



**Paulo Jorge da  
Silva Baptista**

**Planeamento e gestão de peças de substituição**



**Paulo Jorge da  
Silva Baptista**

## **Planeamento e gestão de peças de substituição**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial realizado sob a orientação científica da Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais e em especial à minha tia-avó pelo constante apoio, compreensão e incentivo.

## **o júri**

presidente

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Leonor da Conceição Teixeira**  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor José Fernando da Costa Oliveira**  
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Maria Pinto de Moura**  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Dedico este trabalho a todas as pessoas que me apoiaram durante o meu percurso académico. Um especial agradecimento aos meus pais, irmãs e tia-avó pelo incondicional apoio, esforço e valores transmitidos. A vós, muitíssimo obrigado. Agradeço ainda à minha namorada pelo suporte dado nestes últimos anos.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Ana Moura, pela elevada disponibilidade na fase final do projeto e ainda ao Prof.<sup>o</sup> José Vasconcelos pelo apoio prestado. Finalmente, agradeço ao grupo de trabalho que me acolheu durante 9 meses e que me transmitiu conhecimentos chave, não só em termos profissionais como também pessoais. Um especial obrigado à Eng.<sup>a</sup> Isabel Soares pela confiança depositada ao longo do estágio e à ilha do Planeamento, nomeadamente, Inês Silva, Sara Marques, Fátima Gonçalves e Emília Andrade.

**palavras-chave**

Logística, Peças de Substituição, Planeamento, *Procurement*, *Stock* de Segurança, Serviço ao Cliente

**resumo**

Com o decrescimento do mercado e a redução do nível de vendas, as peças de substituição constituem uma importante fonte de receita para as empresas. O nível de serviço, é atualmente um fator extremamente importante e diferenciador da concorrência e por isso, as empresas procuram cada vez mais a otimização dos seus processos para reduzir custos e por outro lado, aumentar a satisfação do cliente. O Planeamento e gestão de peças de substituição são deveras importantes para a empresa onde se desenvolve este trabalho, pois envolvem inúmeros recursos e custos que podem ser melhorados.

O presente projeto relaciona-se com o planeamento e gestão de peças de substituição que é atualmente afetado negativamente pelas características do mercado Ibéria. Assim pretende-se avaliar os processos atuais de ambos os mercados e propor alternativas que permitam obter melhores resultados para as áreas afetadas. O projeto contempla ainda proposta e consequente melhoria do plano de cargas de peças de substituição para os diversos mercados. Assim, depois de verificar os motivos de entropia, decidiu-se alinhar o *timing* de MRP com os aparelhos finais. Para a expedição, foram realizadas algumas simulações que constituíram o *input* para a parametrização e alteração do algoritmo no sistema SAP. Como resultado deste projeto, o planeamento de peças de substituição e a tarefa do *procurement* tornou-se muito mais simples. O plano de cargas, aliviou o número de decisões e permitiu a melhoria do nível de serviço.

**keywords**

Logistics, Spare Parts, Planning, Procurement, Safety Stock, Customer Service

**abstract**

With the decrease of the market and reducing of sales level, spare parts are an important source of revenue for companies. The service level is currently an extremely important differentiator from competition and because of that, firms seek increasingly the optimization of their processes to reduce costs and on the other hand, increase customer satisfaction. The planning and management of spare parts are really important for the company where this project was developed because they involve many resources and costs that can be improved.

This project relates to the planning and management of spare parts that is currently adversely affected by the characteristics of Iberia market. It is intended to evaluate the current processes of both markets and propose alternatives that achieve better results for the affected areas. This project also includes the proposal and improvement of ship plan for all markets. Thus, after have checked the motives for this entropy, we have decided to align the timing of MRP with the final equipment. For the expedition, were effected some simulations that constituted the input for the parameterization and changes in the algorithm for the system SAP. As the result of this project the planning of spare parts and the task of procurement has become more simple. The ship plan, eased the number of decisions and allowed the improvement of service level.

## Índice de Conteúdos

1. Introdução .....	1
1.1 Peças de Substituição .....	1
1.2 Estrutura do relatório .....	2
2. Enquadramento teórico .....	3
2.1 Gestão Logística.....	3
2.2 Previsões .....	7
2.2.1 Métodos de previsão .....	9
2.2.2 Eficiência previsões para peças de substituição.....	9
2.3 Gestão de Stocks .....	11
2.3.1 Motivações para manter <i>stocks</i> .....	11
2.3.2 Tipos de <i>Stocks</i> .....	12
2.4 Políticas de gestão de <i>stocks</i> .....	15
2.4.1 Modelos determinísticos .....	15
2.4.2 Modelos Estocásticos .....	18
2.5 Análise ABC.....	21
2.6 Serviço ao cliente.....	22
3. O planeamento de peças de substituição na Bosch Termotecnologia .....	23
3.1 Apresentação da empresa .....	23
3.1.1 Grupo Bosch .....	23
3.1.2 Bosch Termotecnologia .....	24
3.1.3 Departamento logístico da Bosch Termotecnologia .....	25
3.1.4 Planeamento e <i>Procurement</i> na Bosch Termotecnologia .....	26
3.2 O planeamento das peças de substituição na Bosch Termotecnologia.....	27
3.2.2 Objetivos a atingir .....	33
3.2.3 Metodologia de abordagem.....	34
4. Resultados obtidos.....	35
4.1 Situação atual do Planeamento de peças de substituição para Portugal e Espanha .....	35
4.1.1 Portugal.....	35
4.1.2 Espanha.....	36
4.2 Situação futura do Planeamento de peças de substituição para Portugal e Espanha .....	38
4.2.1 Portugal.....	38
4.2.2 Espanha.....	39
4.3. Plano de cargas.....	40
4.4 Plano de cargas - situação futura .....	45



4.5	Percentagem ótima de reserva de <i>stock</i> de segurança .....	46
4.5.1	Percentagem de reserva de <i>stock</i> de segurança: 75% .....	47
4.5.2	Percentagem de reserva de <i>stock</i> de segurança: 70% .....	51
4.6	<i>Point CIP</i> .....	53
5.	Conclusões.....	59
5.1	Reflexão sobre trabalho realizado.....	59
5.2	Trabalho futuro - quantidade mínima de produção e <i>stock</i> de segurança.....	60
	Referências Bibliográficas .....	63

## Índice de Figuras

Figura 1: Processo gestão logística .....	4
Figura 2: Triângulo Planeamento Logístico .....	5
Figura 3: Consumo tipo peças de substituição .....	7
Figura 4: Classificação peças de substituição .....	8
Figura 5: Quantidade económica encomenda .....	17
Figura 6: Modelo de Revisão Contínua .....	19
Figura 7: Modelo de Revisão Periódica.....	20
Figura 8: Análise ABC .....	21
Figura 9: Custos Serviço ao Cliente.....	22
Figura 10: Áreas de negócio grupo Bosch e distribuição volume faturação .....	23
Figura 11: Evolução Bosch Termotecnologia SA.....	24
Figura 12: Organigrama do departamento de Logística .....	25
Figura 13: Representação fluxo materiais entre AvP, Service Provider e restantes mercados .....	29
Figura 14: Representação consumos da peça de substituição A.....	30
Figura 15: Metodologia projeto.....	34
Figura 16: Processo encomenda Espanha .....	36
Figura 17: <i>Swimlane</i> Plano de cargas.....	41
Figura 18: Fluxo entre AvP e Service Provider.....	42
Figura 19: Painel inicial transação SAP.....	52
Figura 20: Representação Point CIP.....	54
Figura 21: Quadro <i>Point CIP</i> .....	55
Figura 22: Detalhe quadro Point CIP.....	56



## Índice de Tabelas

Tabela 1: Consumos reais peça de substituição A .....	30
Tabela 2: Cenário atual com distribuição de <i>stock</i> pelas encomendas pendentes no sistema .....	32
Tabela 3: Processo atual de planeamento de peças de substituição para Portugal.....	35
Tabela 4: Processo atual de planeamento de peças de substituição para Espanha.....	37
Tabela 5: Processo futuro de planeamento de peças de substituição para Portugal .....	38
Tabela 6: Processo futuro de planeamento de peças de substituição para Espanha.....	39
Tabela 7: Exemplo algoritmo atual plano de cargas .....	44
Tabela 8: Exemplo algoritmo futuro plano de cargas .....	46
Tabela 9: Simulação para 75% reserva <i>stock</i> de segurança .....	48
Tabela 10: Simulação para 70% reserva <i>stock</i> de segurança .....	51
Tabela 11: Motivos falhas .....	55
Tabela 12: Evolução nível de serviço .....	57



## Lista de Abreviaturas

AvP	-	Fábrica de Aveiro
BPS	-	<i>Bosch Production System</i>
BT	-	Bosch Termotecnologia
CIP	-	<i>Continuous Improvement Process</i>
EDI	-	<i>Electronic Data Interchange</i>
JIT	-	<i>Just in Time</i>
KPI	-	<i>Key Performance Indicator</i>
LOG1	-	Gestão de Clientes
LOG2	-	Planeamento, Aprovisionamento e Gestão de Clientes Ibéria
MRP	-	<i>Material Requirements Planning</i>
MTD	-	<i>Month to date</i>
NA	-	<i>Not Available</i>
Ordplas	-	Ordens de Planeamento
RT	-	<i>Replenishment Time</i>
SL1	-	<i>Service Level</i> – mercado ibérico
SP	-	<i>Service Provider</i>
TQM	-	<i>Total Quality Maintenance</i>



# 1. Introdução

## 1.1 Peças de Substituição

Presentemente, quando se pretende desenvolver um produto, na fase de desenvolvimento e projeto, é difícil conceber algo que desempenhe a sua função durante todo o seu ciclo de vida. Existem diferentes fatores que podem interromper o ciclo de vida de um produto, como por exemplo as limitações tecnológicas, condições ambientais, entre outros. Por este mesmo motivo, a necessidade de suporte, nomeadamente, auxílio ao cliente, é vital para evitar paragens prolongadas ao aparelho. O suporte ao produto, normalmente designado como serviço pós venda, consiste numa das formas que os produtores têm de oferta de um serviço aos seus clientes, com vista a que estes extraiam o máximo possível dos produtos adquiridos. Do lado do produtor, é extremamente importante planear de forma cuidada as peças de substituição, pois de outra forma, o cliente final pode aguardar imenso tempo se necessitar de efetuar algum tipo de reparação. As peças de substituição constituem um produto de suporte que, podem ser distinguidas de duas formas: reparáveis ou não reparáveis. O planeamento de peças de substituição e a sua logística influenciam de forma positiva o custo do ciclo de vida do produto. A disponibilidade de peças de substituição é hoje em dia um problema para as organizações pois, a sua procura é de certa forma irregular. Posto isto, é necessário a criação de *stock* de peças de substituição minimizando mais uma vez o custo do ciclo de vida do produto. No entanto, o *stock* deve ser calculado de forma coerente e tendo em conta os seguintes fatores: criticidade da peça, custo de compra ou produção, distância ao fornecedor quando aplicável e o seu lead time. O principal objetivo de qualquer inventário é atingir um nível de serviço adequado com o mínimo risco de falha e o mínimo investimento. A gestão despertou o seu interesse pelas peças de substituição, a partir do momento que constataram que os investimentos em *stock* eram elevados, devido em grande parte ao excessivo número de peças. Assim, um dos seus objetivos consiste em minimizar os níveis de *stock*, maximizando por outro lado, a performance de serviço e consequentemente o sistema de Gestão de Peças de substituição.

O projeto aqui apresentado insere-se na área da Logística, mais propriamente no planeamento e gestão de peças de substituição. Pretende-se com este estudo, otimizar o planeamento de peças de substituição e ainda os níveis de *stock* no armazém. Para além disso, é objetivo deste estudo avaliar e melhorar a expedição de peças com vista a aumentar o nível de serviço ao cliente.



## **1.2 Estrutura do relatório**

O presente trabalho encontra-se estruturado nos demais quatro capítulos.

No segundo capítulo é feito o enquadramento teórico abordando os temas subjacentes ao projeto. Os temas abordados são fundamentais para a elaboração do projeto pois ajudam a analisar e obter conclusões acerca do mesmo. A logística, previsões e gestão de *stocks* foram alvo de destaque pois relacionam-se em tudo com o tema do projeto.

O capítulo seguinte (Capítulo 3), inicia-se com a apresentação da empresa onde decorreu o projeto, salientando os seus marcos mais importantes e produtos. Neste mesmo capítulo, é feita uma descrição sucinta do Planeamento e gestão de peças de substituição atual.

O quarto capítulo inclui as propostas de melhoria e ainda os resultados obtidos.

O último capítulo contém as conclusões e sugestões de melhoria para o Planeamento e gestão de peças de substituição.

## 2. Enquadramento teórico

### 2.1 Gestão Logística

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010) define gestão logística como sendo a parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla o eficiente e eficaz fluxo direto e indireto bem como o armazenamento de produtos, serviços e informação relacionada com o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a ir de encontro com as necessidades dos clientes. Na bibliografia encontram-se diversas definições de Logística, tais como, Ballou (2004) que afirma que a Logística é um processo e que inclui todas as atividades importantes para a disponibilização de bens e serviços aos consumidores quando e onde estes quiserem adquiri-los. No centro de uma empresa encontram-se as operações que são responsáveis pela produção e entrega do produto ao cliente. Existem inúmeros *inputs*, nomeadamente, matéria-prima, recursos humanos, equipamento e informação que executam determinadas operações e criam o *output* final, ou seja os produtos que são transferidos para os clientes (Waters, 2007). É claramente visível o fluxo de materiais, desde os fornecedores, passando pelas operações e terminando nos clientes.

A gestão logística tem evoluído de forma positiva ao longo dos anos, integrando áreas extremamente importantes e fundamentais para o sucesso das organizações. Por um lado, a produção e as operações sempre tiveram em conta a otimização de custos alcançados através da longa produção, *set-up's* reduzidos e *standardização* dos produtos. Atualmente, a vantagem competitiva é obtida através da variedade, elevados níveis de serviço e finalmente, mudança frequente de produtos. Por outro lado, a orientação para o cliente é cada vez mais um requisito primordial para a sobrevivência das organizações. Contudo, tendo em conta o novo paradigma atual, a gestão de produção teve de agilizar os seus processos com o objetivo de acompanhar o mercado. Deste modo, registaram-se várias alterações ao nível produtivo, com o desenvolvimento de novas metodologias, nomeadamente, *Materials Requirement Planning* (MRP), *Just in Time* (JIT) e finalmente *Total Quality Management* (TQM). Pela figura seguinte (Fig. 1), é perceptível que o *Procurement*<sup>1</sup> também desempenha um papel com bastante influência na Logística e por isso mesmo integra-se no processo logístico, com vista a criar uma vantagem competitiva sustentável. Para além disso, a logística tal como foi referido anteriormente integra todos os processos,

---

<sup>1</sup> Aquisição de bens ou serviços. O processo *procurement* contempla todas as atividades desde a entrada até ao momento da produção.

planeando e criando uma estrutura que contemple as necessidades do mercado e as transforme num plano de produção que por sua vez se conecta ao planeamento do *procurement*.

Segundo Christopher (2011), o verdadeiro objetivo da missão logística é substituir os planos singulares do Marketing, Distribuição, Produção e *Procurement* por um só que integre todas estas áreas.

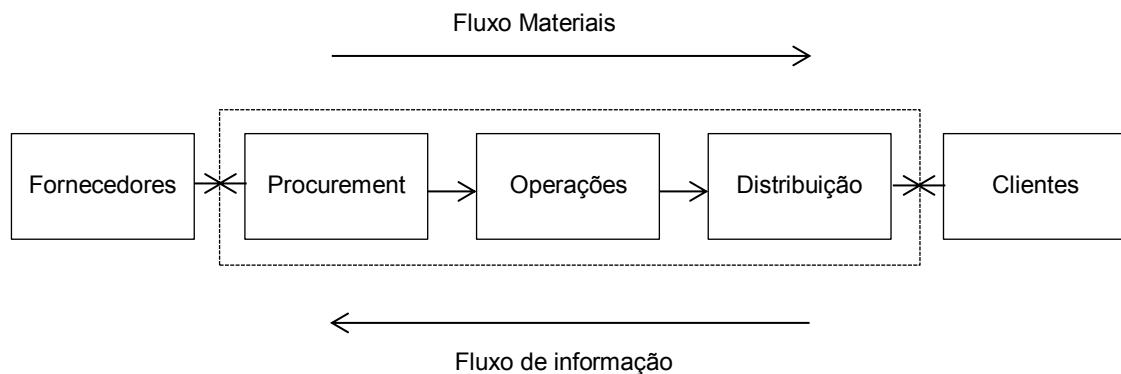


Figura 1: Processo gestão logística [Adaptado de Christopher (2011)]

## Planeamento Logístico

O planeamento logístico desenvolve-se em três níveis distintos: estratégico, tático e operacional. A base de distinção destes três níveis é apenas o horizonte temporal, ou seja, o planeamento estratégico é considerado de longo prazo, o planeamento tático tem um horizonte temporal intermédio e por fim o planeamento operacional diz respeito à tomada de decisões no curto prazo. Para além disso, o planeamento Logístico envolve quatro áreas fundamentais, nomeadamente nível de serviço ao cliente, estratégia de localização das instalações, estratégia de gestão de *stocks* e finalmente estratégia de transportes (ver figura 2). O nível de serviço ocupa o centro do «triângulo de planeamento Logístico» uma vez que é o resultado pretendido do Planeamento Logístico. Estas áreas estão inter-relacionadas e devem ser planeadas como uma unidade, no entanto este facto não se verifica pois, existe usualmente um planeamento em separado. Pretende-se portanto obter a melhor combinação relativamente às três áreas que ocupam as arestas do «triângulo de planeamento Logístico» com vista a atingir o nível de serviço pré-determinado e que conduza também ao menor custo total.

