencial Simples



### Simulação da Evolução do stock pelo modelo Forecast Tridec



### Evolução do stock pelo método R. Periódica

Week	35
Data ABC_XYZ	30/08/2016
Data	01/09/2016

Teste

Definir SUGESTÃO - Qty Maxima

Nível de Serviço	97,00%
------------------	--------

SKU	558989	Descrição	Barra 3625	Stock Atual	25
Supplier	STIEIN				

Informação Vantage	
Lead Time	12
Qty mínima	0
Ordem mínima	6
Qty máxima	0
Preço	2,24 €
Sugestão_Qty Maxima	18

Classificação	Cz
Categoria	Intermittente
Média do Consumo	1
Desvio Padrão	0,38
Stock Seguranca	1
Ponto de Encomenda	4

Ciclo Revisão (semanas)	
Stock Seguranca	2
Stock máximo (M)	7
Quantidade Ótima	18

Current Forecast	25%
Simulação de Aumento	1,0
Med. consumo + simulação	1,0

Registo (passado)	Atual	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Forecast Tridéc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sugestão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Corrente	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
Valor	52,71 €	50,47 €	48,24 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €	39,29 €	37,05 €	34,81 €	32,57 €	30,34 €	28,10 €
Ciclo Revisão	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sugestão								6				
Stock Corrente	24	23	22	21	20	19	18	17	22	21	20	19
Valor	52,71 €	50,47 €	48,24 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €	39,29 €	37,05 €	48,24 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €

Revisão Periódica Contínua	Forecast Tridéc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Revisão Periódica Contínua	Sugestão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revisão Periódica Contínua	Stock Corrente	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
Revisão Periódica Contínua	Valor	52,71 €	50,47 €	48,24 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €	39,29 €	37,05 €	34,81 €	32,57 €	30,34 €
Revisão Periódica Contínua	Ciclo Revisão	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Revisão Periódica Contínua	Sugestão							6				
Revisão Periódica Contínua	Stock Corrente	24	23	22	21	20	19	18	17	22	21	20
Revisão Periódica Contínua	Valor	52,71 €	50,47 €	48,24 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €	39,29 €	48,24 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €

Revisão Periódica Contínua	Previsão A.E.S Sugestão	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0
Revisão Periódica Contínua	Stock Corrente	23	21	20	20	20	18	18	18	18	18	18
Revisão Periódica Contínua	Valor	52,13 €	47,65 €	45,42 €	45,42 €	45,42 €	40,94 €	40,94 €	40,94 €	40,94 €	40,94 €	40,94 €
Revisão Periódica Contínua	Ciclo Revisão	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Revisão Periódica Contínua	Sugestão								6			
Revisão Periódica Contínua	Stock Corrente	23	21	20	20	20	18	18	24	24	24	24
Revisão Periódica Contínua	Valor	52,13 €	47,65 €	45,42 €	45,42 €	45,42 €	40,94 €	40,94 €	54,37 €	54,37 €	54,37 €	54,37 €

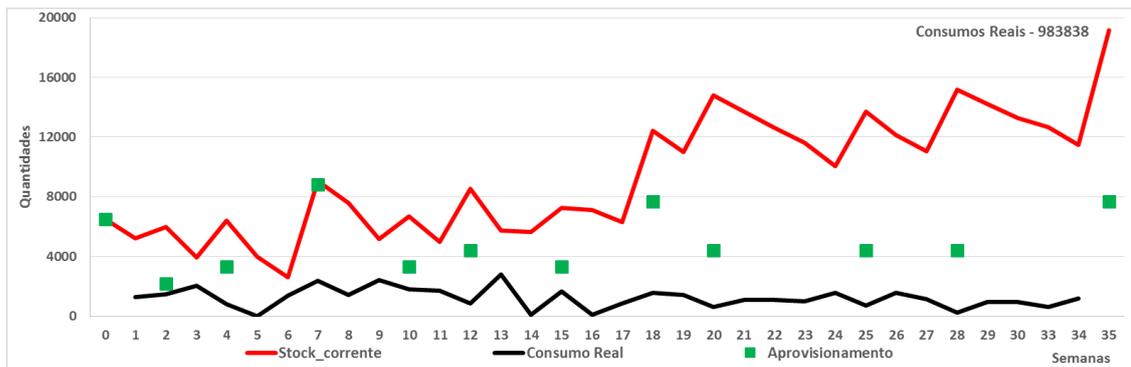
Revisão Periódica Contínua	M. Prob. Binomial Sugestão	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
Revisão Periódica Contínua	Stock Corrente	25	24	23	23	22	21	21	20	19	18	18
Revisão Periódica Contínua	Valor	54,95 €	52,71 €	50,47 €	48,24 €	46,00 €	46,00 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €	39,29 €	39,29 €
Revisão Periódica Contínua	Ciclo Revisão	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Revisão Periódica Contínua	Sugestão											
Revisão Periódica Contínua	Stock Corrente	25	24	23	23	22	21	21	20	19	18	24
Revisão Periódica Contínua	Valor	54,95 €	52,71 €	50,47 €	48,24 €	46,00 €	46,00 €	46,00 €	43,76 €	41,52 €	39,29 €	52,71 €

