



Filipa Daniela da Silva Teixeira

Análise e Proposta de Processos Logísticos num Sistema de Produção *Make-to-Order*: Caso de Estudo

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, orientada pelo Senhor Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, apresentada no Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Julho de 2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Análise e Proposta de Processos Logísticos num Sistema *Make-to-Order*: Caso de Estudo

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

Analysis and Proposal of Logistics Processes in a Make-to- Order System: Case Study

Autor

Filipa Daniela da Silva Teixeira

Orientadores

**Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes
Ferreira**

Engenheiro Sérgio Filipe dos Santos Pereira

Júri

Presidente	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogal	Professora Doutora Maria João Pires da Rosa Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro
Orientador	Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Active Space Technologies, S.A.

Coimbra, julho, 2017

*“Your assumptions are your windows on the world. Scrub them off every once
in a while, or the light won't come in.”*

Isaac Asimov

Aos meus pais, irmão e namorado.

Agradecimentos

A presente dissertação, que representa o culminar do meu percurso académico, não seria possível de concretizar sem algumas pessoas que, das mais variadas formas, me apoiaram e contribuíram para o meu enriquecimento pessoal e profissional ao longo deste tempo, pelo que não poderia deixar de lhes agradecer.

Em primeiro lugar, agradeço à Active Space Technologies pela oportunidade de desenvolver este trabalho e integrar a equipa do projeto AGV. Em particular, gostaria de agradecer ao meu orientador de estágio, Sérgio Pereira, por toda o conhecimento e sabedoria partilhados, bem como pelo apoio fundamental e confiança depositados em mim ao longo do estágio, e à Sandra, pelo companheirismo e apoio ao longo destes meses.

A toda a equipa da Active Space Automation, pela forma como me acolheram, sendo incansáveis em termos de cooperação, paciência e ajuda, o meu muito obrigada. Nunca me esquecerei do ambiente positivo e de boa disposição partilhado por todos.

Ao professor Luís Ferreira, agradeço imenso o apoio e os conhecimentos transmitidos, bem como a paciência, empenho e disponibilidade para comigo. Foram sem dúvida uma ajuda preciosa para percorrer todo este caminho.

À colheita de 2012, pela amizade e espírito de entreajuda, e por todas as aventuras vividas.

À Patrícia e Rafaela, as de sempre e para sempre, pelo apoio inabalável nos bons e maus momentos.

Ao João, por toda a motivação, encorajamento e dedicação e por ter sido um dos pilares deste meu percurso.

Aos meu pais e irmão, um enorme obrigada pelo apoio incansável e incondicional, bem como pelo carinho constante e por serem a base fundamental do meu caminho.

Resumo

O trabalho descrito neste documento teve como base o estágio curricular na Active Space Technologies, mais concretamente no seu ramo da indústria, a Active Space Automation. Esta parte da empresa dedica-se ao desenvolvimento, produção e venda de *Automated Guided Vehicles (AGV)*.

Face à necessidade de melhorar os processos logísticos e adequar os níveis de stock às necessidades existentes ou previstas, a presente dissertação incorpora o estudo e análise destes mesmos processos, assim como das variáveis que os irão moldar. Deste modo, pretende-se suavizar o impacto do comportamento irregular e imprevisível da procura associada ao produto final, definindo as políticas de controlo e monitorização de stock e o desencadeamento de encomendas a montante da cadeia de abastecimento.

Mediante os objetivos traçados, foram analisados os processos e fluxos internos inerentes à cadeia de abastecimento na qual a empresa está inserida, bem como os níveis de stock iniciais. O diagnóstico efetuado permitiu perceber os desequilíbrios na gestão de stock existentes e compreender quais os fatores importantes associados aos processos e fluxos internos que poderão influenciar as políticas de stock.

Através da classificação do stock com recurso a um conjunto de variáveis, foi possível a adequação dos processos logísticos a cada um dos grupos de stock definidos. Para esta classificação, foram ponderados o consumo anual monetário, o *lead time*, o número de fornecedores disponíveis para cada componente e se o item requer a intervenção de um fornecedor subcontratado. Desta análise resultaram um conjunto de propostas de políticas para gerir e monitorizar o stock, agilizando assim os processos no âmbito desta gestão.

Palavras-chave: Processos Logísticos, *Make-to-Order*, Gestão de stocks, Classificação multicritério

Abstract

The work described in this document was based on a curricular traineeship in Active Space Technologies, more specifically in its branch of industry, Active Space Automation. This part of the company is dedicated to the development, production and sale of Automated Guided Vehicles (AGV).