O fato de todas as áreas se encontrarem relacionadas, deixam apenas dois graus de liberdade ao gestor, ou seja, uma vez definida a estratégia de localização e de transportes, a estratégia de *stocks* virá por imposição, pois terá de haver uma adaptação às decisões anteriores.



Figura 2: Triângulo Planejamento Logístico [Adaptado de Ballou (2004)]

### **1. Nível de Serviço ao Cliente**

Segundo Ballou (2004), o nível do serviço logístico proporcionado aos clientes afeta de forma radical o sistema logístico. O nível de serviço ao cliente ocupa lugar central no planeamento pois, as organizações bem como as Cadeias de Abastecimento colocam as necessidades dos seus clientes no centro da sua estratégia. É necessário, por parte das organizações oferecerem produtos de elevada qualidade associados a um serviço adequado, no entanto tendo sempre em conta a noção de espaço e tempo, ou seja, no lugar certo e no tempo certo. Por outro lado é necessário ajustar o nível de serviço oferecido juntamente com as restantes áreas, pois de nada vale oferecer um elevado serviço ao cliente se tal se revelar falível do ponto de vista económico.

### **2. Planeamento da localização das instalações**

O plano logístico tem por base a localização geográfica de determinados pontos fundamentais, como por exemplo, a localização geográfica dos fornecedores, do local onde a matéria-prima é transformada e ainda a localização dos produtos finais. Todos estes intervenientes afetam o fluxo de materiais em toda a Cadeia de Abastecimento.

### **3. Planeamento dos transportes**

O planeamento dos transportes envolve decisões como a escolha do modo de transporte, do volume de carga e ainda programação de rotas. As restantes áreas apresentam influência no planeamento de transportes, pois a localização mais próxima do cliente pode influenciar na escolha do meio de transporte. Assim, se a localização for relativamente próxima, é possível utilizar meios mais pequenos e económicos dispensando a consolidação de cargas. Por outro lado, se o meio de transporte for relativamente mais lento, os níveis de *stock* tanto no fornecedor como cliente serão tendencialmente superiores.

### **4. Planeamento dos *stocks***

Os *stocks* desempenham igualmente um papel muito importante para o correto fluxo da cadeia de Abastecimento. É atualmente uma das áreas de elevado interesse por parte dos gestores pois acarretam custos para as empresas. Relativamente ao planeamento dos *stocks*, é importante que as empresas definam que produtos devem ser mantidos em *stock* e quais as condições em que devem ser repostos. A estratégia utilizada pela empresa vai influenciar a localização das instalações e por isso deve ser considerada na estratégia logística.

Resumidamente e segundo Carvalho (2010), o planeamento logístico e a Cadeia de Abastecimento, dependem da forma como é definido o nível de serviço ao cliente, a estratégia de localização das instalações, a estratégia dos transportes e finalmente a estratégia de gestão de *stocks*.

## 2.2 Previsões

A disponibilidade de peças de substituição constitui um fator crucial para as diversas reparações e manutenções. *Stocks* insuficientes apenas ajudam a prolongar a “paragem do aparelho”, para além de provocarem enorme insatisfação no cliente final. No ambiente industrial, as previsões desempenham um papel extremamente importante pois, através de uma correta previsão, as empresas conseguem planear e organizar a produção, bem como gerir os seus níveis de *stocks*. Segundo Manzini (2010), comparando com outros produtos, as peças de substituição apresentam um comportamento bastante peculiar. Para além disso, o seu consumo não é contínuo e requer usualmente a criação de *stock* para um elevado número de peças de substituição (figura 3).

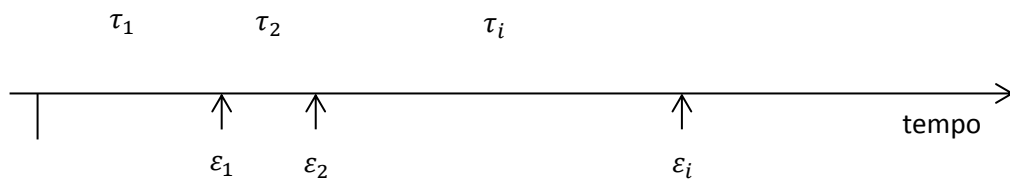


Figura 3: Consumo tipo peças de substituição [Adaptado de Manzini (2010)]

Os parâmetros usualmente adotados para caracterizar as propriedades das peças de substituição são os seguintes:

**ADI (Average interdemand interval):** corresponde à média de tempo entre dois consumos consecutivos. Esta variável é expressa em unidade de tempo.

**CV<sup>2</sup> (Squared coeficiente of variation):** desvio padrão dos consumos a dividir pela média de consumos.

$$ADI = \sum_{i=1}^N \tau_i \quad (1)$$

$$CV^2 = \left( \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \tau_i (\varepsilon_{\tau_i} - \varepsilon_{\alpha})^2}{N}}}{\varepsilon_{\alpha}} \right) \quad (2)$$

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_{\tau i}}{N} \quad (3)$$

Onde,

- $\varepsilon_{\tau i}$  - Procura peça substituição
- $\tau_i$  - Intervalo de tempo entre dois consumos consecutivos
- N - Número de intervalos analisados

Após vários estudos realizados por diversos autores, foram introduzidos padrões de peças de substituição de acordo com os valores de *ADI* e *CV*<sup>2</sup>. Em particular, sugeriram diferentes valores de *cutoff* para a classificação dependendo do contexto de aplicação. De acordo com o estado e dimensão da procura, podemos ter a seguinte classificação:

- *Intermittent demand* (procura descontinua): procura esporádica, tendo longos períodos sem consumos;
- *Erratic demand* (procura irregular): procura irregular, maior variação na quantidade do que no intervalo de consumos;
- *Smooth demand* (procura regular): procura igualmente esporádica. Quando se verifica procura, é unitária ou de reduzida quantidade.
- *Lumpy demand* (procura “rugosa”): caracterizada por longos períodos sem consumos e quando existe procura é extremamente variável. Grandes diferenças entre os diversos pedidos.

Na figura seguinte (Fig. 4) é possível observar a sua distribuição pelos diversos quadrantes.

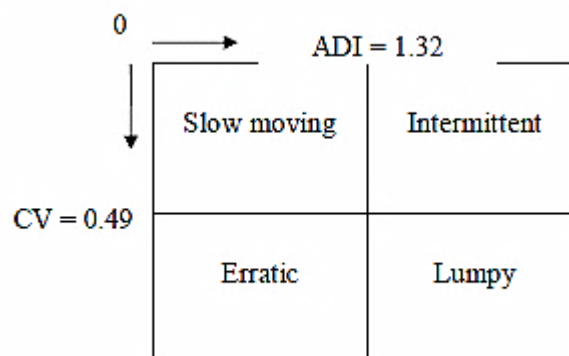


Figura 4: Classificação peças de substituição [Fonte: Manzini (2010)]

### 2.2.1 Métodos de previsão

O objetivo principal da gestão eficiente de peças de substituição é minimizar o custo total. Segundo Manzini (2010), a determinação do nível ótimo de peças de substituição requerem dois tipos de análise: a previsão de futura procura e a consequente gestão eficiente da procura. As indústrias têm tentado gerir as incertezas da procura de peças de substituição, o que originou desenvolvimento de inúmeros métodos e técnicas de previsão.

É possível adequar determinados métodos de previsão a cada uma das classificações apresentadas anteriormente. Deste modo, para as peças classificadas como *Lumpy*, *Erratic* e *Intermittent* o método que mais se adequa é o método de Croston e a sua derivação, nomeadamente, método de Syntetos-Boylan. Para as peças de substituição do tipo *Smooth*, o método de previsão apropriado é o Amortecimento Exponencial. A adequação dos métodos teve por base a sua eficácia em cada uma das categorias. A explicação em concreto de cada um dos métodos não é relevante para o projeto e por isso mesmo não serão detalhados.

### 2.2.2 Eficiência previsões para peças de substituição

Como já foi referido anteriormente, uma previsão é por natureza incerta, originando desvios do real. O erro de previsão corresponde à diferença entre o valor atual ou real e o valor previsto para a mesma série temporal. A eficiência de previsão está ligada ao erro de previsão, designado por  $E$ , sendo expresso através de uma percentagem:

$$\text{Eficiência Previsão} = (1 - E)\% \quad (4)$$

A avaliação do erro de previsão é extremamente relevante para determinar o método de previsão de acordo com a informação real em análise. A aproximação dos valores representa a robustez do método de previsão em causa. Seguidamente serão apresentados alguns métodos utilizados para determinar a eficiência da previsão. Sendo,  $A_t$  o valor atual de consumo no instante  $t$ ,  $F_t$  a previsão desse mesmo valor e  $n$  o conjunto  $(A_t \cdot F_t)$ , é possível considerar os seguintes métodos:



- **Desvio médio**

Este indicador assinala a presença ou o aparecimento de um desvio sistemático, nomeadamente presença demasiado forte ou demasiado fraca.

$$MD \text{ (mean deviation)} = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n} \quad (5)$$

- **Desvio médio quadrático**

O desvio médio quadrático, à semelhança do desvio médio absoluto pode introduzir efeitos relevantes para pares de valores com diferenças significativas, evitando compensações e controlando o desvio entre a procura real e a previsão.

$$MSD \text{ (mean square deviation)} = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (6)$$

- **Desvio médio absoluto *standard***

O consumo de peças de substituição é de certa forma irregular e contempla muitas das vezes períodos onde a procura é nula. Deste modo, o desvio médio absoluto *standard* consiste num método muito eficiente relativamente ao consumo de peças de substituição com *Intermittent Demand*.

$$SMAD \text{ (standardize MAD)} = \frac{MAD}{A^*} = \frac{MAD}{\frac{\sum_{t=1}^n A_t}{n}} \quad (7)$$

Os modelos de previsão referidos nesta secção foram seleccionados tendo em conta a adaptação aos consumos das peças de substituição. São de simples aplicação e produzem previsões aceitáveis. Mais ainda, apesar de não ter sido referido, o sistema SAP permite transpor estes modelos para o sistema, parametrizando apenas as diversas variáveis. Segundo Kappauf (2011), as funções de previsão permitem estimar e desenvolver figuras para o futuro recorrendo ao histórico de dados. Para além disso, é permitido agrupar por tipo de material o que é extremamente vantajoso para as peças de substituição.

Apesar de atualmente os modelos de previsão estarem disponíveis em diversos softwares, não é de todo apropriado confiar cegamente no seu tratamento automático. Por outro lado, a experiência e o bom senso podem contribuir para boa previsão e deteção de eventuais erros.

## **2.3 Gestão de Stocks**

O controlo e manutenção de *stocks* é um problema vital experienciado por quase todos os sectores da economia. O problema dos *stocks* consiste em ter o suficiente disponível quando os clientes assim o desejarem. Por outro lado, o seu dimensionamento deve ser razoável, ou seja, nem demais nem a menos. As organizações devem-se situar numa posição de forma a responder à procura por parte dos clientes em termos de qualidade e quantidade. As decisões relativamente à quantidade a manter em *stock* são preciosas, no entanto qualquer decisão deve ser acompanhada por um reajustamento do resto da Cadeia de Abastecimento para que o nível de serviço não tenha repercussões negativas.

Deve ser dada especial atenção à gestão de *stocks*, pois vive-se atualmente tempos de insegurança e é essencial preservar a liquidez financeira das empresas. Desta forma, os *stocks* devem ser reduzidos de forma ágil, sustentável e significativa.

### **2.3.1 Motivações para manter *stocks***

Existem inúmeras razões que motivam as organizações a manter *stock*. Bloomberg (2002) identificou cinco razões principais para a manutenção de *stocks*:

- **Economias de escala:** Uma empresa pode usufruir de economias de escala ao adquirir elevadas quantidades, pois usualmente são fornecidos descontos adicionais. Por outro lado, o transporte pode ser otimizado pois à partida será carregado maior volume. Finalmente os ciclos de produção podem ser superiores, pois existirá *stock* de matéria-prima suficiente, permitindo assim reduções de custo por unidade.
- **Balanceamento entre o fornecimento e procura:** Algumas organizações tendem a acumular *stock* ao longo do ano, para colmatar as elevadas necessidades de uma época específica. Assim ao produzir para *stock* as organizações podem manter um nível de produção estável ao longo do ano. Deste modo, a capacidade da fábrica é constante, mantendo os custos de produção relativamente baixos.

- **Especialização:** O *stock* permite às empresas com subsidiárias elevarem o seu nível de especialização. Em vez de produzirem uma enorme variedade de produtos, cada fábrica produz apenas um tipo de produto, especializando-se nessa produção. Consequentemente, as empresas usufruem de economias de escala através de longos ciclos de produção.
- **Proteção contra incertezas:** A primeira razão para que sejam mantidos níveis de *stock* diz respeito à incerteza em relação à procura. Se por alguma razão a procura aumenta, pode incorrer-se o risco de não entregar produto final ao cliente, podendo mesmo resultar na perda do cliente.
- **Interface Buffer:** O *stock* pode assegurar interfaces chave criando utilidade de tempo e lugar. As interfaces chave são as seguintes: (1) fornecedor e compras, (2) compras e produção, (3) produção e marketing, (4) marketing e distribuição, (5) distribuição e intermediário e (6) intermediário e cliente. Ao constituir *stock* nestas interfaces, assegura-se que a procura é satisfeita e que a falha de *stock* é minimizada.

### 2.3.2 Tipos de Stocks

De acordo com James R. Stock (2011), os *stocks* podem ser categorizados em seis formas distintas:

**Stock cíclico:** *Stock* que resulta do processo de reposição e é necessário com vista a responder às necessidades dos clientes sob condições controladas, ou seja, quando a empresa consegue prever a procura e tempo de reposição de forma quase perfeita. O *stock* cíclico permite a minimização dos custos ao longo da Cadeia de Abastecimento.

**Stock em trânsito:** É constituído pelos produtos armazenados nos meios de transporte, durante o serviço de transporte de um local para o outro (Ballou, 2004). Em relação ao seu cálculo de custo, os *stocks* em trânsito devem ser considerados como *stock* no ponto de origem pois, os bens ainda não estão disponíveis para venda.

**Stock de Segurança:** *Stock* extra que serve para proteger a Cadeia de Abastecimento contra eventuais flutuações da procura, atrasos de produção, atrasos de transporte e atrasos de fornecedores. É também conhecido como *Stock Buffer*, pois constitui o *buffer* entre uma operação e a operação seguinte. É vantajoso para as empresas a utilização do *stock* de segurança para

assegurar um determinado nível de serviço ao cliente e minimizar os custos da Cadeia de Abastecimento.

É possível determinar o *stock* de segurança através da seguinte fórmula, proposta por Tavares, *et al.* (1997):

$$SS = Z_{\alpha} \times \sigma \quad (8)$$

Onde,

$SS$  - *Stock* de segurança

$Z_{\alpha}$  - Fator de segurança

$\sigma$  - Desvio padrão da procura

O desvio padrão pode ser obtido por:

$$\sigma = \bar{t}\sigma_r^2 + \bar{r}^2\sigma_t^2 \quad (9)$$

Onde,

$\bar{t}$  - Tempo médio de reposição

$\sigma_t^2$  - Variância da procura por unidade de tempo

$\bar{r}$  - Procura média por unidade de tempo

$\sigma_r^2$  - Variância do tempo médio de reposição

O fator de segurança é definido em função do nível de serviço a partir da distribuição normal de probabilidade:

$$\alpha = 1 - \Phi\left(\frac{M - \mu}{\sigma}\right) = 1 - \Phi(Z_{\alpha}) \quad (10)$$

Indica o número de desvios padrão que têm de ser tomados de forma a satisfazer a proporção da área sob a curva normal do nível de serviço.

**Stock especulativo:** *Stock* criado sem ter em conta apenas a procura atual. Por exemplo, os materiais podem ser comprados em grandes quantidades para usufruir de descontos adicionais.

**Stock sazonal:** É uma forma de *stock* especulativo que envolve a acumulação de stock antes do início de uma determinada época, de forma a manter a produção estável.

**Stock morto:** Consiste em *stock* que no imediato não vai ser consumido. A maior razão para manter este tipo de *stocks* é o nível de serviço. Usualmente corresponde a *stock* consumido esporadicamente.

## **2.4 Políticas de gestão de *stocks***

A política de gestão de *stocks* é fundamental para as organizações pois, permite determinar o *stock* em armazém e a partir deste, dimensionar o espaço de armazém necessário ou mesmo optar por efetuar subcontratação. A política de gestão de *stocks* origina duas questões fundamentais: «Quando encomendar?» e «Quanto encomendar?» de forma a minimizar o custo de posse e a satisfazer a procura.