Modelo Sugerido

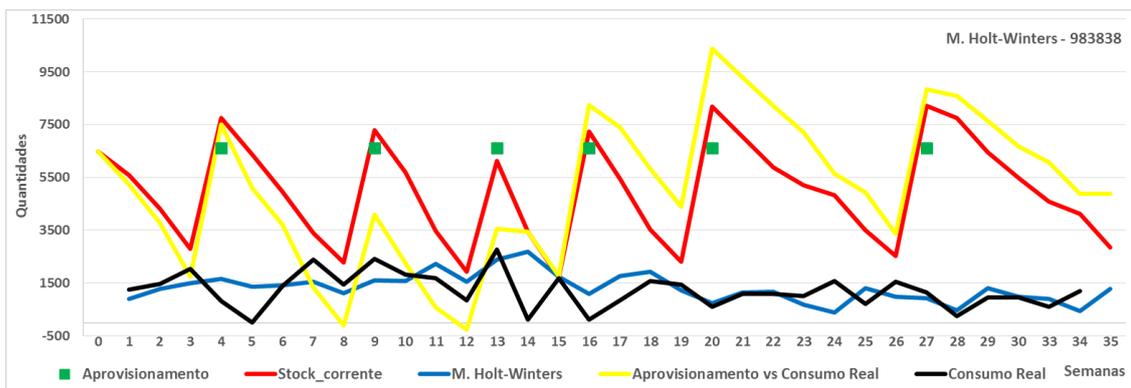
AES

## ANEXO G – MODELOS DE PREVISÃO E APROVISIONAMENTO – SKU 983838

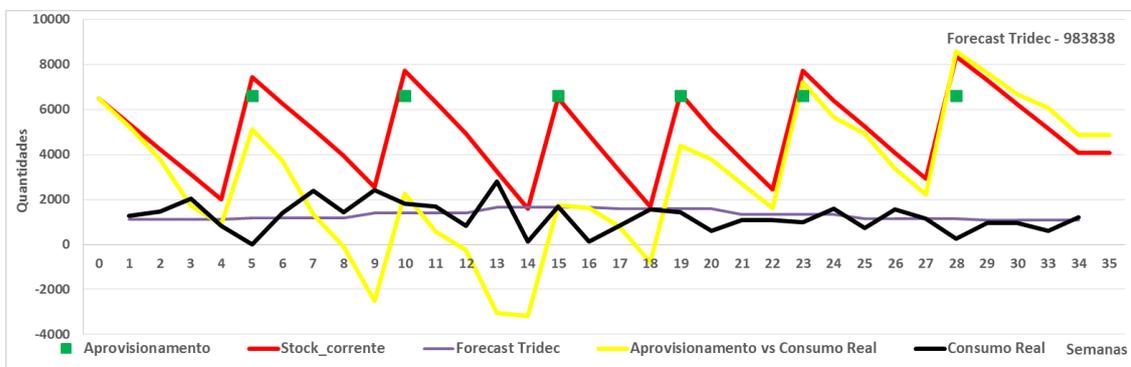
Movimentos reais



Simulação da Evolução do stock pelo modelo Holt-Winters



Simulação da Evolução do stock pelo modelo Forecast Tridec



Week	35
Data ABC_XYZ	30/08/2016
Data	01/09/2016

Nível de Serviço 97,50%

Teste

Definir SUGESTÃO - Qty Maxima

SKU	983838	Peça 1486	Stock Atual	11 073
Supplier	STAMAR			

Informação Vantage	
Lead Time	15
Qty mínima	3 000
Ordem mínima	3 300
Qty máxima	0
Preço	0,18 €
Sugestão_Qty Maxima	8000