Regarding the need to improve logistics processes and adjust stock levels to existing or planned needs, this dissertation incorporates the study and analysis of these same processes, as well as the variables that will shape them. The aim is to mitigate the impact of the irregular and unpredictable behavior of the demand associated to the final product, defining stock control and monitoring policies and the order's triggering upstream of the supply chain.

Through the objectives outlined, the processes and internal flows inherent to the supply chain in which the company is insert were analyzed, as well as the initial stock levels. The diagnosis made possible to understand the imbalances in the existing stock management and to understand the important factors associated with the processes and internal flows that may influence the stock policies.

Using a stock classification with a set of variables, it was possible to adapt the logistics processes to each of the defined stock groups, the annual monetary consumption, the lead time, the number of suppliers available for each component and the item requiring the intervention of a third-party supplier. The result from this analysis was a set of policies proposed to manage and monitor the stock, thus streamlining the processes within this management.

Keywords Logistics processes, Make-to-Order, Stock management, Multicriteria classification

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Siglas	xv
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	5
2.1. Logística	5
2.2. Importância das Funções de Logística e Procurement na Gestão da Cadeia de Abastecimento	6
2.3. Gestão de Stocks	9
2.3.1. Definição e Natureza dos Stocks	9
2.3.2. Impacto do Tipo de Procura na Estratégia de Stocks e Abastecimento	11
2.3.3. Modelos de Análise e Classificação do Stock	15
2.4. Processos Logísticos e Planeamento	20
2.4.1. Fluxos Logísticos	21
2.4.2. Stock de Segurança Vs Estratégia de Fornecedores	22
2.5. Considerações finais	23
3. Caso de Estudo	25
3.1. Apresentação da Empresa	25
3.1.1. Active Space Automation	26
3.2. Caracterização da Procura	27
3.3. Cadeia de Abastecimento	28
3.4. Processos e Fluxos Internos	30
3.4.1. Realização e Formalização de Ordens de Compra (PO)	30
3.4.2. Receção de Encomendas de Fornecedores	33
3.4.3. Requisição de Bens Logísticos	36
3.5. Diagnóstico	36
4. Análise e Proposta	41
4.1. Métodos de Classificação do Stock	41
4.1.1. Análise ABC	41
4.1.2. Integração da Análise ABC com a XYZ	43
4.1.3. Análise SDE	44
4.1.4. Matrizes de Classificação	45
4.2. Gestão e Monitorização dos Fluxos Logísticos	50
4.2.1. Influência da Avaliação de Fornecedores no Planeamento Logístico	50
4.3. Processos Logísticos	51
5. Conclusão	55
Referências Bibliográficas	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Evolução da área de Gestão da Cadeia de Abastecimento através da integração de atividades inerentes a ela (adaptado de Ballou (2007)).	6
Figura 2.2. Tipos de stock e a sua localização no processo global (adaptado de Waters (2003)).	10
Figura 2.3. Categorização da procura e a relação da mesma com o controlo de stock (adaptado de Boylan et al. (2008)).	12
Figura 2.4. Estratégia de Produção e Lead Time associados (adaptada de Arnold et al. (2007)).	13
Figura 2.5. Curva ABC.	16
Figura 2.6. Visão geral dos aspetos chave dos fluxos logísticos e a sua relação com os processos (adaptado de Hou et al. (2017)).	22
Figura 3.1. ActiveOne (fonte: http://www.activespacetech.com/activeone/).	26
Figura 3.2. Variação da procura do produto (em %) ao longo do tempo.	27
Figura 3.3. Esquema geral da Cadeia de Abastecimento da ASA (adaptado de Lambert 2004).	29
Figura 3.4. Procedimento e KPIs relativos à formulação e aprovação de uma PO.	31
Figura 3.5. Procedimento e KPIs relativos à receção de encomendas dos fornecedores.	34
Figura 3.6. Níveis iniciais de stock, em percentagem, quando convertidos no número de AGVs equivalentes.	37
Figura 3.7. Quantificação dos atrasos (em número de dias) ocorridos em cada situação sinalizada.	38
Figura 4.1. Curva ABC dos componentes pertencentes ao AGV.	42
Figura 4.2. Composição de cada classe em função dos componentes pertencentes a cada modelo.	43
Figura 4.3. Representação esquemática da matriz de classificação resultante da combinação ABC-SDE-Número de Fornecedores e as combinações de variáveis possíveis.	47
Figura 4.4. Representação esquemática da matriz de classificação resultante da combinação ABC-SDE-Requer serviço subcontratado e as combinações de variáveis possíveis.	49
Figura 4.5. Componentes standard e customizados, em percentagem, relativamente ao total de componentes críticos.	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Características da procura (adaptada de Lee (2002)).	13
Tabela 2.2. Diferenças entre os sistemas produtivos Make-to-Stock e Make-to-Order (adaptado de Hendry and Kingsman (1989)).	14
Tabela 2.3. Fatores relativos a cada um dos grupos da classificação ABC (Adaptado de Arnold et al. (2007) e Wild (2002)).	16
Tabela 2.4. Análise combinada ABC-XYZ (adaptado de Pandya and Thakkar (2016)).	18
Tabela 2.5. Processos relativos aos fluxos e respetivas políticas de organização (adaptado de Rouwenhorst et al. (2000)).	21
Tabela 4.1. Resultados obtidos através da análise ABC.	42
Tabela 4.2. Matriz ABC/XYZ.	44
Tabela 4.3. Resultados obtidos através da análise SDE.	45
Tabela 4.4. Resultados da combinação ABC-SDE quando o nº de fornecedores é igual a 1 (Matriz I).	47
Tabela 4.5. Resultados da combinação ABC-SDE quando o nº de fornecedores é igual a 2 (Matriz I).	47
Tabela 4.6. Resultados da combinação ABC-SDE quando o componente requer intervenção de um fornecedor subcontratado (Matriz II).	49
Tabela 4.7. Resultados da combinação ABC-SDE quando o componente não requer intervenção de um fornecedor subcontratado (Matriz II).	49
Tabela 4.8. Componentes críticos discriminados pelo método ABC.	51
Tabela 4.9. Políticas de stock propostas para os componentes da classe A, de acordo com o número de fornecedores e a classificação SDE.	53
Tabela 4.10. Políticas de stock propostas para os componentes da classe B, de acordo com o número de fornecedores e a classificação SDE.	53
Tabela 4.11. Políticas de stock propostas para os componentes da classe C, de acordo com o número de fornecedores e a classificação SDE.	54