Mais uma vez, a aleatoriedade está no cerne da questão, sendo apenas possível aplicar uma determinada política de gestão de *stocks* ao conhecer as características não só da oferta como também da procura. Hoje em dia, uma empresa, para além dos seus processos internos, tem de gerir dois pontos deveras importantes, que podem influenciar toda a sua gestão, nomeadamente: fornecedores e clientes. Os fornecedores de uma empresa, ou seja, do lado da oferta, apresentam prazos de entrega, que podem ser cumpridos ou não e ainda quantidades entregues, que também podem ser as encomendadas ou não. Caso não se verifique cumprimento dos prazos de entrega e das quantidades, podemos afirmar que a oferta apresenta aleatoriedade. Esta é sem dúvida a situação mais crítica e de mais difícil gestão ao nível dos *stocks* mas muito frequente hoje em dia, pois os fornecedores também podem sofrer atrasos e problemas de produção afetando negativamente toda a cadeia de abastecimento. Os modelos estocásticos servem para responder a este tipo de situações, ou seja, quando a oferta e também a procura apresentam variabilidade. Por outro lado, se o fornecedor for fixo nas entregas e a quantidades entregues corresponderem à quantidade de encomenda, então pode-se afirmar que a oferta é determinística. A mesma analogia pode ser feita à procura, ou seja, caso sejam conhecidas as quantidades procuradas por parte dos clientes. Neste caso o modelo será do tipo determinístico.

### **2.4.1 Modelos determinísticos**

Os modelos determinísticos são utilizados quando a aleatoriedade da oferta e da procura é nula ou muito pouco significativa. Existem três modelos determinísticos, no entanto apenas será detalhado o modelo de quantidade económica de encomenda.

A quantidade económica de encomenda permite determinar a quantidade ótima que minimiza o custo total e não acarreta consequências negativas para o cliente. Seguidamente, são apresentados os custos associados aos *stocks* de forma a perceber com precisão o cálculo da quantidade económica de encomenda.

### **Custos de *stock***

Segundo Christopher (2011), os *stocks* representam cerca de 50% do ativo das organizações. Do ponto de vista Logístico, é extremamente importante reduzir o seu valor, contudo nunca interferindo com as vendas.

De acordo com Gourdin (2005), existem três tipos de custos que devem ser considerados:

#### **Custo de Posse**

Representa o custo que a empresa assume por armazenar artigos durante um determinado período de tempo. Este custo pode ser obtido através do custo de armazenamento, manuseamento, seguros associados e impostos. Os custos de posse são normalmente representados como uma percentagem, atribuindo assim um valor igual a todos os produtos.

#### **Custos de Encomenda**

Os custos de encomenda, são todos os custos associados à ação de colocar uma encomenda, incluindo o custo relacionado com os responsáveis das compras, comunicação e o manuseamento da respetiva documentação. O custo de encomenda é expresso com um valor monetário por ordem.

#### **Custos de Rutura**

O custo de rutura, inclui as vendas que são perdidas, tanto no curto prazo como no longo prazo. São provavelmente os custos mais difíceis de apurar, mas os mais importantes, pois representam custos incorridos pelos clientes quando a política de gestão de *stocks* falhou. Acima dos custos reais que possam representar, existe um custo muito maior, nomeadamente, a imagem da empresa transmitida para o mercado.

## Modelo quantidade económica de encomenda

A figura seguinte (Fig. 5) tem como objetivo, representar as funções custo de posse e custo de encomenda e sua relação no custo total. É perceptível que à medida que a quantidade a encomendar aumenta, aumenta também o custo de posse pois o *stock* médio em posse é mais elevado. Por outro lado, à medida que a quantidade a encomendar é maior, o custo de encomenda diminui, pois é necessário efetuar um menor número de encomendas. É fundamental que as organizações equilibrem estes valores de forma a encontrar a frequência de encomendas e o nível de *stock* desejado.

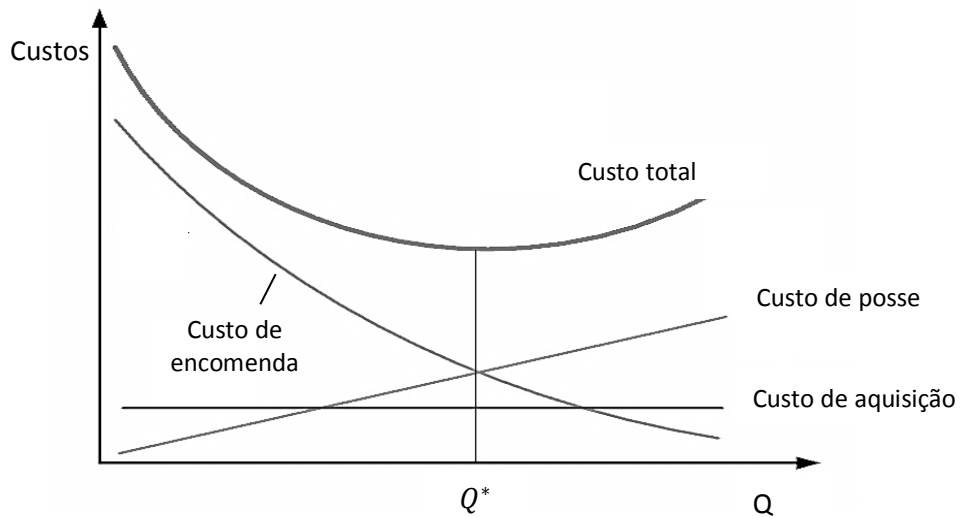


Figura 5: Quantidade económica encomenda

Para determinar a quantidade económica de encomenda é importante possuir dados relevantes de forma a apurar a verdadeira Quantidade Económica de Encomenda (QEE) e a partir daí tomar algumas decisões. A QEE corresponde ao mínimo da função custo total (Fig. 5). O cálculo da quantidade económica de encomenda pode ser obtido através da seguinte expressão (Eq. 11):



$$Q^* = \sqrt{\frac{2A_r}{C_2}} = QEE \quad (11)$$

Onde,

- A - Custo fixo de encomenda (€)
- $C_2$  - Custo de posse (€/ (unidade x tempo))
- Q - Quantidade de encomenda
- T - Tempo de Ciclo

Para além do modelo de quantidade económica de encomenda, existem ainda duas variantes utilizadas assiduamente pelas empresas, nomeadamente, modelo de quantidade económica de encomenda com descontos de quantidade e finalmente, modelo de quantidade económica de encomenda sem reposição instantânea.

#### **2.4.2 Modelos Estocásticos**

A incerteza e a irregularidade dos consumos exigem às organizações a aplicação de métodos ligeiramente mais complexos pois, existe alguma incerteza em torno de determinadas variáveis. Os *stocks* de segurança constituem neste momento um potencial aliado dos gestores pois conseguem absorver parte da irregularidade de consumos. Quanto maior for o nível de serviço que a empresa quer estabelecer para com os seus clientes, maior vai ser o *stock* de segurança necessário.

Os modelos estocásticos podem ser divididos em dois modelos distintos: modelo de revisão contínua e modelo de revisão periódica.

- **Modelo de revisão contínua**

O modelo de revisão contínua, pressupõe monitorização constante dos níveis de *stock*. De forma muito simples, o modelo consiste em estabelecer um nível fixo de reposição (ponto de encomenda), que ao ser atingido sugere um novo pedido de determinada quantidade pré-definida. A quantidade a encomendar é deste modo fixa ( $Q$ ) e o período entre encomendas é variável, dependendo do ritmo da procura. Ao contrário do que acontece com o modelo da quantidade económica de encomenda, o modelo de revisão contínua considera um valor para o *stock* de segurança. Na figura seguinte (Fig. 6) é possível observar as características do modelo de revisão contínua, destacando alguns *timings* como por exemplo prazo de entrega e o período entre encomendas. Além disso, existem dois ciclos onde o primeiro refere-se ao espaço temporal desde os consumos até ao ponto de encomenda e o segundo, é o espaço temporal seguinte, desde a colocação da encomenda até esta dar entrada em *stock*.

É ainda fundamental relembrar a necessidade de definir *stock* de segurança, pois vai colmatar necessidades extra por parte dos clientes.

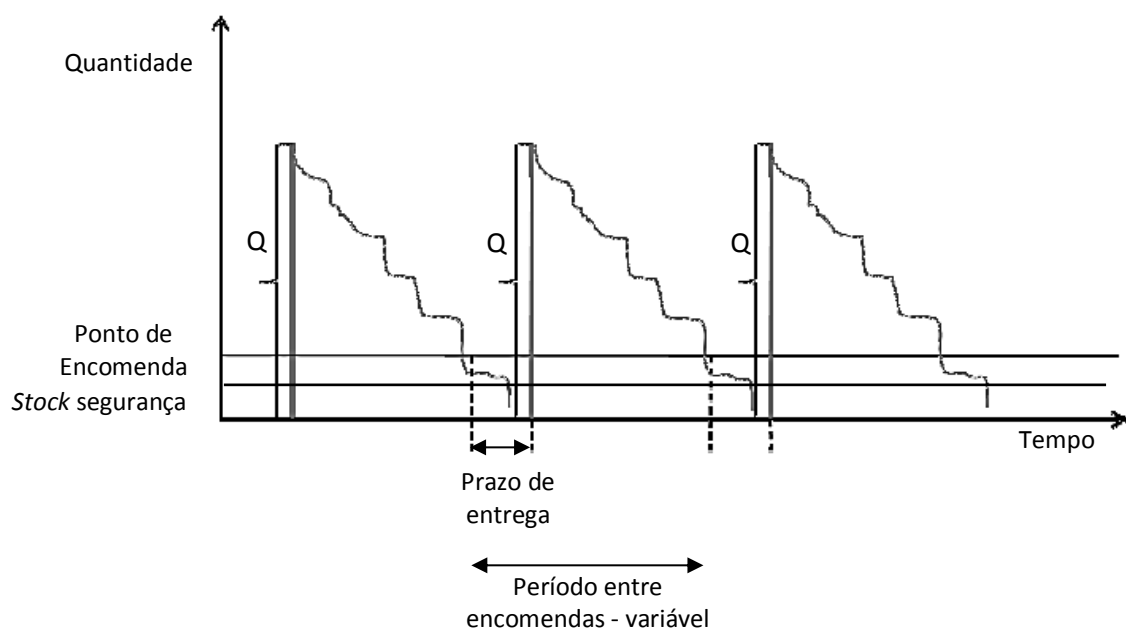


Figura 6: Modelo de Revisão Contínua

- **Modelo de revisão periódica**

No modelo de revisão periódica, o dia para colocação de encomenda é pré- definido, ou seja, é acordado junto do fornecedor o dia exato para colocar encomenda. A periodicidade de encomenda é também fruto de negociação com o fornecedor, podendo ser semanal, quinzenal ou mensal. Segundo Ballou (2004) o modelo de revisão periódica beneficia de algumas vantagens como por exemplo, economias de produção, transporte ou ainda aquisição conjunta. Por outro lado, a revisão de *stocks* pode ser feito para um conjunto de itens em simultâneo, podendo o gestor efetuar uma única encomenda para variados itens. No entanto, pelo simples facto de não ser feito de forma contínua, a probabilidade de rutura é superior, pois não existe controlo contínuo sobre os *stocks*. Os níveis de *stock* sofrem um aumento com o modelo de revisão periódica, no entanto, os custos de manutenção adicionais, são compensados pela redução dos custos administrativos.

Na figura 7 é visível o funcionamento do modelo de revisão periódica.

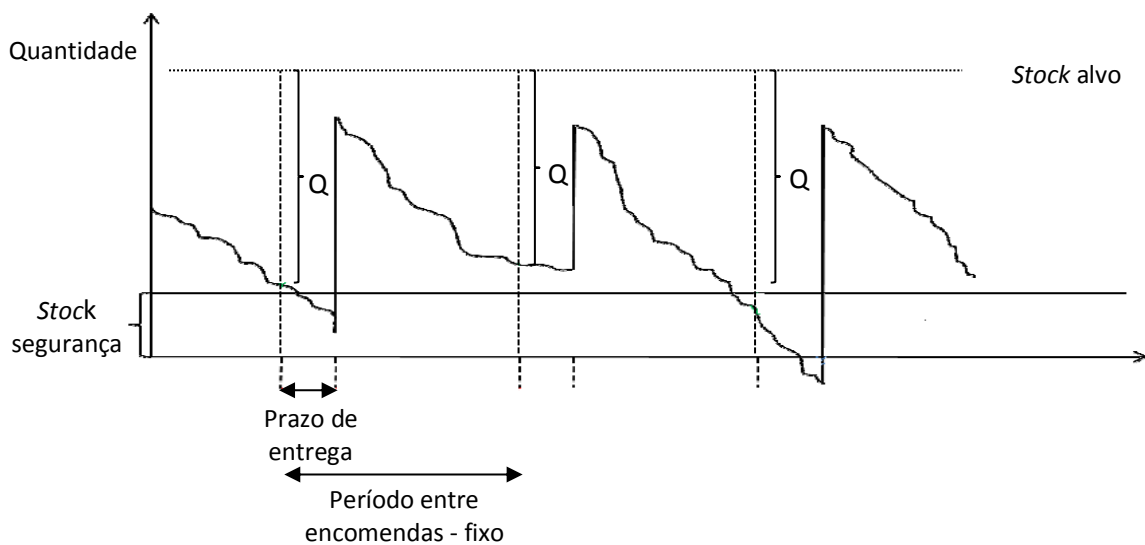


Figura 7: Modelo de Revisão Periódica

## 2.5 Análise ABC

A análise ABC é uma abordagem muito usual para balancear os custos de *stock* e o nível de serviço. A análise ABC baseia-se na regra de Pareto (regra 80/20), por exemplo, 20% dos produtos representam 80% da faturação total. De acordo com a análise ABC, os produtos inseridos nesta categoria pertencem à classe A. Deste modo a classe B, compreende cerca de 30% dos produtos que representam aproximadamente 15% das vendas, e por último a classe C compreende 50% dos produtos que representam aproximadamente 5% da faturação total. Desta forma, é visível para as organizações que nem todos os produtos apresentam o mesmo grau de importância e por isso, a atenção dedicada deve ser também diferente. Este pode ser um ponto de princípio para definir as políticas de gestão de *stocks* a aplicar a cada uma das classes e conseqüentemente aos respetivos produtos.

O resultado da análise ABC é deveras importante para as organizações, pois ajuda a decidir o nível de gestão a aplicar em cada uma das categorias. É possível observar na figura seguinte (Fig. 8) a curva típica de uma análise ABC.

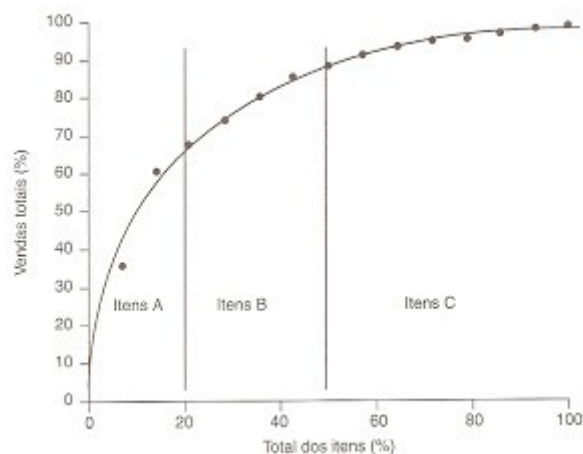


Figura 8: Análise ABC [Fonte: Ballou (2004)]

## 2.6 Serviço ao cliente

Segundo Christopher (2011), o papel do serviço ao cliente é providenciar utilidade de tempo e lugar na transferência de produtos e serviços entre comprador e vendedor. De certa forma, não existe valor no produto ou serviço até que este é consumido pelo cliente. Ballou (2004) afirma que o serviço ao cliente é o resultado de todas as atividades logísticas ou dos processos da cadeia de abastecimento. Por outro lado, para o serviço ao cliente é necessário disponibilidade, termo deveras complexo com impacto em diversos fatores. Estes fatores incluem por exemplo a frequência de entrega, níveis de *stock* e tempo de ciclo do pedido.

A relação entre o nível de serviço e o seu custo pode ser observado na figura 9. É fundamental ter em conta que o desafio da gestão do serviço ao cliente é, antes de mais, verificar a rentabilidade dos clientes e posteriormente desenvolver estratégias de forma a melhorar a rentabilidade de todos. O serviço ao cliente implica custos como também benefícios e por isso deve ser encontrado um equilíbrio entre o custo e o nível de serviço prestado ao cliente.

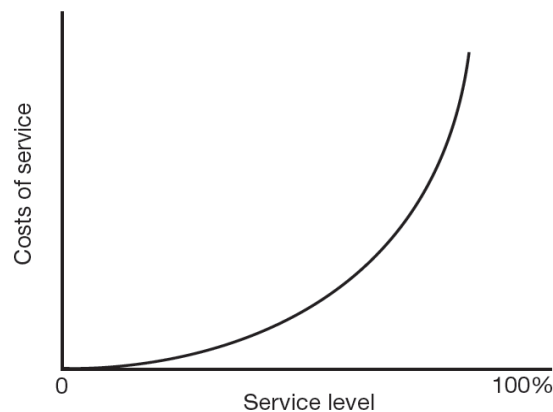


Figura 9: Custos Serviço ao Cliente [Fonte: Ballou (2004)]

O enquadramento teórico realizado é fundamental para o projeto realizado na Bosch Termotecnologia e entendimento do mesmo. As áreas abordadas incluíram a previsão, os *stock* e o serviço ao cliente, pois constituem são temáticas críticas para este projeto.