Classificação	BX
Categoria	Continua
Média do Consumo	1 246
Desvio Padrão	554,09
Stock Segurança	1 881
Ponto de Encomenda	5 619

Ciclo Revisão (semanas)	
Stock Segurança	2 428
Stock máximo (M)	8 658
Quantidade Ótima	8000

Simulação de Aumento	25%
Méd. consumo + simulação	1 262

Registo (passado)	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Atual	1440	884	1200	1348	1440	1440	1440	1540	720	1200	984	1440

Forecast Tridéc	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262	1 262
Sugestão	0	0	0	0	0	0	0	6600	0	0	0	0
Stock Corrente	9 811	8 549	7 287	6 025	4 763	3 501	2 239	7 577	6 315	5 053	3 791	2 529
Valor	1 756,17 €	1 530,27 €	1 304,37 €	1 078,48 €	852,58 €	626,68 €	400,78 €	1 356,28 €	1 130,39 €	904,49 €	678,59 €	452,69 €
Ciclo Revisão	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sugestão	0	0	0	3300	0	0	0	3300	0	3300	0	3300
Stock Corrente	9 811	8 549	7 287	9 325	8 063	6 801	5 539	7 577	6 315	5 053	3 791	2 529
Valor	1 756,17 €	1 530,27 €	1 304,37 €	1 669,18 €	1 443,28 €	1 217,38 €	991,48 €	1 356,28 €	1 130,39 €	904,49 €	678,59 €	452,69 €

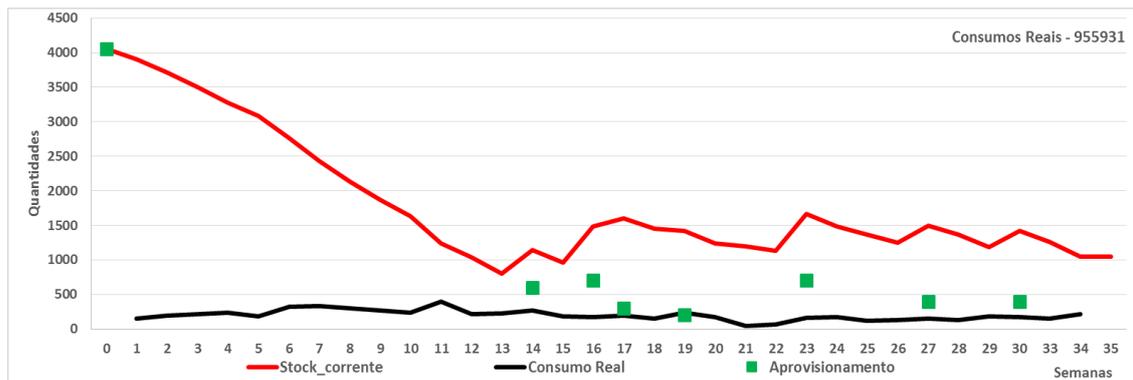
Previsão A.E.S	1080	1080	1080	1070	1141	1084	1150	1148	1024	1016	1009	953
Sugestão	0	0	0	0	0	0	0	0	6600	0	0	0
Stock Corrente	9 993	8 913	7 833	6 753	5 673	4 593	3 513	2 433	7 816	6 736	5 656	4 576
Valor	1 788,75 €	1 595,43 €	1 402,11 €	1 210,58 €	1 019,06 €	827,54 €	636,02 €	444,50 €	1 199,06 €	1 007,54 €	816,02 €	624,50 €
Ciclo Revisão	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sugestão	0	0	0	3300	0	0	0	3300	0	3300	0	3300
Stock Corrente	9 993	8 913	7 833	10 063	8 922	7 838	6 688	8 840	7 816	6 792	5 768	4 744
Valor	1 788,75 €	1 595,43 €	1 402,11 €	1 801,28 €	1 597,04 €	1 405,00 €	1 197,15 €	1 582,36 €	1 399,06 €	1 207,50 €	1 014,96 €	822,42 €

M. Holt-Winters	852	882	846	1381	975	1006	960	1561	1098	1129	1074	1741
Sugestão	0	0	0	0	0	0	0	0	6600	0	0	0
Stock Corrente	10 221	9 339	8 493	7 112	6 137	5 131	4 171	2 610	8 112	6 983	5 909	4 168
Valor	1 829,56 €	1 674,68 €	1 520,25 €	1 273,05 €	1 098,52 €	918,45 €	746,61 €	467,19 €	1 452,05 €	1 249,96 €	1 057,71 €	746,07 €
Ciclo Revisão	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sugestão	0	0	0	0	0	0	0	3300	0	0	0	3300
Stock Corrente	10 221	9 339	8 493	7 112	6 137	5 131	4 171	9 210	8 112	6 983	5 909	4 168
Valor	1 829,56 €	1 674,68 €	1 520,25 €	1 273,05 €	1 098,52 €	918,45 €	746,61 €	1 648,59 €	1 452,05 €	1 249,96 €	1 057,71 €	746,07 €

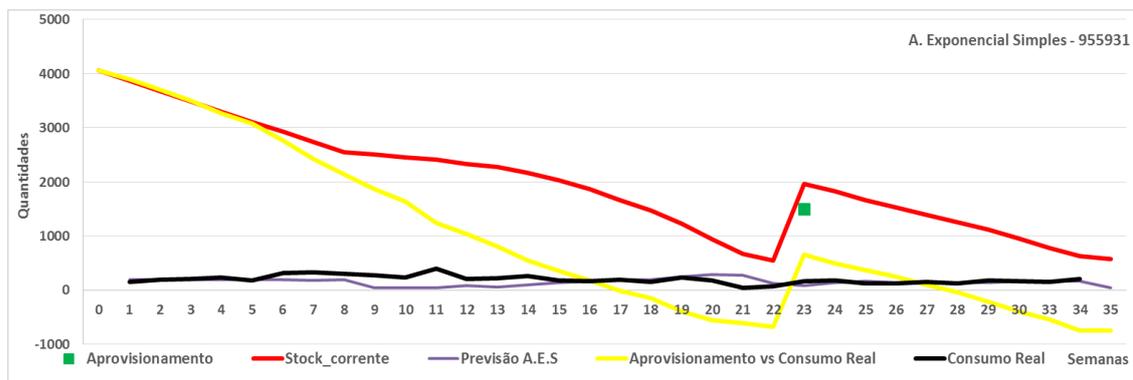
Modelo Sugerido Holt-Winters

## ANEXO H – MODELOS DE PREVISÃO E APROVISIONAMENTO – SKU 955931

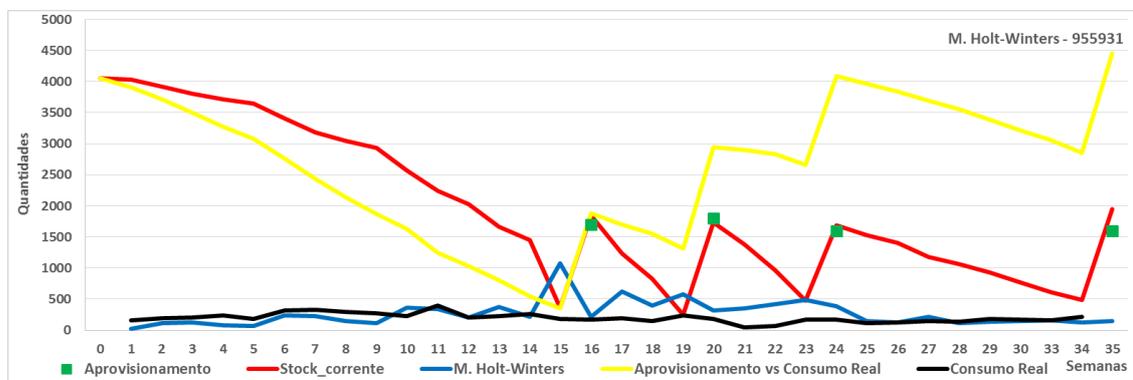
### Movimentos Reais



### Simulação da Evolução do stock pelo modelo A. Exponencial Simples



### Simulação da Evolução do stock pelo modelo Holt-Winters



Week	35
Data ABC XYZ	30/08/2016
Data	01/09/2016
Week	35

Teste

Definir SUGESTÃO - Qty Maxima

Nível de Serviço 97,50%

SKU	955931	Peça 2054	Stock Atual	1 029
Supplier	CAOLI			

Informação Vantagem	
Lead Time	10
Qty mínima	600
Ordem mínima	100
Qty máxima	0
Preço	0,18 €
Sugestão_Qty Maxima	2000

Classificação	CX
Categoria	Continua
Média do Consumo	191
Desvio Padrão	99,46
Stock Seguranga	276
Ponto de Encomenda	658

Ciclo Revisão (semanas)	
Stock Seguranga	436
Stock máximo (M)	1 391
Quantidade Otima	2000