### 3. O planeamento de peças de substituição na Bosch Termotecnologia

#### 3.1 Apresentação da empresa

##### 3.1.1 Grupo Bosch

A história da Bosch inicia-se por volta de 1886 com a oficina de Precisão Mecânica e Engenharia Elétrica em Stuttgart. Esta primeira fase termina com o desenvolvimento da ignição magnética, que despoletou um rápido crescimento e contribuiu para o primeiro sucesso económico. A segunda fase da Bosch decorre entre 1900 e 1925, consolidando-se no sector automóvel. Para além disso, correspondeu ainda ao momento de expansão ao longo da Europa e outros continentes. A terceira fase (1925 até 1960) é marcada pelo aparecimento de novas unidades de negócio, mais propriamente as ferramentas elétricas, esquentadores (Junkers Gasgeräte), rádios, equipamento de televisão e eletrodomésticos, que contribuíram para o ressuscitar de uma época extremamente difícil, nomeadamente pós segunda guerra mundial. A quarta fase inicia-se em 1960 e corresponde à reestruturação da empresa Bosch em divisões. A última fase inicia-se a 1990 e prolonga-se até ao presente. Nesta fase, verifica-se a abertura do mercado Europeu, rápido crescimento das economias asiáticas, redes globais de desenvolvimento, produção e vendas.

Os desenvolvimentos em diversas áreas contribuíram para a estrutura atual e *know how* em diversos ramos de negócio. Presentemente, a atividade económica do grupo Bosch divide-se em três áreas distintas (ver figura 10):

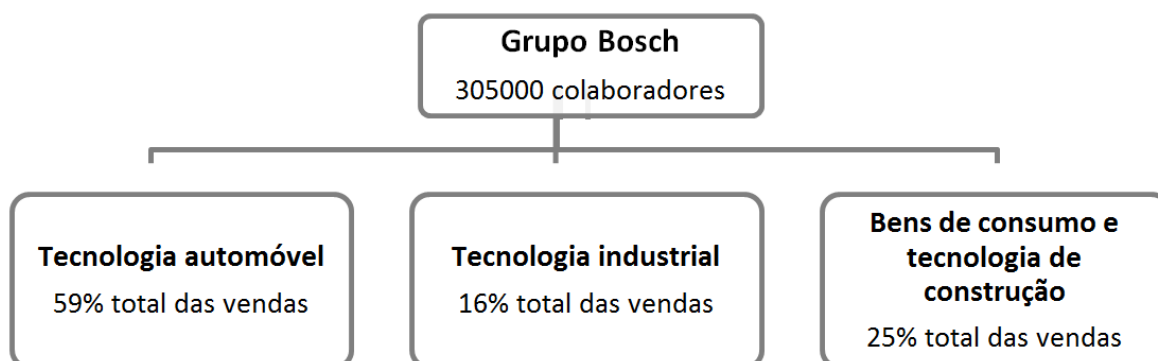


Figura 10: Áreas de negócio grupo Bosch e distribuição volume faturação

### 3.1.2 Bosch Termotecnologia

A fabricação e comercialização de esquentadores teve início em 1977 através da empresa Vulcano que viria a ser posteriormente adquirida pela Robert Bosch em 1988. A qualidade dos aparelhos produzidos, a estratégia de vendas e serviço pós venda permitiram um rápido crescimento e afirmação perante o mercado nacional. Recorrendo à figura 11 é possível constatar que a BT (acrónimo de Bosch Termotecnologia) se tornou líder do mercado europeu e terceiro produtor mundial de esquentadores em 1992. Para além disso, é hoje o centro de competência da Robert Bosch para este tipo de produtos, competindo-lhe a conceção e o desenvolvimento de novos aparelhos, bem como, a sua produção e comercialização. Encontra-se presente em 55 países, desde a Europa até à Austrália, oferecendo aos diversos clientes uma variada gama de modelos que são comercializados internacionalmente através de marcas próprias do Grupo (Bosch, Buderus, Junkers, Leblanc, Vulcano). Através da figura 11, é ainda possível verificar outros marcos extremamente importantes para o sucesso da BT, como por exemplo o início da produção de caldeiras e de painéis solares.

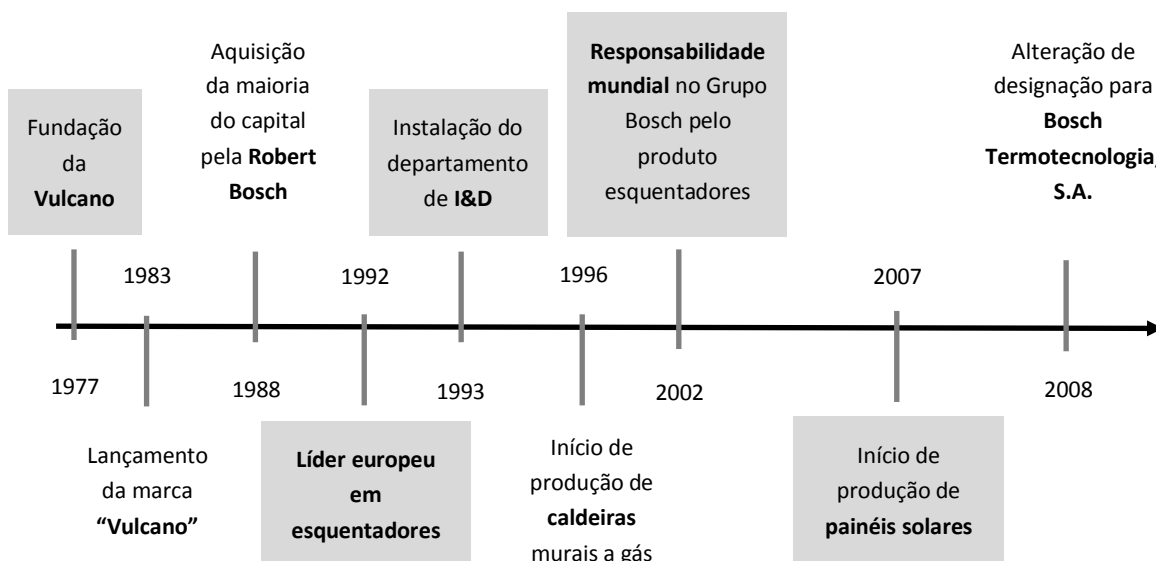


Figura 11: Evolução Bosch Termotecnologia SA. [Fonte: Intranet Bosch]

### 3.1.3 Departamento logístico da Bosch Termotecnologia

O departamento de Logística é responsável por efetuar e controlar de forma eficiente e eficaz o fluxo de bens e informação desde a sua origem até ao ponto de consumo de acordo com as necessidades dos clientes. O departamento de Logística está dividido em cinco áreas principais, estando cada uma encarregue de atividades específicas. De acordo com o organigrama apresentado na figura 12, é visível que o LOG1 é responsável pelo Serviço ao Cliente e seu suporte. O LOG2 por sua vez, é responsável pelo Planeamento da Produção e pelo aprovisionamento de materiais. O LOG3 gere o armazém e a expedição, nomeadamente a receção de mercadoria e envio de produto final para os diversos clientes. Ainda dentro do LOG3, encontra-se a Logística Interna, que executa o manuseamento de materiais, desde a matéria-prima até ao produto final. O LOG9 dedica-se maioritariamente à elaboração e melhoria de processos logísticos e inovação tecnológica (IT). Finalmente, o LOGP é responsável pela elaboração e implementação de projetos relacionados com a Logística.

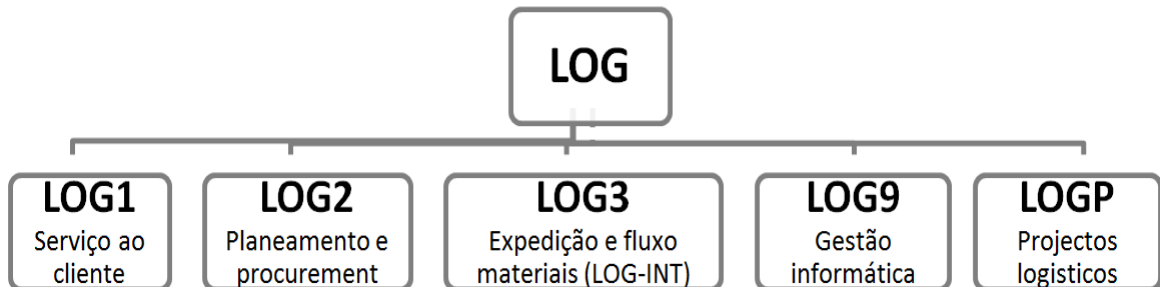


Figura 12: Organigrama do departamento de Logística



### 3.1.4 Planeamento e *Procurement* na Bosch Termotecnologia

O LOG2 é responsável pelo planeamento de produção e aprovisionamento de materiais. A sua principal tarefa consiste no planeamento e sequenciamento de acordo com as necessidades dos clientes, ou seja, com base na procura real e previsões. É responsável pela gestão de diversos produtos, nomeadamente esquentadores, caldeiras, painéis solares e finalmente peças de substituição.

Finalmente, o *procurement* permite que o Planeamento leve a cabo o seu objetivo, estabelecendo atualmente contacto com cerca de 325 fornecedores para disponibilização de componentes essenciais à produção dos aparelhos finais como também de peças de substituição.

Ao contrário dos aparelhos finais, o planeamento de peças de substituição não tem por base as previsões fornecidas pelos clientes, tornando todo este processo muito mais difícil e suscetível a erros. Existem algumas particularidades relativamente às peças de substituição e aos mercados a que se destinam. Atualmente, para o mercado Ibérico, as encomendas dos clientes são diárias e a BT tem de satisfazer os pedidos dos clientes no prazo máximo de um dia útil. Para cumprir com este *lead time* acordado com ambos os mercados, a BT assegura um *stock* de segurança que permite manter um nível de serviço adequado. O *stock* físico para satisfazer os pedidos de Portugal situa-se no *Service Provider (SP)*, próximo de AvP, enquanto que para Espanha o *stock* físico encontra-se em Madrid. A BT é responsável por controlar e definir o nível de *stock* para ambos os centros, responsabilizando-se ainda pelo seu nível de serviço perante a Central (Alemanha). Os restantes mercados, ao contrário de Portugal e Espanha apresentam maior *lead time* pois, não existe *stock* físico para responder às suas necessidades. Tendo em conta estas características é perceptível que o mercado nacional é favorecido em relação aos restantes mercados, provocando muitas das vezes desvios relativamente aos pedidos e datas acordadas com os restantes clientes.

O capítulo seguinte pretende realçar os problemas existentes no planeamento de peças de substituição e propor uma alternativa com vista a melhorar todo o processo e consequentemente o nível de serviço ao cliente.

### 3.2 O planeamento das peças de substituição na Bosch Termotecnologia

A Bosch Termotecnologia gere atualmente milhares de peças de substituição essenciais para as reparações dos aparelhos finais. O LOG2 é responsável por planear, gerir os níveis de *stock* e controlar a expedição de peças de substituição para os mercados finais. Atualmente, para cada peça de substituição é definido um *stock* de segurança que visa responder às necessidades do mercado nacional pois, é necessário respeitar o *lead time* estipulado com as vendas (um dia útil). De salientar que o *stock* de segurança para a Bosch Termotecnologia no caso das peças de substituição corresponde ao pico máximo verificado nos últimos dois anos para a época em análise, ou seja, pico máximo registado na época alta e pico máximo registado na época baixa. O objetivo deste *stock* de segurança consiste em proteger a cadeia de abastecimento da variabilidade de consumos no entanto, a sua fórmula de cálculo difere da fórmula apresentada no enquadramento teórico. É fundamental, de acordo com a regra estabelecida para definição do *stock* de segurança, rever os níveis de *stock* em dois momentos distintos: transição época alta para época baixa e vice-versa. O processo de planeamento de peças de substituição tem como *input* principal as necessidades dos clientes, que neste caso são geridas pelo LOG2 para Portugal, Espanha e Alemanha, ficando os restantes mercados da responsabilidade do LOG1. Posto isto, o LOG1, uma das áreas afetadas por este processo, tendo em conta a variabilidade dos consumos por parte do mercado nacional, pode ver as suas encomendas expedidas parcialmente e muitas das vezes com alguns atrasos. Importa referir que existem dois planos distintos: plano semanal e plano diário de peças de substituição. De forma muito sucinta, com base nas encomendas e *stocks* atuais no sistema, é corrido o MRP na semana (S0) e é efetuado um planeamento semanal das *OrdPlas* (ordens de planeamento) com as respetivas datas e quantidades para a semana 1 (S1) e 5 semanas seguintes. Ainda na S0 (acrónimo para semana 0), juntamente com o departamento de produção são definidas as capacidades para a semana que se pretende fixar. De forma simultânea, o *procurement* inicia o planeamento com os fornecedores, de modo a disponibilizar as peças para que seja possível produzir as quantidades e produtos requeridos pelos clientes. Finalmente, são definidos os cenários de produção e é feita a divisão da S1 por dias. O *procurement*, após validação junto dos seus fornecedores aprova o plano semanal (a aprovação semanal é feita até ao quarto dia útil da semana 0) deixando desta forma S1 fixo para a produção. Diariamente, como já foi referido, surgem novas necessidades no sistema que podem causar alguma entropia no plano de produção devido à necessidade de alteração de referências e quantidades. Existe deste modo um planeamento diário das *OrdPlas* (datas e quantidades) de acordo com as capacidades definidas em EPS (produções e capacidades planeadas para cada

semana) para D0+2 (dia atual mais dois dias úteis). Devido ao facto da probabilidade de alterações de peças e quantidades ser elevado, o *procurement* necessita mais uma vez de efetuar uma validação e caso não se oponha é aprovado o plano diário de componentes para D0+2. Deste modo, o *procurement* vê-se obrigado a rever o plano diariamente de forma a garantir que são reunidas as condições necessárias para a produção das peças de substituição. Em D0+1 as peças são produzidas nas células e entregues na célula de peças de substituição. Finalmente, as peças de substituição são embaladas e em D0+2 dá-se entrega de produção seguindo as peças de substituição para o depósito intermédio. Para finalizar o processo, as peças de substituição são enviadas para o *Service Provider*, ficando disponíveis para envio ao cliente.

As encomendas introduzidas diariamente podem alterar de forma substancial o planeamento de peças até então fixo e para além disso, podem existir por parte dos fornecedores atrasos devido a problemas de produção, restrições de capacidade e envios incorretos, influenciando ainda mais a aprovação do diário. É extremamente difícil conciliar todas as variantes de forma a minimizar o impacto geral na Cadeia de Abastecimento e não acumular *stock* tanto de matéria-prima como de produto final.

Na figura 13 é possível visualizar de forma resumida as características do fluxo de materiais para os diversos mercados. A fábrica de Aveiro (AvP) produz diariamente peças de substituição para repor o nível de *stock* no *Service Provider* e ainda para as encomendas pendentes no sistema do mercado nacional e de exportação. Em Madrid, como já foi referido anteriormente, as peças de substituição também possuem *stocks* de segurança definidos e é necessário enviar diariamente através do *Service Provider* as referências e quantidades necessárias. Os restantes mercados, colocam pedidos através do LOG1, usualmente para a semana não fixa. De salientar mais uma vez que apenas o mercado nacional é que usufrui do *stock* definido, sendo apenas expedido para os restantes mercados a quantidade superior ao nível de *stock* de segurança definido. Este último ponto ficará mais claro com base num exemplo, verificando a distribuição atual e forma de funcionamento do *stock* de segurança.

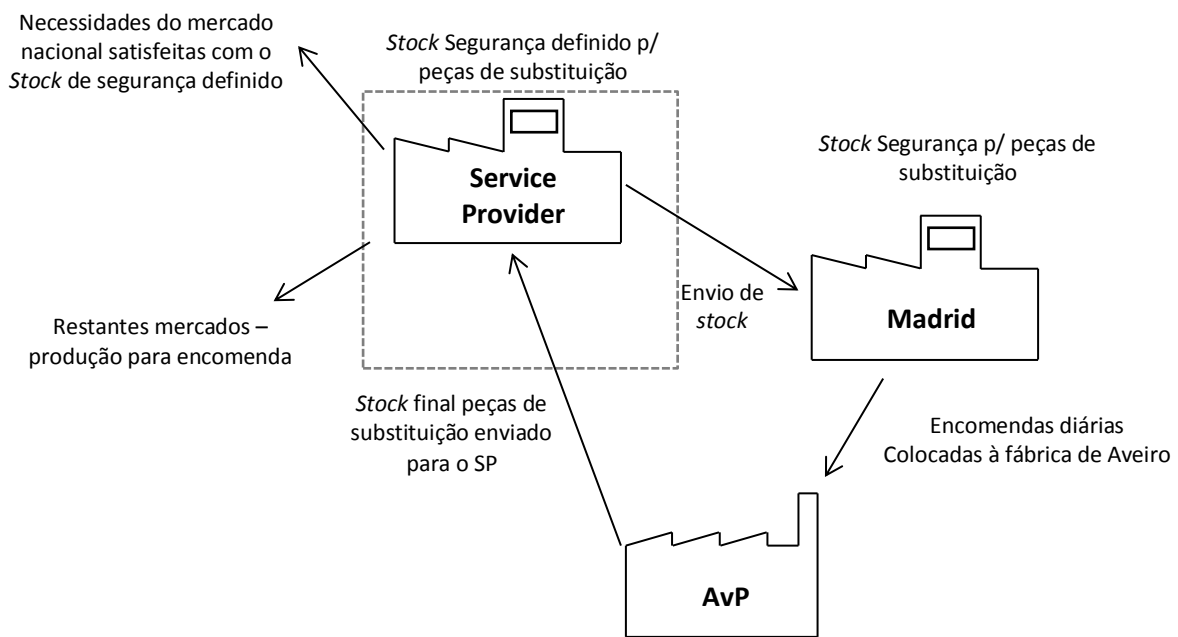


Figura 13: Representação fluxo materiais entre AvP, Service Provider e restantes mercados

Após enunciar as características do mercado Ibérico, torna-se fundamental explicar de que forma é que o *stock* de segurança é definido. Para a mesma peça de substituição e para estes dois mercados, vão existir dois *stocks* de segurança que podem ou não coincidir: um *stock* de segurança fisicamente situado em Aveiro e outro fisicamente situado em Madrid. Ambos os valores de *stock* são definidos por AvP e ajustados para a época baixa e época alta de vendas. Analisando os dados da tabela 1 e os consumos para a peça de substituição registados no mercado nacional, facilmente se determina o valor de *stock* de segurança para as duas épocas. Imaginando que se iria definir o novo *stock* de segurança para a época baixa do corrente ano, com base no histórico e na regra atual, nomeadamente, pico máximo das duas épocas anteriores homólogas, o novo *stock* de segurança seria de 72 unidades (pico máximo registado em Setembro de 2010). Fazendo a mesma análise, no entanto para a época alta, a redefinição do *stock* seria feita para o pico ocorrido em Janeiro de 2010, nomeadamente 93 unidades. As diferentes épocas são discriminadas na tabela seguinte, ou seja, a época alta diz respeito ao período de tempo entre o mês de Outubro e Maio e a época baixa por sua vez, inclui os meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro.