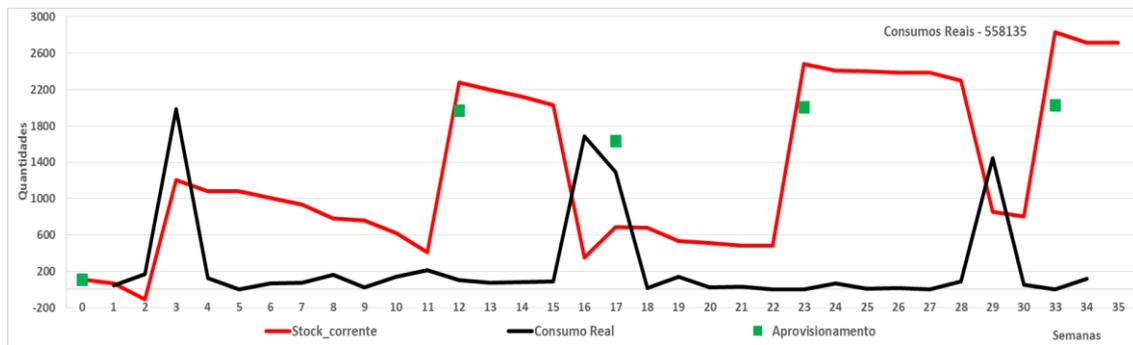
Simulação de Aumento	25%
Méd. consumo + simulação	177

Registo (passado)	Consumption - Next 3 months											
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Forecast Tridec	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177
Sugestão	852	675	498	1 921	1 744	1 567	1 390	1 213	1 036	859	682	505
Valor	150,63 €	119,33 €	88,04 €	339,61 €	308,32 €	277,03 €	245,74 €	214,45 €	183,15 €	151,86 €	120,57 €	89,28 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	1 400	1 400	1 400	500	500	500	1 836	1 836	1 836	1 836	1 836	1 836
Stock Corrente	852	675	1 898	1 721	1 544	1 367	1 190	1 013	836	659	482	305
Valor	150,63 €	119,33 €	339,55 €	304,26 €	272,96 €	240,07 €	207,78 €	175,48 €	143,19 €	110,90 €	78,60 €	46,31 €
Revisão Periódica	45	45	67	165	174	119	125	152	131	178	168	155
Sugestão	0	0	0	0	0	1500	0	0	0	0	0	0
Valor	173,96 €	166,01 €	154,16 €	124,99 €	94,23 €	338,38 €	316,28 €	289,41 €	266,25 €	234,78 €	205,08 €	177,67 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	1100	0	0	400	0	0	400	0	0	500
Stock Corrente	984	939	1 972	1 807	1 633	1 460	1 286	1 113	939	766	593	420
Valor	173,96 €	166,01 €	349,46 €	288,70 €	237,00 €	195,33 €	153,66 €	112,00 €	70,33 €	28,66 €	11,99 €	2,32 €
Revisão Periódica	56	86	216	233	62	94	236	254	67	102	255	275
Sugestão	0	0	0	800	0	0	0	0	800	0	0	0
Valor	172,02 €	156,81 €	118,63 €	77,43 €	349,34 €	332,72 €	291,00 €	246,09 €	216,21 €	171,13 €	122,52 €	83,93 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	1200	0	0	500	0	0	600	0	0	400
Stock Corrente	973	887	1 871	1 638	1 576	1 482	1 388	1 294	1 200	1 106	1 012	918
Valor	172,02 €	156,81 €	330,77 €	289,58 €	278,62 €	250,40 €	221,22 €	192,04 €	162,86 €	133,68 €	104,50 €	75,32 €