Tabela 1: Consumos reais peça de substituição A

Época	Época Alta					Época Baixa				Época Alta		
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2010	93	59	61	35	39	33	41	52	72	59	62	60
2011	74	83	49	36	59	44	40	44	62	39	54	32
2012	63	88	35	38	28	38	69	NA	NA	NA	NA	NA

Com base nos dados anteriores e adicionando o valor de *stock* de segurança para a época alta e época baixa obtém-se a seguinte figura (Fig. 14):

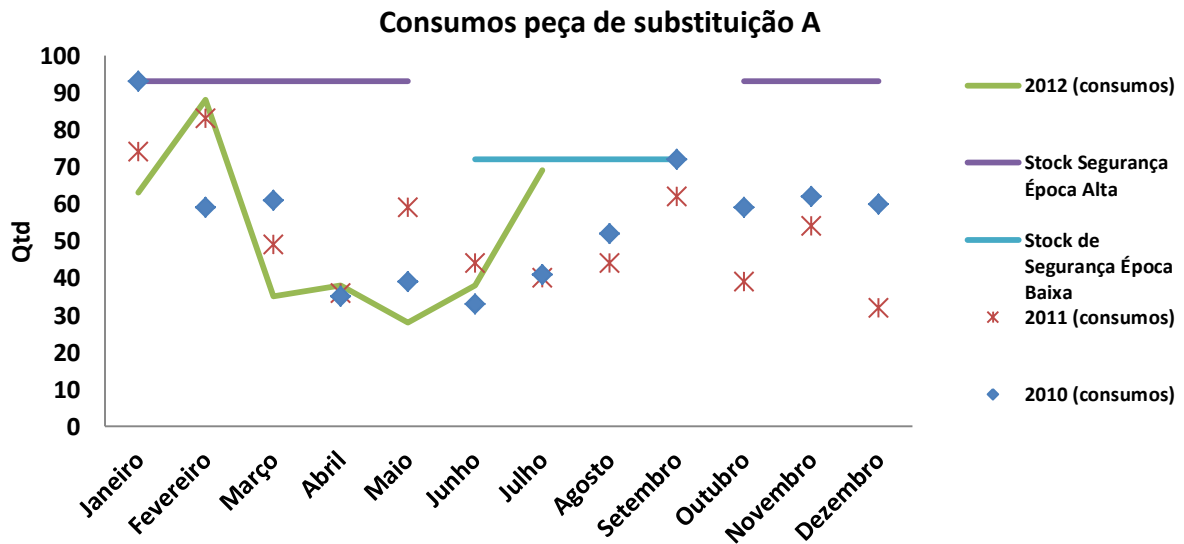


Figura 14: Representação consumos da peça de substituição A

Este exemplo, teve por base os consumos reais de uma peça de substituição no mercado nacional. Deste modo, este *stock* de segurança é definido apenas para Portugal. O mesmo trabalho deve ser feito com base nos consumos verificados em Espanha, definindo neste mesmo centro o *stock* de segurança correspondente.

Para finalizar a forma como as peças de substituição são geridas na Bosch Termotecnologia, importa explicar a distribuição do *stock* pelas diversas encomendas no sistema e reação do mesmo com o *stock* de segurança definido para uma determinada peça de substituição. A tabela 2 consiste numa representação simples da transação utilizada na BT para visualizar o estado de uma peça de substituição, nomeadamente, consumos reais até ao momento, encomendas pendentes no sistema, detalhe do cliente e atual *stock* de segurança definido.

Na coluna Encomenda são visíveis dois tipos de encomendas, mais propriamente encomendas do mercado nacional e encomendas para exportação. A coluna seguinte, designada como Quantidade Pedido, representa a necessidade do cliente em termos de quantidades. Por outro lado, a coluna Quantidade Fornecida, indica a distribuição do *stock* disponível pelas diversas encomendas pendentes no sistema. Tendo em conta os valores de *Stock Atual* e *Stock de Segurança* e as quantidades pendentes para cada encomenda facilmente se percebe, de acordo com as regras estabelecidas, quais as encomendas que serão fornecidas na sua totalidade ou não.

Para a primeira situação verifica-se um pedido de 20 unidades para exportação. O valor de *Stock Atual* de *Stock de Segurança* são respetivamente 100 e 72 unidades. Assim para este tipo de mercado (exportação) estão disponíveis 28 unidades (*Stock Livre*), que resultam da seguinte expressão:

$$\textit{Stock Livre} = \textit{Stock Atual} - \textit{Stock de Segurança} \quad (12)$$

$$\textit{Stock Livre} = 100 - 72 = 28 \textit{ unidades}$$

Deste modo, visto que a necessidade é de apenas 20 unidades, esta encomenda é totalmente satisfeita e dentro do *timing* correto, pois mais uma vez o *stock* disponível para exportação é de 28 unidades. Relativamente à segunda situação, encomenda do mercado nacional, sabendo que o *stock* após satisfazer a primeira encomenda é de 80 unidades, facilmente se conclui que também é satisfeita na sua totalidade. Em relação à terceira situação o raciocínio é idêntico ao anterior pois, estamos mais uma vez perante uma encomenda do mercado nacional. Finalmente na quarta situação, deparamo-nos com o cenário mais frequente na gestão de peças de substituição na BT. É visível pelo seu Status de Fornecimento que a encomenda não é fornecida na totalidade pois, o pedido é de 20 unidades e a Quantidade Fornecida foram apenas 3 unidades. É crucial perceber este ponto pois será novamente abordado numa secção futura do projeto, nomeadamente no Plano de Cargas. Antes de mais, a encomenda foi colocada pelo mercado externo e para saber a quantidade a fornecer é necessário recorrer novamente à fórmula anteriormente apresentada.

Mais uma vez, com base nos valores da tabela 2, o Stock Livre para a situação 4 é de 3 unidades pelo seguinte motivo:

$$\text{Stock Livre} = 75 - 72 = 3 \text{ unidades}$$

Para esta encomenda, é possível constatar que apenas são fornecidas 3 unidades, pois foi atingido o limite do *Stock* de Segurança, deixando de haver folga para as encomendas do tipo exportação. Finalizando este ponto, para a última situação, a quantidade pedida por um cliente de Portugal é fornecida na sua totalidade, ou seja, as 5 unidades pendentes no sistema são expedidas. É visível mais uma vez pela última linha, que o objetivo do *stock* de segurança é claramente proteger o mercado nacional.

Tabela 2: Cenário atual com distribuição de *stock* pelas encomendas pendentes no sistema

Situação	Status Fornecimento	Encomenda	Quantidade Pedido	Quantidade Fornecida	Stock Atual	Stock Segurança
					100	72
1	Ok	A	20	20	80	72
2	Ok	B	3	3	77	72
3	Ok	B	2	2	75	72
4	Não Ok	A	20	3	72	72
5	Ok	B	5	5	67	72

Sendo,

- A - Encomenda Exportação
- B - Encomenda Nacional

### **3.2.2 Objetivos a atingir**

Com base no que foi apresentado anteriormente, facilmente se percebe que existem pontos que devem ser melhorados.

Deste modo, no início do projeto, foram delineados alguns objetivos a atingir com vista a melhorar a Gestão de Peças de Substituição na Bosch Termotecnologia. Os objetivos definidos são os seguintes:

- Otimizar os recursos humanos e processos de planeamento;
- Uniformizar a linguagem, alinhando o processo de planeamento de peças de substituição com os aparelhos finais;
- Minimizar diferenças e atrasos para os mercados externos;
- Reduzir as alterações ao planeamento.



### 3.2.3 Metodologia de abordagem

O projeto apresentado foi dividido em cinco fases distintas, como consta na figura 15. Numa primeira fase, definiu-se o problema, ou seja, a entropia causada pelo planeamento de peças de substituição. Em segundo lugar, avaliaram-se as propostas de melhoria e na terceira fase implementaram-se as devidas propostas. Finalmente, houve monitorização dos resultados e impactos através de determinadas métricas, fazendo posteriormente o ponto de situação final, ou seja, a avaliação do projeto.

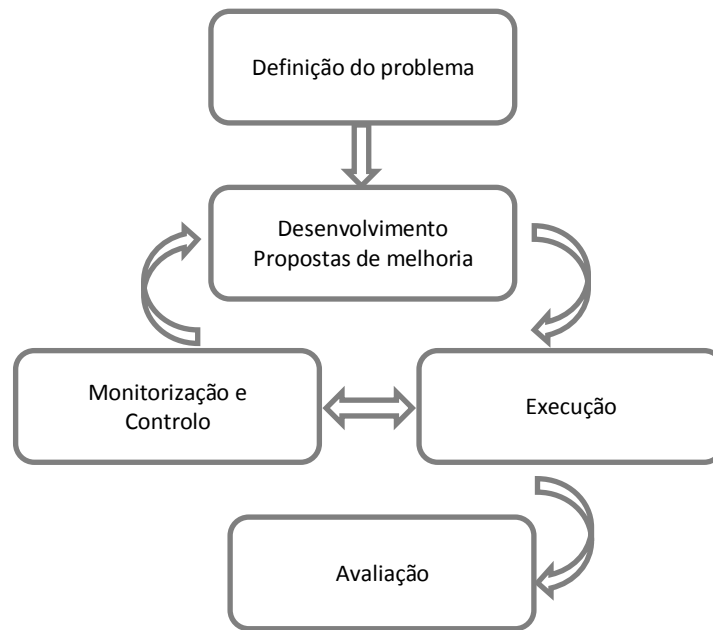


Figura 15: Metodologia projeto

Após levantamento dos processos e identificação dos pontos críticos no planeamento de peças de substituição, foram identificadas as atividades a desenvolver:

1. Desenhar a situação atual do processo de planeamento para Espanha e Portugal;
2. Desenhar a situação futura do processo de planeamento para Espanha e Portugal;
3. Analisar algoritmo atual do plano de cargas;
4. Propor alteração ao algoritmo;
5. Simular percentagem ótima de reserva de *stock* de segurança para o plano de cargas;
6. Reformular *Point CIP*.

## 4. Resultados obtidos

### 4.1 Situação atual do Planeamento de peças de substituição para Portugal e Espanha

#### 4.1.1 Portugal

O processo atual para o planeamento de peças de substituição provoca muitas alterações pelo simples facto de se correr o MRP diariamente. Como já foi referido, existe inserção de encomendas diárias, que provocam uma necessidade de produção e por isso a quantidade e o número de referências a produzir, será certamente alvo de alteração. Este processo, do ponto de vista da reposição de *stock* é agradável pois, o tempo de reposição é de aproximadamente 5 dias. No entanto, para o *procurement*, é deveras moroso, pois implica uma gestão diária dos componentes para a produção de peças de substituição, provocando alterações ao diário.

Segundo a informação da tabela 3, é possível verificar que o MRP corre à 2ª feira da semana 0 (S0), definindo os componentes a produzir no dia seguinte nas diversas células de produção. Importa clarificar, que isto acontece pois as encomendas do mercado nacional são diárias e o sistema após correr o MRP sugere ordens de planeamento para repor novamente o *stock* de segurança e encomendas pendentes para as diversas peças de substituição. A produção de componentes, que ocorre na 3ª feira da semana 0 é posteriormente embalada na célula de peças de substituição, dando finalmente entrada em *stock* na 6ª feira da mesma semana. Posto isto, imaginando que é colocada uma encomenda na 3ª feira da semana 0, correndo o MRP na 4ª feira, a quantidade sugerida pelo sistema é produzida, embalada e transferida para o *Service Provider* (tempo de trânsito), dando finalmente entrada na 3ª feira da semana 1 (S1). Verifica-se que o *replenishment time* (RT) para o processo atual é de 5 dias.

Tabela 3: Processo atual de planeamento de peças de substituição para Portugal

S0					S1				
2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
MRP	Produção	Embalagem	Trânsito p/ S. Provider	Entrada em Stock					
	Receção encomenda	MRP	Produção	Embalagem	Trânsito p/ S. Provider	Entrada em Stock			

#### 4.1.2 Espanha

Para o mercado espanhol, é também assegurado um *stock* de segurança para todas as peças de substituição sendo necessário repor diariamente este valor definido, de forma a que não ocorram falhas no nível de serviço. As encomendas são colocadas numa base diária via *EDI* (*Electronic Data Interchange*). Para perceber a figura 16, é necessário colocarmo-nos dos dois lados e perceber a ação efetuada. Imaginando que nos encontramos em Espanha e que é necessário repor o *stock* para algumas peças de substituição, recorrendo ao sistema vamos gerar uma ordem de compra ao fornecedor, que neste caso é a fábrica de Aveiro. Do ponto de vista contrário, ou seja, em Aveiro, a ordem de compra é transformada em encomenda via *EDI*. Apesar de não ter influência no processo, é importante perceber pois, demonstra que a fábrica de Aveiro detém responsabilidade para alterar o processo caso identifique uma potencial melhoria.

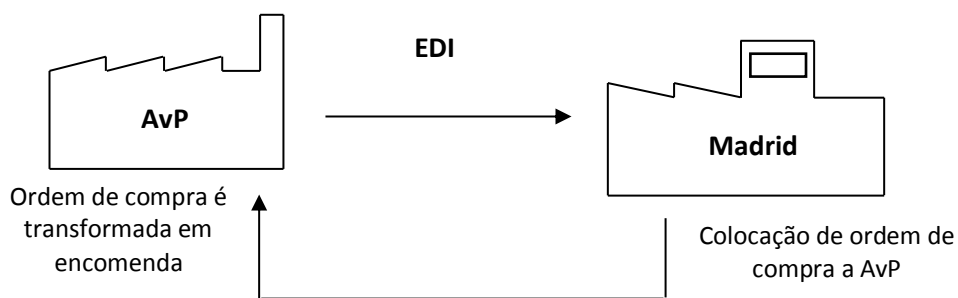


Figura 16: Processo encomenda Espanha

Para Espanha, como estamos perante um MRP diário, o processo vai ser semelhante ao de Portugal, contudo, introduzindo algumas particularidades. Assim à 2ª feira da semana 0 (S0) corre o MRP, ficando as diversas peças de substituição produzidas na 4ª feira da semana 0. Posteriormente efetua-se a embalagem, transferência para o *Service Provider* e finalmente é dada a entrada em *stock*. A partir deste momento, é necessário enviar as peças de substituição para o armazém que se situa em Madrid. Recorrendo à transação Plano de Cargas, que será detalhada futuramente neste projeto, os bens são colocados em plano, preparados e enviados para Madrid. Para além disso, o planeador diariamente valida as peças de substituição críticas no mercado Espanhol, que possam ter sofrido alguns picos de consumo. Com base no seu estado, o planeador dá indicação para que as peças de substituição sejam embaladas com máximo de prioridade. Para

estas situações a expedição é efetuada logo dia seguinte, ou seja, o tempo entre Entrada em *Stock* e Saída de *Stock* é de apenas um dia útil. Na tabela seguinte, esta situação não foi considerada pois representa uma exceção ao procedimento normal que, provoca algumas alterações no *Service Provider*. Posto isto, ao tempo normal acresce o tempo de trânsito, ou seja, a movimentação entre AvP e Madrid, e finalmente o tempo de receção em Espanha, que para as peças de substituição é de aproximadamente 48 horas (ver tabela 4).

Tabela 4: Processo atual de planeamento de peças de substituição para Espanha

S0					S1					S2		
2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª
MRP		P	E	SP	E. Stk		S. Stk	ETA Madrid		R. Madrid		
	SO	MRP		P	E	SP	E. Stk		S. Stk	ETA Madrid		R. Madrid

Legenda:

- MRP - Corre MRP
- SO - Receção de encomenda
- P - Produção
- E - Embalagem
- SP - Trânsito para *Service Provider*
- E. Stk - Entrada em *Stock*
- S. Stk - Saída *Stock*
- ETA Madrid - Chegada a Madrid
- R. Madrid - Receção em Madrid

Fazendo a mesma análise relativamente ao RT, assim que é rececionado uma nova encomenda até ao momento em que esta produção se encontra em *stock* decorrem 11 dias.

É possível verificar que o RT é ligeiramente superior ao de Portugal, isto porque, tal como já foi referido, as variáveis tempo de trânsito e tempo de receção influenciam a duração do ciclo de reposição.

## 4.2 Situação futura do Planeamento de peças de substituição para Portugal e Espanha

Para solucionar este problema, ou seja, minimizar irregularidade ao nível da produção e alinhar o processo de planeamento de peças de substituição com os aparelhos finais, decidiu-se alterar o MRP diário para MRP semanal, analisando posteriormente as suas consequências.

### 4.2.1 Portugal

A proposta futura, ou seja, correr apenas o MRP semanal sobre o tempo de reposição de 5 para 12 dias, o que significa que deverá ser mantido um nível de *stock* suficiente para responder às necessidades do mercado durante esse mesmo período. No entanto, devido à irregularidade dos consumos de peças de substituição será igualmente necessário rever as peças críticas, ou seja, as peças cujo *stock* disponível não é suficiente para as necessidades no sistema e que podem afetar o nível de serviço. Para estas situações prevê-se correr o MRP manualmente e planear a quantidade necessária. Apesar disso, com esta alteração, o *procurement* não necessita de efetuar constantemente validações ao plano total, minimizando desde logo o tempo dedicado a esta tarefa. A tabela 5 resume a alteração efetuada.

Tabela 5: Processo futuro de planeamento de peças de substituição para Portugal

S0					S1					S2			
2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª
MRP					P	E	SP	E. Stk					
	SO				MRP					P	E	SP	E. Stk

**Legenda:**

- MRP - Corre MRP
- SO - Receção de encomenda
- P - Produção
- E - Embalagem
- SP - Trânsito para *Service Provider*
- E. Stk - Entrada em *Stock*

Tendo em conta o espaçamento entre MRP's, a quantidade de produção gerada vai ser superior, no entanto, apesar de não ser claro na tabela anterior, será feita a sua repartição pelos diversos dias da semana. Assim o número de linhas da célula de peças de substituição será mais

constante pois, já não se vão verificar tantos picos. Todo este processo vai agilizar não só a produção como também a logística interna. Relativamente às transferências para o *Service Provider* também serão mais estáveis facilitando consequentemente o processo de receção de peças de substituição.

#### 4.2.2 Espanha

Em relação ao tempo de reposição para Espanha, é possível constatar pela tabela 6 que sobe de 11 para 17 dias.

Tabela 6: Processo futuro de planeamento de peças de substituição para Espanha

S0					S1					S2					S3			
2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª
MRP					P	E	SP	E. Stk.		S. Stk.	ETA Madrid		R. Madrid					
	SO				MRP					P	E	SP	E. Stk.		S. Stk.	ETA Madrid		R. Madrid

**Legenda:**

- MRP - Corre MRP
- SO - Receção de encomenda
- P - Produção
- E - Embalagem
- SP - Trânsito para Service Provider
- E. Stk - Entrada em Stock
- S. Stk - Saída Stock
- ETA Madrid - Chegada a Madrid
- R. Madrid - Receção em Madrid

Esta alteração vai originar mais uma vez estabilidade ao nível da produção. Para este caso específico, o grande impacto será sentido no plano de cargas, pois tendo em conta a divisão constante da produção por dias, a entrada de *stock* vai ser de forma faseada, estabilizando o processo de receção e ainda expedição, com a não ocorrência de picos. Deste modo, as ações executadas por parte do *Service Provider* relativamente às peças críticas vão ser menores pois, existirá entrada constante de *stock* no armazém.

### 4.3. Plano de cargas

#### Plano de cargas situação atual

O plano de cargas destina-se a determinar as referências que devem ser expedidas no curto prazo para os diversos mercados. Deste modo, diariamente o planeador de peças de substituição indica através da ferramenta criada no sistema SAP a quantidade a ser expedida para cada referência, decidindo ainda a urgência da mesma, ou seja, preparação da carga em um ou dois dias úteis. Como já foi referido anteriormente, podem existir diversas encomendas associadas a uma peça de substituição tendo deste modo o planeador de acordo com a prioridade fornecer as respetivas quantidades.

O plano de cargas foi inserido neste projeto porque o algoritmo atual limita a quantidade fornecida pelas diversas encomendas pendentes. O *stock* de segurança, como já foi referido anteriormente, tem como objetivo principal proteger o mercado nacional, e por isso, este mercado está atualmente em vantagem em relação aos restantes. A imprevisibilidade do mercado nacional faz com que inúmeras encomendas sejam fornecidas de forma parcial e normalmente com atrasos. O responsável pelo plano de cargas recebe atualmente alertas por parte dos gestores de cliente para verificar a possibilidade de envio de peças de substituição para determinada encomenda. Posto isto, o sistema distribui a quantidade disponível, ou seja a quantidade superior ao valor definido para o *stock* de segurança. Após esta primeira distribuição em massa por todas as ordens pendentes, o planeador fica apto para observar as linhas onde a quantidade fornecida é igual à quantidade encomendada, as linhas onde não foi fornecida nenhuma quantidade e finalmente linhas com quantidades parciais. Posteriormente, o planeador para as linhas incompletas, avalia os níveis de *stock* de segurança e ainda as encomendas pendentes para essa mesma peça de substituição. Com base nestes dados, o gestor da transação decide sobre a possibilidade de violar o *stock* de segurança definido para completar alguma encomenda parcial ou ainda para satisfazer algum pedido urgente. A figura 17 resume o processo atual do plano de cargas.

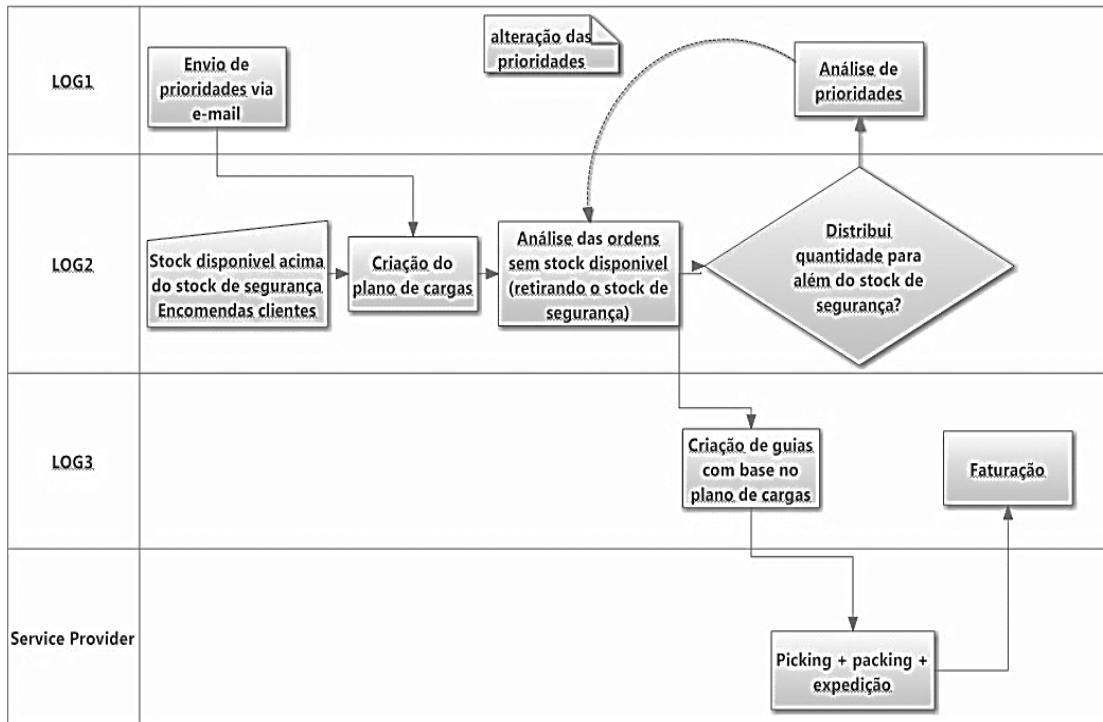


Figura 17: Swimlane Plano de cargas

O facto de apenas se poder fornecer teoricamente este *stock* aliado aos consumos por parte do mercado nacional de certa forma irregulares, exige ao planeador a tomada de decisões importantes que podem afetar negativamente o nível de serviço ao cliente.

É ainda extremamente importante rever o fluxo de material e a sua movimentação desde a produção até este se encontrar efetivamente em *stock*. A figura 18 pretende exemplificar todo o fluxo atual entre os diversos depósitos. Na fábrica de Aveiro e no sistema SAP, são visíveis todos os depósitos, nomeadamente D1, D2, D3 e D4. No depósito D1, as peças de substituição ainda se encontram na sua célula de produção e em D2 as peças de substituição já se encontram no tapete e na palete para o transporte final. O depósito D3 corresponde ao transporte para o *Service Provider*, designado por *Shuttle*, movimento este também visível no sistema SAP. Finalmente, as peças de substituição dão entrada no depósito D4, ou seja, no armazém do *Service Provider*. Apenas as peças de substituição que se encontram neste último depósito é que são consideradas para o plano de cargas.



A visualização e a transferência entre os diversos depósitos são extremamente importantes para o planeador pois, permite identificar algum atraso entre os diversos depósitos ou ainda exigir em algum momento a aceleração do processo e fluxo de materiais.

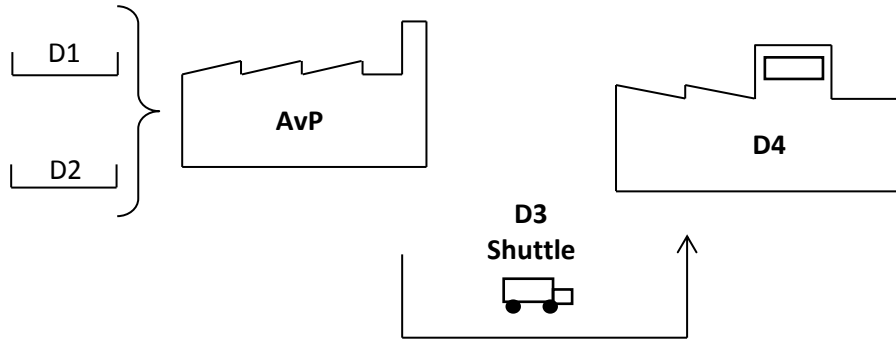


Figura 18: Fluxo entre AvP e Service Provider

Os *timings* acordados entre a empresa e o *Service Provider*, são fundamentais para o planeador quando existe necessidade de agendar um envio e/ou informar o cliente. Relativamente à movimentação entre a empresa e o *Service Provider* designado por *shuttle*, o planeador pode contar com envios com intervalos de uma hora. Chegando o *shuttle* com as peças de substituição, é necessário conferir o *stock* e proceder à sua armazenagem. Estas ações podem demorar no máximo um turno, sendo esta a regra estabelecida atualmente. Adicionalmente, a BT apenas pode enviar uma palete com peças de substituição por *shuttle* para que a receção seja efetuada o mais rápido possível, caso contrário, a sua receção pode não ser feita de acordo com o estabelecido.

É necessário exemplificar de forma clara o algoritmo atual para perceber as diversas lacunas e o raciocínio desenvolvido pelo planeador diariamente. A tabela 7 pretende simular a transação do sistema SAP, eliminando no entanto algum detalhe que para este projeto não é relevante. As encomendas no sistema para a mesma peça de substituição estão identificadas como: A, B, C e D. A coluna designada como Quantidade Encomenda representa a necessidade de cada cliente e na coluna seguinte é visível a quantidade fornecida para a respetiva encomenda. Seguidamente é visível o material confirmado ao longo das diversas encomendas e a quantidade pendente. As restantes colunas são de igual forma importantes pois, é com base nestes dados que a transação vai saber a quantidade disponível para fornecimento. Como dados iniciais para o problema temos

*stock* atual igual a 650 unidades, um *stock* de segurança definido de 350 unidades e finalmente para esta situação, do *stock* atual já se encontram 50 unidades em guia para o cliente, ou seja, prontas a serem expedidas. O *stock* em guia é importante pois existe um desfasamento no tempo, entre a criação de guias e a faturação do material, que por sua vez vai fazer com que o *stock* seja abatido. Para a encomenda A, existe uma necessidade de 150 unidades que é totalmente satisfeita pois, subtraindo ao *stock* atual o *stock* de segurança e o *stock* já em guia, obtém-se o valor de 250 unidades disponíveis para exportação.

$$\text{Stock disponível} = \text{Stock Actual} - \text{Stock de Segurança} - \text{Stock em guia} = 650 - 350 - 50 = 250 \text{ unidades}$$

Mais uma vez pela tabela 7 e olhando para a coluna Quantidade Fornecida, verifica-se que a encomenda foi totalmente satisfeita. Consequentemente, sabendo que o valor inicial de *stock* disponível para fornecimento eram de 250 unidades, com a primeira encomenda apenas nos restam 100 unidades para os restantes pedidos. A encomenda B é da mesma forma satisfeita, ou seja, as 100 unidades pendentes no sistema vão ser satisfeitas na sua totalidade. Neste momento, o *stock* disponível para exportação é nulo pelo seguinte motivo:

$$\begin{aligned} \text{Stock disponível} &= \text{Stock Actual} - \text{Stock em Guia} - \text{Stock de Segurança} - \text{Stock para encomenda A} \\ &\quad - \text{Stock para encomenda B} = 650 - 350 - 50 - 150 - 100 = 350 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Chegando à encomenda C, como já não existe *Stock* disponível, esta encomenda não é fornecida, ficando deste modo pendente. Em relação à coluna *Stock* em Guia, o valor inicial corresponde ao *stock* em guia descrito nos dados iniciais, ou seja, ao iniciar este plano de cargas já se encontrava *stock* em fornecimento. O valor seguinte é obtido através da quantidade em guia mais a nova quantidade fornecida, ou seja na encomenda B, o valor já em guia é de 200 unidades. Relativamente à coluna *Stock* Disponível é aplicada a mesma lógica de pensamento contudo subtraindo linha a linha a quantidade fornecida até atingir o valor nulo.

Tabela 7: Exemplo algoritmo atual plano de cargas

Encomenda	Quantidade Encomenda	Quantidade Fornecida	Total material confirmado	Quantidade Pendente	Stock em guia	Stock disponível
<b>A</b>	150	<b>150</b>	150	0	50	<b>250</b>
<b>B</b>	100	<b>100</b>	250	0	200	<b>100</b>
<b>C</b>	30	0	250	30	300	<b>0</b>
<b>D</b>	50	0	250	50	300	<b>0</b>

De forma muito sucinta, ao finalizar o plano de cargas, o panorama para as encomendas seria o seguinte:

- A. Encomenda totalmente fornecida – 150 unidades;
- B. Encomenda totalmente fornecida – 100 unidades;
- C. Encomenda não fornecida – 30 unidades pendentes;
- D. Encomenda não fornecida – 50 unidades pendentes.

A encomenda C e D, pelo simples facto de não serem fornecidas podem influenciar negativamente o nível de serviço. O planeador e responsável pelo plano de cargas, perante uma situação deste género executa uma série de validações que tem como objetivo fornecer as quantidades pendentes no sistema, ou parte delas. É importante lembrar que para este caso não houve mais nenhum fornecimento pois, para esta peça de substituição existe um *stock* de segurança definido de 350 unidades. A função deste *stock* de segurança é simplesmente responder às necessidades do mercado nacional, no entanto, o planeador sabe que esta quantidade representa o consumo de um mês e que certamente será produzido nos próximos dias pois, existem encomendas pendentes no sistema. Posto isto, o planeador iria decidir se “violava” ou não o *stock* de segurança definido, colocando em guia as restantes encomendas. Este raciocínio é efetuado pelo planeador, no entanto, para elevado número de peças de substituição.

Finalizando, decidiu-se rever o algoritmo apresentado e com base no raciocínio atual do planeador atribuir uma percentagem de reserva de *stock* de segurança das peças de substituição, que permitisse ir mais além nas quantidades fornecidas. O objetivo desta alteração é tornar o processo mais versátil, minimizar o número de encomendas com atraso e ainda envios parciais para os clientes.