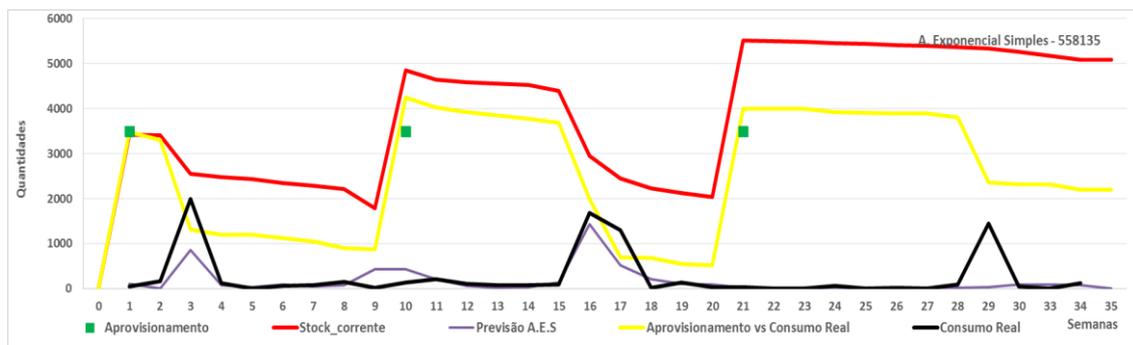
Modelo Sugerido Holt-Winters

## ANEXO I – MODELOS DE PREVISÃO E APROVISIONAMENTO – SKU 558135

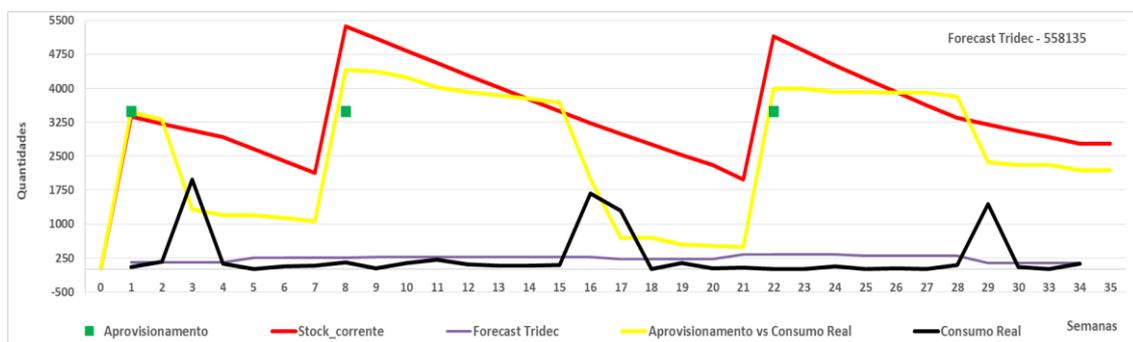
### Movimentos Reais



### Simulação da Evolução do stock pelo modelo A. Exponencial Simples



### Simulação da Evolução do stock pelo Forecast



Week	35
Data ABC_XYZ	30/08/2016
Data	01/09/2016

Nível de Serviço	95,00%
------------------	--------

SKU	558135	Tubo 4090	Stock Atual	2 639
Supplier	BENPAD			

Informação Vantage	
Lead Time	44
Qty mínima	1 500
Ordem mínima	3 500
Qty máxima	0
Preço	5,22 €
Sugestão_Qty Maxima	6000

Classificação	AZ
Categoria	Errática
Média do Consumo	212
Desvio Padrão	441,61
Stock_Segurança	2 162
Ponto de Encomenda	4 027

Ciclo Revisão (semanas)	
Stock_Segurança	2 503
Stock máximo (M)	5 005
Quantidade Ótima	6000

Current Forecast	30%
Simulação de Aumento	199
Méd. consumo + simulação	199

Teste

Definir SUGESTÃO - Qty Maxima

Registo (passado)	Atual	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
		20,89	17,72	14,8	0	105,39	3	854,99	83,2	36,2	95,88	52,79	72,16

Revisão Contínua	Forecast Tridec	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199
Revisão Periódica	Sugestão	2 440	2 241	2 042	5 343	5 144	4 945	4 746	4 547	4 348	4 149	3 950	3 751
Valor		12 743,97 €	11 704,42 €	10 664,86 €	27 908,89 €	26 869,34 €	25 829,79 €	24 790,24 €	23 750,68 €	22 711,13 €	21 671,58 €	20 632,03 €	19 592,48 €
Ciclo Revisão		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sugestão		3500			3500				3500				0
Stock Corrente		2 440	2 241	2 042	5 343	5 144	4 945	4 746	8 047	7 848	7 649	7 450	7 251
Valor		12 743,97 €	11 704,42 €	10 664,86 €	27 908,89 €	26 869,34 €	25 829,79 €	24 790,24 €	42 034,26 €	40 994,71 €	39 955,16 €	38 915,61 €	37 876,06 €