#### 4.4 Plano de cargas - situação futura

Para solucionar este problema e auxiliar a tomada de decisão do planeador e responsável pelo plano de cargas, decidiu-se atribuir uma percentagem de reserva para o *stock* de segurança, que seria variável de acordo com o tipo de peça, ou seja, A, B ou C (classificação ABC). Esta alteração vai permitir fornecer alguma quantidade do *stock* de segurança definido e assim completar mais encomendas para o mercado externo. O planeador, deliberadamente viola o *stock* de segurança, porém apenas com base na sua experiência, ou seja, sem recurso a qualquer tipo de regra. Com esta introdução o parâmetro será aplicado a todas as peças de substituição e é reversível a qualquer momento pois, se for necessário voltar à situação atual basta atribuir como percentagem de reserva de *stock* de segurança 100%. Recorrendo ao exemplo anterior, será demonstrado o funcionamento da percentagem de reserva de *stock* de segurança e nova distribuição pelas encomendas pendentes. Agora, aos dados iniciais apresentados é necessário incluir a percentagem a atribuir. Para este exemplo, foi definido como percentagem de reserva de *stock* de segurança 75%. Com este valor, o *stock* disponível vai sofrer alteração de acordo com a seguinte fórmula:

$$\textit{Stock disponível} = \textit{Stock Actual} - \textit{Stock em guia} - \textit{Stock de Segurança} \times \textit{Percentagem de Reserva}$$

$$\textit{Stock disponível} = 650 - 50 - 350 \times 0.75 = 337 \textit{ unidades}$$

Em relação ao valor anterior de *stock* disponível com o algoritmo inicial, a quantidade disponível era de 250 unidades. Com esta alteração verifica-se que o valor de *stock* disponível é superior, concluindo que, vão ser fornecidas mais encomendas do que na situação anterior. Na tabela 8 é possível confirmar que com esta alteração, todas as encomendas são fornecidas. Em relação aos restantes cálculos é em tudo semelhante ao algoritmo inicial, tendo apenas que calcular o novo valor de *Stock* disponível com base na percentagem.

Tabela 8: Exemplo algoritmo futuro plano de cargas

Encomenda	Quantidade Encomenda	Quantidade Fornecida	Total material confirmado	Quantidade Pendente	Stock em guia	Stock disponível
<b>A</b>	150	150	150	0	50	<b>337</b>
<b>B</b>	100	100	250	0	200	<b>187</b>
<b>C</b>	30	30	280	0	300	<b>87</b>
<b>D</b>	50	50	330	0	330	<b>57</b>
					<b>380</b>	<b>7</b>

#### 4.5 Percentagem ótima de reserva de *stock* de segurança

Após avaliação da proposta futura, torna-se importante testar este novo parâmetro e simular a percentagem ótima de reserva de *stock* de segurança. Deste modo, recorrendo aos consumos reais de uma peça de substituição avaliou-se o seu comportamento num contexto real, ou seja, conjugando as encomendas do mercado nacional e encomendas para o mercado externo. Assim, com estes dois tipos de encomenda, a simulação fica mais próxima da realidade, tornando-a no entanto ligeiramente mais complexa. A escolha relativamente à referência utilizada, teve por base a requisição por vários mercados e elevadas necessidades por parte do mercado nacional. Recorrendo aos consumos reais por parte do mercado nacional, gerou-se um conjunto de valores de forma aleatória para aproximar da imprevisibilidade deste mercado. Serão feitos apenas dois testes, para uma percentagem de reserva de *stock* de segurança de 75% e 70%. Neste projeto apenas foi testada uma única referência, no entanto, para validar de forma correta a nova transação será necessário alargar o número de referências testadas.

#### 4.5.1 Percentagem de reserva de *stock* de segurança: 75%

Para a primeira situação utilizou-se como percentagem de reserva de *stock* de segurança 75%. É necessário testar este valor na tabela de encomendas e verificar se em algum momento o valor de *stock* disponível é reduzido a ponto de falhar para o consumidor final. Os dados iniciais do problema são os seguintes:

- *Stock* Atual = 728 unidades
- *Stock* de Segurança = 350 unidades
- *Stock* em Guia = 50 unidades

Com base estes valores, pode-se calcular o *stock* disponível para distribuir pelas diversas encomendas:

$$\text{Stock Disponível} = 728 - 50 - 350 \times 0.75 = 415 \text{ unidades}$$

As encomendas de ambos os mercados, nomeadamente mercado nacional e mercado externo, apresentam-se na tabela 9 e refletem a realidade de uma semana completa de consumos. Iniciando a sua análise, em D1 deparamo-nos com dois tipos de encomenda diferentes. Como já foi várias vezes referido, as encomendas do mercado nacional usufruem do *stock* de segurança e a utilização de ambas as encomendas em simultâneo pretende, após término do *stock* disponível verificar se com os consumos constantes do mercado nacional existe rutura de *stock*.

Para D1 e tendo em mente o valor de *stock* disponível previamente calculado, concluímos que todas as encomendas são fornecidas na sua totalidade. No entanto, chegando a D2 verifica-se que houve uma encomenda que não foi fornecida na sua totalidade, ou seja, quantidade de encomenda é de 160 unidades e a quantidade efetivamente fornecida foi de 145 unidades. Apesar de tudo, foi fornecida mais quantidade do que era previsto, conseguindo deste modo satisfazer mais pedidos. A linha seguinte contém uma encomenda do mercado nacional, que neste caso é totalmente satisfeita pois, usufrui do valor de *stock* de segurança.

Para estas duas linhas em particular, é necessário clarificar a fórmula utilizada e explicar a razão das quantidades fornecidas. Em D2, existem apenas 145 unidades disponíveis pois, foram fornecidas algumas encomendas no dia anterior que cativaram 270 unidades no total:

$$\text{Total material confirmado} = 150 + 5 + 15 + 100 = 270 \text{ unidades}$$

Sabemos ainda que o valor de *Stock* disponível é de 415 unidades, obtido inicialmente através da expressão base. Assim neste preciso momento apenas nos restam 145 unidades para esta encomenda e tendo em conta o seu tipo, será apenas esta a Quantidade Fornecida, ficando incompleta. Por outro lado, a encomenda seguinte é completamente satisfeita pois existe *stock* suficiente e estamos perante uma encomenda do mercado nacional, que mais uma vez, apresenta vantagem sobre os restantes.

Tabela 9: Simulação para 75% reserva *stock* de segurança

		Encomenda	Quantidade Encomenda	Quantidade Fornecida	Total material confirmado	Quantidade pendente	Stock em guia	Stock disponível	
S0	D1	A	150	150	150	0	50	415	L1
		B	5	5	155	0	200	265	L2
		B	15	15	170	0	205	260	L3
		A	100	100	270	0	220	245	L4
	D2	A	<b>160</b>	<b>145</b>	<b>415</b>	<b>15</b>	<b>320</b>	<b>145</b>	L5
		B	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>428</b>	<b>0</b>	<b>465</b>	<b>0</b>	L6
	D3	B	8	8	436	0	478	-	L7
		B	8	8	444	0	486	-	L8
	D4	B	16	16	460	0	494	-	L9
	D5	B	13	13	473	0	510	-	L10
		B	4	4	477	0	523	-	L11
			-	-	-	-	527	-	L12

Sendo,

A - Encomenda Exportação

B - Encomenda Nacional

S0 - Semana atual

D1 a D5 - Dias da semana

A tabela anterior foi obtida automaticamente através de uma rotina criada no *excel* que efetua a distribuição automática de acordo com as particularidades das encomendas e respeitando todas as regras. Com esta distribuição, não existe qualquer problema de rutura pois, o *stock* é suficiente para responder às necessidades futuras do mercado nacional durante a semana 1. Para a semana

estudada seria despoletado uma nova ordem de produção para repor o *stock* de segurança e ainda satisfazer a quantidade pendente para exportação. Apesar de atingir um resultado favorável, pode ser analisado novamente o parâmetro de entrada, nomeadamente percentagem atribuída ao *stock* de segurança e verificar se com a nova percentagem a encomenda pendente é fornecida.

**Detalhe dos cálculos:**

$$\text{Stock Disponível (inicial)} = 728 - 50 - 350 \times 0.75 = 415 \text{ unidades}$$

**L1:** Como Encomenda do tipo A e Quantidade Encomenda < **Stock Disponível** então satisfaz a primeira encomenda colocando em Quantidade Fornecida e Total material confirmado 150 unidades;

**L2:** Como estamos perante encomenda do tipo B, verifica apenas se o *Stock* (geral) > Quantidade Encomenda. Como a condição é verdadeira também satisfaz a encomenda por completo; Para L2 ficamos com:

$$\begin{aligned} \text{Stock Disponível} &= \text{stock disponível inicial} - \text{quantidade fornecida L1} - \text{quantidade fornecida L2} \\ &= 415 - 150 = 265 \text{ unidades} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total material confirmado} &= \text{quantidade fornecida L1} + \text{quantidade fornecida L2} = 150 + 5 \\ &= 155 \text{ unidades} \end{aligned}$$

**L3:** Encomenda mercado nacional, tipo B. Mais uma vez apenas se verifica se o *Stock* (geral) > Quantidade Encomenda. Assim, como existe *stock* suficiente a encomenda é totalmente satisfeita.

$$\begin{aligned} \text{Stock Disponível} &= \text{stock disponível inicial} - \text{quantidade fornecida L1} - \text{quantidade fornecida L2} \\ &\quad - \text{quantidade fornecida L3} = 415 - 150 - 5 = 260 \text{ unidades} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total material confirmado} &= \text{quantidade fornecida L1} + \text{quantidade fornecida L2} + \text{quantidade fornecida L3} \\ &= 150 + 5 + 15 = 170 \text{ unidades} \end{aligned}$$

**L4:** Encomenda do tipo A e Quantidade Encomenda < **Stock disponível**. Esta encomenda é completamente satisfeita.

$$\text{Quantidade Encomenda} < \text{Stock Disponível (condição verdadeira)}$$



$$\begin{aligned} \text{Stock Disponível} &= \text{stock disponível inicial} - \text{quantidade fornecida L1} - \text{quantidade fornecida L2} \\ &\quad - \text{quantidade fornecida L3} = 415 - 150 - 5 - 15 = 245 \text{ unidades} \end{aligned}$$

*Total material confirmado*

$$\begin{aligned} &= \text{quantidade fornecida L1} + \text{quantidade fornecida L2} + \text{quantidade fornecida L3} \\ &\quad + \text{quantidade fornecida L4} = 150 + 5 + 15 + 100 = 270 \text{ unidades} \end{aligned}$$

**L5:** Encomenda do tipo A. É necessário verificar o *stock* disponível no momento, que é dado pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Stock Disponível} &= \text{stock disponível inicial} - \text{quantidade fornecida L1} - \text{quantidade fornecida L2} \\ &\quad - \text{quantidade fornecida L3} - \text{quantidade fornecida L4} = 415 - 150 - 5 - 15 - 100 \\ &= 145 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Como o *Stock* disponível é inferior à Quantidade encomenda, então apenas será fornecida quantidade disponível no momento, ou seja 145 unidades, ou seja parcialmente.

*Total material confirmado*

$$\begin{aligned} &= \text{quantidade fornecida L1} + \text{quantidade fornecida L2} + \text{quantidade fornecida L3} \\ &\quad + \text{quantidade fornecida L4} + \text{quantidade fornecida L5} = 150 + 5 + 15 + 100 + 145 \\ &= 415 \text{ unidades} \end{aligned}$$

**L6:** Encomenda mercado nacional. Apenas necessita de verificar se o *Stock* é suficiente que neste momento é:

$$\text{Stock} = \text{Stock atual} - \text{stock em guia} = 728 - 465 = 263 \text{ unidades}$$

Esta encomenda é totalmente fornecida, pois mais uma vez, o *stock* de segurança tem como objetivo satisfazer as encomendas do mercado nacional. O Total material confirmado é:

*Total material confirmado*

$$\begin{aligned} &= \text{quantidade fornecida L1} + \text{quantidade fornecida L2} + \text{quantidade fornecida L3} \\ &\quad + \text{quantidade fornecida L4} + \text{quantidade fornecida L5} + \text{quantidade fornecida L6} \\ &= 150 + 5 + 15 + 100 + 145 + 13 = 428 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Para as restantes linhas o raciocínio é idêntico, tendo sempre que ter em conta o tipo de encomenda, pois é um *input* extremamente importante para a distribuição de quantidade disponível pelas linhas pendentes. Seguidamente será feito uma simulação, no entanto para uma percentagem de reserva de *stock* de segurança de 70%.

#### 4.5.2 Percentagem de reserva de *stock* de segurança: 70%

De acordo com o que já foi enunciado utilizou-se uma nova percentagem de reserva de *stock* de segurança, de forma a avaliar novamente o comportamento na distribuição de quantidade de *stock* pelas encomendas pendentes. Assim, alterando o parâmetro de entrada para 70% de reserva de *stock* de segurança, o *Stock Disponível* para fornecimento vai ser superior, de acordo com a seguinte expressão:

$$\text{Stock Disponível} = 728 - 50 - 350 \times 0.70 = 433 \text{ unidades}$$

Após alterar todos os parâmetros no programa, verifica-se que todas as encomendas pendentes no sistema para esta peça de substituição são satisfeitas. Mais uma vez, caso o mercado nacional continuar o consumo verificado até ao momento não afetará o nível de serviço pois existe *stock* suficiente para responder às necessidades. A nova distribuição encontra-se detalhada na tabela 10.

Tabela 10: Simulação para 70% reserva *stock* de segurança

		Encomenda	Quantidade Encomenda	Quantidade Fornecida	Total material confirmado	Quantidade pendente	Stock em guia	Stock Disponível
S0	D1	A	150	150	150	0	50	433
		B	5	5	155	0	200	283
		B	15	15	170	0	205	278
		A	100	100	270	0	220	263
	D2	A	160	160	430	0	<b>320</b>	<b>163</b>
		B	13	13	443	0	<b>480</b>	<b>3</b>
	D3	B	8	8	451	0	493	-
		B	8	8	459	0	501	-
	D4	B	16	16	475	0	509	-
	D5	B	13	13	488	0	525	-
		B	4	4	492	0	538	-
			-	-	-	-	542	-

Após a distribuição efetuada, restam 186 unidades, que resultam da diferença entre o *Stock Atual* e *Stock* final em guia. Tendo em conta o *stock* de segurança definido, nomeadamente 350 unidades, significa que o consumo médio diário ronda as 16 unidades (por excesso). Posto isto,

verificando o valor final do *stock*, significa que para o mercado nacional a cobertura será de aproximadamente 12 dias.

O exemplo desenvolvido neste projeto utilizou uma referência onde o seu *stock* de segurança é elevado e com folga suficiente para aplicar a reserva de *stock* de segurança. Contudo, nem todas as peças de substituição são requisitadas pelo mercado desta forma e por isso não exigem *stocks* de segurança tão elevados. Para estas referências é necessário ter especial atenção pois, qualquer violação do seu *stock* de segurança significa falhar no nível de serviço. Usualmente, estas peças são classificadas como C, ou seja, significa que os seus movimentos são esporádicos. Esta classificação é visível nas vistas do material e atualizada com alguma frequência. Como já foi referido, a transação vai exigir ao planeador uma determinada percentagem para cada tipo de peça, sendo possível controlar de forma mais coerente todas as peças nesta situação. A figura 19 exemplifica o painel inicial ao correr a transação Plano de Cargas.

Assim o planeador terá de fornecer 3 percentagens, podendo, para as peças C atribuir uma percentagem de reserva de *Stock* de Segurança 100% caso apresente alguma insegurança.

Percentagem reserva de <i>stock</i> seguranca		
Peca A	75	%
Peca B	85	%
Peca C	100	%

Figura 19: Painel inicial transação SAP

Em relação à simulação efetuada conclui-se que para as peças A's, a percentagem de reserva de *stock* de segurança se pode situar dentro do intervalo 70% e 75%. Em relação às peças de substituição B é aconselhável aplicar o mesmo raciocínio e testar de forma a validar o seu comportamento e possível rutura no mercado. Finalmente, em relação às peças C's, tendo em conta os baixos movimentos a reserva de *stock* de segurança deverá ser próxima de 100% pois, os *stocks* de segurança são reduzidos e não existe produção diária.

#### 4.6 Point CIP

O processo de melhoria contínua, tem como objetivo instalar um sistema de melhoria com vista à adição de valor. No BPS, o *CIP* está dividido em dois níveis distintos: o *System CIP* e o *Point CIP*.

O *System CIP* consiste numa abordagem holística para a melhoria de todo o fluxo de valor. Por outro lado, o planeamento de fluxo de valor deteta os *standards* necessários, por exemplo, para os processos de produção, definindo assim objetivos anuais e ainda projetos com vista a alcançar os resultados pretendidos.

O *Point CIP* por sua vez, concentra-se apenas num local de trabalho ou linha de produção de forma a estabilizar e melhorar os seus *standards* atuais.

O output das alterações efetuadas neste projeto, podem ser facilmente analisadas recorrendo ao *Point CIP SL1*. Neste *Point CIP*, existe seguimento diário das falhas verificadas no cliente final, não só de peças de substituição como também de aparelhos finais e ainda produtos provenientes de outros fornecedores, designados como *HAWA*. O referido *Point CIP* sofreu ao longo do projeto algumas melhorias, pois sentiu-se necessidade de definir limites de reação consoante a categoria de material. Por exemplo, para peças de substituição de produção interna, o limite de reação quando ocorre uma determinada falha não poderá ser igual ao de uma peça de substituição comprada a um fornecedor do grupo. Deste modo, para as peças de produção interna, cujo planeamento e produção é da responsabilidade AvP, o limite de reação deverá ser mais reduzido, pois à partida teremos todas as condições para produzir com a máxima brevidade. A contínua redução de *stocks* revela o potencial de melhoria que origina melhorias sustentadas para toda a logística. Posto isto, decidiu-se iniciar um seguimento do nível de *stock* tanto de peças de substituição como também de aparelhos finais. Numa base semanal, é feito o seu controle, não só para avaliar a possibilidade de redução com a implementação de um novo processo, mas também para permitir um decréscimo regular ao longo do mês.

Atualmente o *Point CIP SL1* é constituído pelos *standards*, *key performance indicator* e limites de reação para Espanha e Portugal, perseguição de eficácia, confirmação de processo, lista de ações e finalmente a matriz de presenças. A figura 20 representa a distribuição das diversas folhas no quadro *Point CIP*.