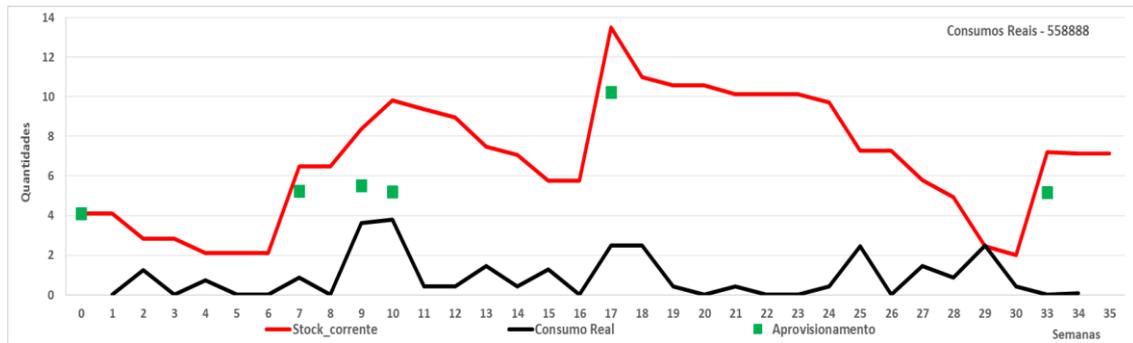
Revisão Contínua	Previsão A.E.S	31	32	32	32	34	34	34	34	36	36	75	75
Revisão Periódica	Sugestão	2 607	2 575	2 543	2 511	2 477	2 443	2 409	2 375	2 339	2 264	2 189	2 116
Valor		13 619,65 €	13 452,48 €	13 285,32 €	13 118,16 €	12 950,99 €	12 783,83 €	12 616,67 €	12 449,51 €	12 282,35 €	12 115,19 €	11 948,03 €	11 780,87 €
Ciclo Revisão		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sugestão		3500			3500				3500				0
Stock Corrente		2 607	2 575	2 543	6 011	5 977	5 943	5 909	9 375	9 339	9 264	9 189	9 116
Valor		13 619,65 €	13 452,48 €	13 285,32 €	31 401,74 €	31 224,12 €	31 046,51 €	30 868,90 €	48 974,87 €	48 786,81 €	48 598,75 €	48 410,69 €	48 222,63 €

Revisão Contínua	M. Prob. Binomial	0	212	212	212	212	0	212	0	0	0	212	212
Revisão Periódica	Sugestão	2 639	2 427	2 215	2 003	5 291	5 079	5 079	5 079	5 079	5 079	4 867	4 655
Valor		13 783,52 €	12 676,06 €	11 568,60 €	10 461,13 €	27 637,25 €	27 637,25 €	26 529,79 €	26 529,79 €	26 529,79 €	26 529,79 €	25 422,33 €	24 314,86 €
Ciclo Revisão		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sugestão		3500			3500				3500				0
Stock Corrente		2 639	2 427	2 215	5 503	5 291	5 291	5 079	8 579	8 579	8 579	8 367	8 155
Valor		13 783,52 €	12 676,06 €	11 568,60 €	28 744,71 €	27 637,25 €	27 637,25 €	26 529,79 €	44 813,37 €	44 813,37 €	44 813,37 €	43 705,91 €	42 598,44 €

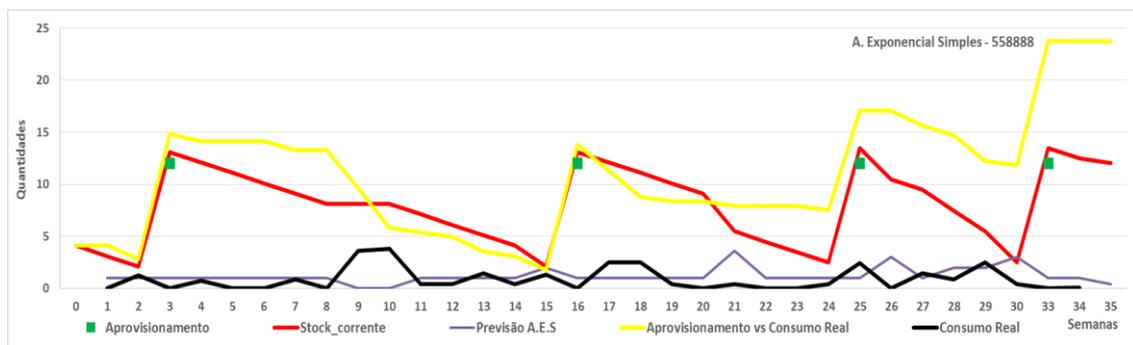
Modelo Sugerido Forecast Tridec

## ANEXO J – MODELOS DE PREVISÃO E APROVISIONAMENTO – SKU 558888

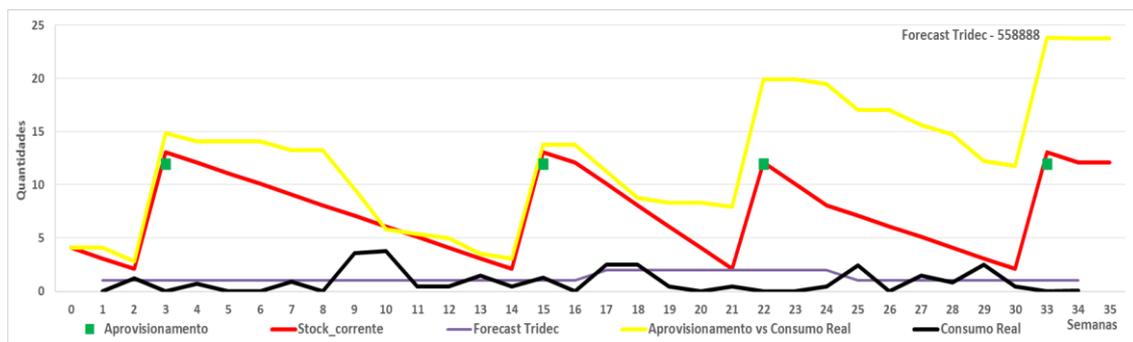
### Movimentos Reais



### Simulação da Evolução do stock pelo modelo A. Exponencial Simples



### Simulação da Evolução do stock pelo Forecast



Week	35
Data ABC_XYZ	30/08/2016
Data	01/09/2016
	35

Teste

Nível de Serviço 95,00%

SKU	558888	Round 3665	Stock Atual	7
Supplier	IMSOVA			

Informação Vantage	
Lead Time	12
Qty mínima	3
Ordem mínima	6
Qty máxima	12
Preço	79,61 €
Sugestão_Qty Maxima	

Revisão Contínua	Classificação	BY
	Categoria	Irregular
	Média do Consumo	1
	Desvio Padrão	1,08
	Stock Seguranga	3
	Ponto de Encomenda	5
Revisão Periódica	Ciclo Revisão (semanas)	3
	Stock Seguranga	4
	Stock máximo (M)	8
	Quantidade Ótima	12

Current Forecast	Simulação de Aumento	25%
	Méd. consumo + simulação	1,0

Registo (passado)	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	0	0,82	0	1,46	0	3,96	0	0	0	0	0	1,46

Consumption - Next 3 months

Forecast Tridéc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sugestão	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
Stock Corrente	6	5	4	3	2	13	12	11	10	9	8	7
Valor	488,79 €	409,18 €	329,57 €	249,97 €	170,36 €	1.046,03 €	966,43 €	886,82 €	807,21 €	727,61 €	648,00 €	568,39 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	12	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Stock Corrente	6	5	16	15	14	13	12	11	16	15	14	13
Valor	488,79 €	409,18 €	1.284,85 €	1.205,25 €	1.125,64 €	1.046,03 €	966,43 €	886,82 €	1.284,85 €	1.205,25 €	1.125,64 €	1.046,03 €

Previsão A.E.S	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sugestão	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
Stock Corrente	7	6	5	4	3	14	13	12	11	10	9	8
Valor	534,16 €	454,55 €	374,95 €	295,34 €	215,73 €	1.091,41 €	1.011,80 €	932,20 €	852,59 €	772,98 €	693,38 €	613,77 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	12	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Stock Corrente	7	6	17	16	15	14	13	12	17	16	15	14
Valor	534,16 €	454,55 €	1.330,23 €	1.250,82 €	1.171,02 €	1.091,41 €	1.011,80 €	932,20 €	1.330,23 €	1.250,82 €	1.171,02 €	1.091,41 €

M. Prob. Binomial	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
Sugestão	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
Stock Corrente	7	6	5	5	4	3	3	2	13	12	12	12
Valor	568,39 €	488,79 €	409,18 €	409,18 €	329,57 €	249,97 €	249,97 €	170,36 €	1.046,03 €	966,43 €	966,43 €	966,43 €
Ciclo Revisão	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sugestão	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Corrente	7	6	11	11	10	15	15	14	13	12	12	12
Valor	568,39 €	488,79 €	886,82 €	886,82 €	807,21 €	1.205,25 €	1.205,25 €	1.125,64 €	1.046,03 €	966,43 €	966,43 €	966,43 €

Modelo Sugerido AES