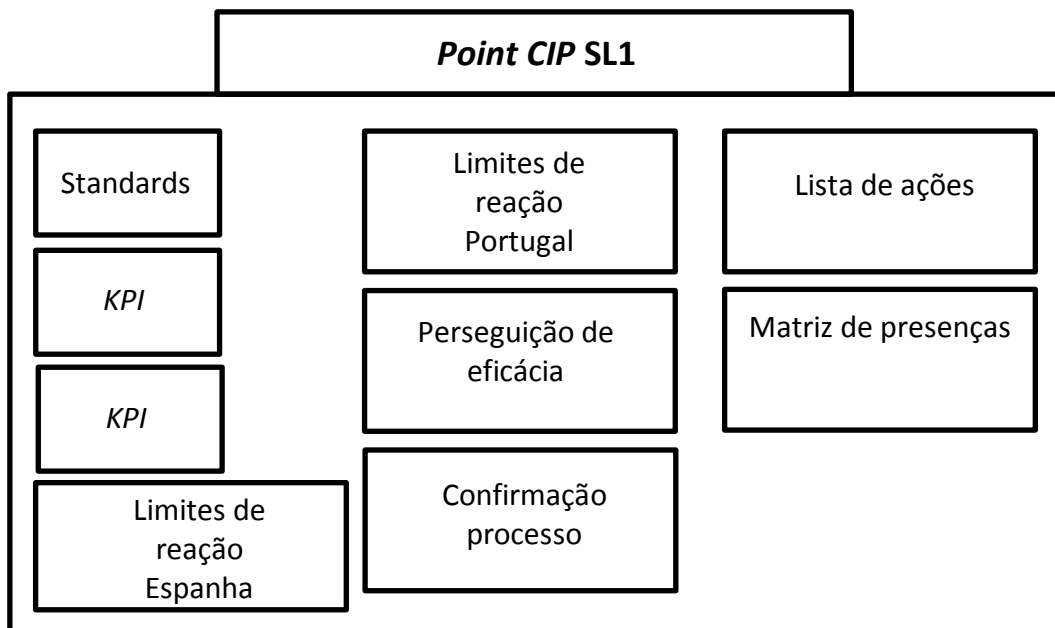


Figura 20: Representação Point CIP

O *Point CIP* é preenchido numa base diária e recorrendo a um relatório disponibilizado pela sede da organização. Com base neste relatório é possível analisar as falhas ocorridas em D0-1, tanto para os aparelhos como também para as peças de substituição. É ainda possível verificar qual foi a encomenda que falhou, sendo assim muito mais fácil atribuir um motivo. Uma determinada falha pode ocorrer devido a inúmeras razões, ou seja, quando existe atraso de um fornecedor, o motivo da falha deverá ser *External Supplier*. Por outro lado, caso seja falha de planeamento, esta deverá ser reportada como *Planning*. As falhas ocorridas são preenchidas na folha Limites de Reação.

Será possível constatar seguidamente que os limites de reação (número de dias) entre os diversos motivos são diferentes, pois em certos casos é possível responder com maior rapidez. Mais uma vez, as falhas são reportadas na folha Limites de Reação e quando se verifica repetição da mesma falha para a mesma peça, fora do limite de reação, deverá ser aberta uma ação na folha Lista de ações e conseqüentemente uma Folha de resolução de problemas. Os motivos atuais para as falhas de peças de substituição encontram-se resumidos na tabela 11.

Tabela 11: Motivos falhas

Motivos	Descrição
Stock available	Stock disponível e encomendas incompletas
Planning	Falha de planeamento
Higher ales	Pico de consumo
Quality problems	Problemas de qualidade
External supplier	Atraso do fornecedor
New part process	Novas peças ou aparelhos
AvP	Atraso de produção

O nível de serviço diário é reportado nos *KPI's*, que se encontram divididos para o mercado nacional e espanhol. Tal como já foi referido, dentro dos *KPI's* existe distinção do nível de serviço para os aparelhos, peças de substituição e produtos *HAWA*. Diariamente, com base no *report* determina-se o nível de serviço do dia anterior, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Nível de Serviço} = \frac{\text{Número de peças entregues}}{\text{Número de peças encomendadas}} \quad (13)$$

Na figura 21 é possível observar o quadro *Point CIP* atual.



Figura 21: Quadro *Point CIP*

Na figura seguinte (Fig. 22) é possível observar em detalhe alguns dos ficheiros que constituem o *Point CIP* atual.

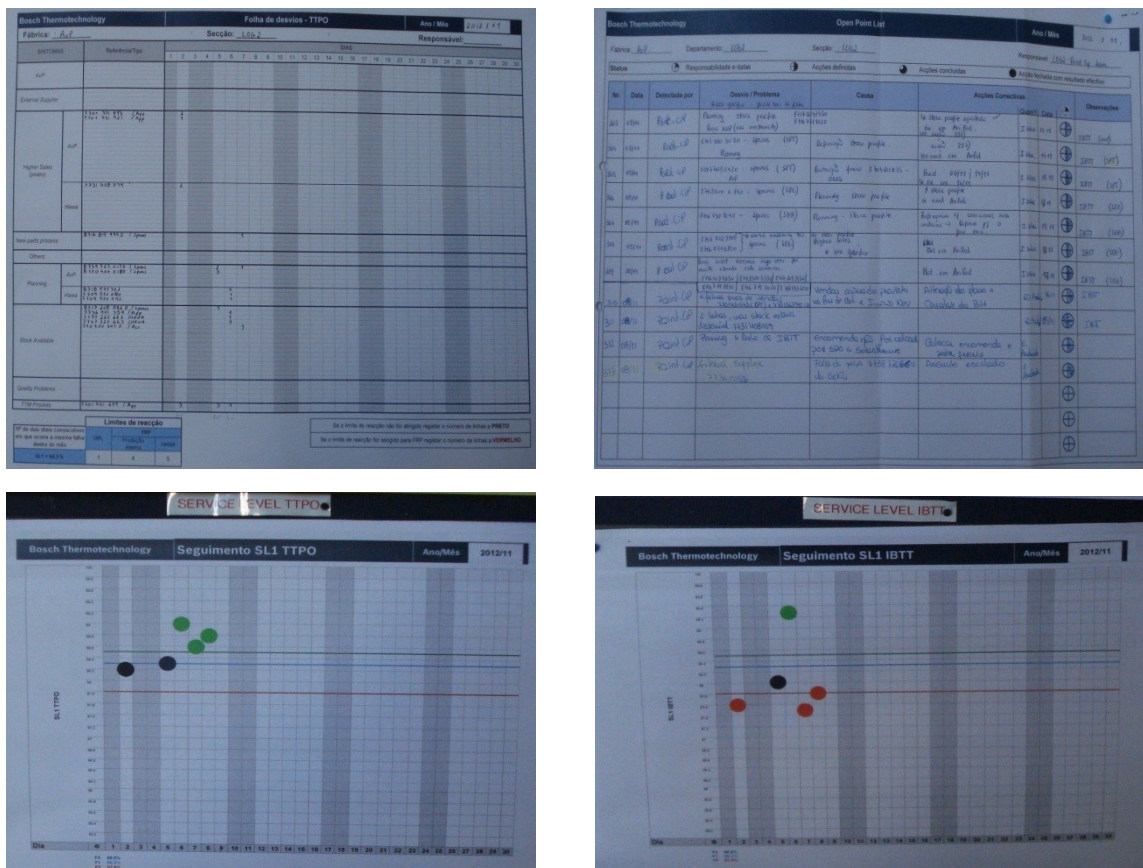


Figura 22: Detalhe quadro Point CIP

Mais uma vez, o *Point CIP* constitui um meio para avaliar as alterações introduzidas no processo de planeamento e ainda no plano de cargas. Para este projeto importa apenas realçar o nível de serviço das peças de substituição. Pelo simples facto do planeamento ser hoje em dia efetuado semanalmente, poderia obter-se resultados negativos para o nível de serviço. No entanto, é perceptível que no geral não existe impacto negativo. Contudo, em Espanha durante o mês de Setembro verificaram-se alguns consumos extraordinários, que afetaram negativamente o nível de serviço. Isto deveu-se à antecipação da época alta e ausência de preparação atempada. Consequentemente, os elevados consumos na fase final do mês de Setembro afetaram a fase inicial do mês seguinte pois, não existiu capacidade de resposta. A preparação da época alta para o mercado nacional tinha sido efetuada atempadamente e por isso mesmo o nível de serviço encontra-se no fator 2.

Desta forma, é necessário compreender de que forma são divididos os diversos fatores:

- Fator 0: até 98.7% dos pedidos concretizados;
- Fator 1: de 98.7% até 99.3% dos pedidos concretizados;
- Fator 2: de 99.3% até 99.5% dos pedidos concretizados.

Pela tabela 12 é possível observar a evolução do nível de serviço desde a implementação do projeto.

Tabela 12: Evolução nível de serviço

Mercado	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro (MTD – 06/11)
Portugal	99.3%	99.4%	99.4%	98.8%
Espanha	99.6%	97.9%	98.4%	97.9%





## 5. Conclusões

### 5.1 Reflexão sobre trabalho realizado

Assim como a Logística faz parte da estratégia das empresas, também as peças de substituição fazem parte da estratégia Logística. Atualmente as empresas despendem algum tempo em busca da melhoria dos processos que envolvem o planeamento e gestão de peças de substituição. Este trabalho permitiu concluir que a gestão de peças de substituição é extremamente morosa, devido ao elevado número de peças de substituição e consequente empate de capital, previsões difíceis de obter e níveis de serviço ao cliente elevados. As tarefas realizadas durante este trabalho permitiram identificar alguns pontos de melhoria que foram a base para este projeto.

As alterações introduzidas no planeamento de peças de substituição, permitiram agilizar os processos do *procurement*, pois atualmente a sua análise diária é reduzida. Por outro lado, o *procurement* com esta alteração beneficiou em termos de tempo, conseguindo ainda estabilizar as suas previsões para com os fornecedores.

Com o planeamento semanal, foi possível nivelar o número de linhas na célula de peças de substituição pois, já não se verifica o planeamento diário dos consumos de ambos os mercados que provocavam inúmeros picos de produção.

A criticidade das peças de substituição ficou mais clara para o planeador, tendo apenas que reajustar esporadicamente as referências e quantidades planeadas. Os níveis de *stock*, apesar do aumento do tempo de reposição ter sofrido alteração, mantiveram-se estáveis. Relativamente ao fluxo de materiais para o *Service Provider*, também surgiram algumas melhorias, nomeadamente, o número de peças de substituição por *shuttle* é mais constante, o que permite cumprir os *timings* acordados.

Em relação ao segundo momento do projeto, mais propriamente o plano de cargas, concluiu-se que o número de encomendas parciais reduziu substancialmente, bem como os atrasos para o mercado exportação. Verificou-se ainda que o nível de serviço, com a introdução da percentagem de reserva de *stock* de segurança, não sofreu qualquer tipo de alteração no imediato, à exceção do mercado Espanhol, devido em grande parte à antecipação da época alta.

O responsável pelo plano de cargas atualmente necessita de menos tempo para o elaborar, visto que, o número de validações reduziu, ou seja, o sistema atualmente efetua em pouco tempo a tarefa que o planeador executava durante aproximadamente duas horas. Deste modo, o recurso a qualquer tipo de validação extra por parte do responsável tornou-se de certa forma pontual.

Reverendo todos os pontos novamente, a relação com a central de peças de substituição situada em Lollar (Alemanha), também deveria ter sido incluída no projeto pois, existem por vezes encomendas que são colocadas diariamente. Este ponto não é tao crítico e notável na época baixa no entanto, o mesmo não se verifica na época alta, o que pode provocar alguma entropia no planeamento de peças. Prevê-se no curto prazo rever este processo de forma a alinhar com o planeamento dos restantes mercados.

Em suma, conclui-se que as tarefas propostas foram implementadas com sucesso e foram ainda alcançados os objetivos estipulados.

## **5.2 Trabalho futuro - quantidade mínima de produção e *stock* de segurança**

O planeamento de peças de substituição e a sua produção é efetuada com base nas encomendas pendentes no sistema e também para repor o *stock* de segurança definido. Posto isto, se para repor um determinado *stock* de segurança, for necessário planear apenas três unidades, vai ser gerada uma *OrdPla* (ordem de planeamento) de exatamente três unidades. Os aparelhos finais são planeados com base nos seus múltiplos de produção, ou seja, para os esquentadores, existe produção de 16, 32, 48 unidades e por ai adiante. Todo o sistema interno está parametrizado para este valor, por exemplo, os abastecimentos às linhas são feitos com base neste múltiplo de produção. O processo atual para as peças de substituição não contempla os múltiplos de produção e por isso, tanto a produção como a logística interna, têm de adaptar os seus processos, obtendo por vezes resultados menos agradáveis na sua eficiência e descontinuidade na produção.

Tendo em conta o que foi descrito, será objetivo da Bosch Termotecnologia reduzir este impacto nas duas áreas, com vista à otimização dos recursos envolvidos. Para isso, como consequência do projeto atual é necessário uma vez mais, alinhar este ponto com a produção dos aparelhos finais.

Após reflexão sobre a possível alteração, surgiram questões extremamente importantes que necessitam de validação prévia. Como já foi referido anteriormente, existem peças de substituição com reduzidos consumos e que por isso necessitam de especial atenção, ou seja, para uma peça de substituição onde o seu consumo anual é em média 10 unidades, não fará sentido adotar o múltiplo de produção. A classificação ABC é mais uma vez extremamente importante pois, pode classificar as diversas peças de substituição de acordo com os seus movimentos e valor para a organização.

Com a referida alteração, a produção pode usufruir de inúmeras vantagens, pois não vai necessitar de alterar os seus processos quando for necessário produzir os componentes para as peças de substituição. A logística interna também beneficia com a implementação do múltiplo de produção nas peças visto que o abastecimento às secções será o *standard*.

Em relação aos *stocks* de segurança, após alteração do MRP diário para semanal, verificou-se para Portugal um aumento no tempo de reposição de 5 para 12 dias. Mais uma vez, significa que vai existir maior exposição aos consumos por parte do mercado nacional. No entanto, como foi possível observar pela descrição do processo atual, o *stock* de segurança das peças de substituição é definido para o pico máximo mensal da época em causa. Este valor, tanto para o processo anterior como para o novo, não é válido, tendo apenas que redefinir a regra até então implementada. O novo cálculo de *stock* deverá ter em conta o tempo de reposição, histórico de consumos e ainda adição de fatores de segurança, que servirão para colmatar os consumos caso ocorram atrasos de produção ou mesmo por falta de capacidade. A pressão sobre os níveis de *stock* é elevada e por isso, devem ser definidas políticas de gestão de stock adequadas sem afetar o nível de serviço ao cliente.



## Referências Bibliográficas

- Aris A. Syntetos, J. E. (2001). On the bias of intermittent demand estimates. *International Journal of Production Economics*, 457-466.
- Aris A. Syntetos, J. E. (2005). The accuracy of intermittent demand estimates. *International Journal of Forecasting*, 303-314.
- Aris A. Syntetos, M. Z. (2010). Modelling Spare Parts Demand: An empirical investigation. *8th International Conference of Modeling and Simulation*. Tunisia.
- Ballou, R. H. (2004). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial*. São Paulo: Bookman.
- Carvalho, J. C. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management*. Great Britain: Prentice Hall.
- Cooper R. G., K. E. (1993). Major New Products: What distinguishes the winners in the chemical industry? *Product Innovation Management*, 90-111.
- David J. Bloomberg, S. A. (2002). *Logistics*. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Goffin, K. (2000). Design for Supportability: An Essential Component of New Product Development. *Reserach-Technology Management*, 1-12.
- Gourdin, K. (2005). *Global Logistics Management: A competitive advantage for the 21st century*. USA: JOHN WILEY AND SONS LTD.
- Harakd Gleibner, K. M. (2011). *Case Studies in Logistics*. Germany: Gabler.
- Huiskonen, J. (2001). Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. *International Journal of production economics*, 125-133.
- James R. Stock, D. M. (2011). *Strategic Logistics Management*. Mcgraw-Hill Education.
- Jens Kappauf, B. L. (2011). *Logistic Core Operations with SAP: Procurement, Production and Distribution Logistics*. Berlin: Springer.
- José Roberto do Rego, M. A. (2011). Spare parts inventory control: a literature review. *Produção*, 656-666.
- Loomba, A. P. (1998). Product distribution and service support strategy linkages: An empirical validation. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 143-161.
- Luís Valadares Tavares, F. N. (1997). *Investigação Operacional*. Lisboa: Mc Graw-Hill.
- Nezih Altay, L. A. (2011). *Service Parts Management*. London: Springer.
- Professionals, C. o. (11 de Setembro de 2012). *CSCMP Supply Chain Management Definitions*. Obtido de CSSMP: <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>
- Riccardo Manzini, A. R. (2010). *Maintenance for Industrial Systems*. London: Springer.
- Schultz, C. R. (1987). Forecasting and Inventory Control for Sporadic Demand Under Periodic Review. *Operational Research Society*, 453-458.
- Swamidass, P. M. (2000). *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. Massachusetts USA: Kluwer Academic Publishers.
- Thomas E. Vollmann, W. L. (2005). *Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: McGraw-Hill.
- Waters, D. (2007). *Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management*. Great Britain: Kogan Page Limited.