SIGLAS

AGV – *Automated Guided Vehicle*

ASA – *Active Space Automation*

AST – *Active Space Technologies*

BoM – *Bill of Materials*

CSCMP - *Council of Supply Chain Management Professionals*

GCA – *Gestão da Cadeia de Abastecimento*

IPN – *Instituto Pedro Nunes*

JIT – *Just-in-Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

MRO – *Maintenance, Repair and Operating Supplies*

MTO – *Make-to-Order*

MTS – *Make-to-Stock*

NDA – *Non-Disclosure Agreement*

PO – *Purchase Order*

SKU – *Stock keeping unit*

1. INTRODUÇÃO

Numa altura em que os padrões de consumo sofrem alterações significativas e a procura por soluções customizadas está a aumentar cada vez mais. As empresas cujo modelo de negócio assente num sistema *make-to-order* (MTO) têm assim oportunidade de ganhar terreno e estabelecerem-se no mercado. Para que tal seja possível, vários fatores, tais como a flexibilidade e a capacidade de resposta à ordem de compra, surgem como vantagens competitivas importantes para a sobrevivência das empresas às flutuações do mercado.

É na manutenção e melhoria destas vantagens competitivas que os processos logísticos, integrados na gestão da cadeia de abastecimento, acabam por ter um impacto elevado. De modo a cumprir prazos de entrega aceitáveis para o cliente, os processos relacionados com o inventário e o fluxo de materiais têm de ser geridos de forma a equilibrar o risco entre roturas de stock e os efeitos negativos de excesso de investimento em inventário, tanto em custo como em espaço de armazenamento, e ao mesmo tempo conseguir alocar a quantidade certa de stock quando e onde ela é necessária (Radke *et al.* 2013).

Contudo, uma das maiores entropias aos processos logísticos é a incerteza da procura associada a sistemas MTO. Torna-se assim vital que, antes de adotar qualquer tipo de estratégia de abastecimento, se compreenda as fontes associadas a esta incerteza e se explore formas de as reduzir (Lee 2002). Deste modo, a tomada de decisões relativas aos processos e fluxos logísticos é apoiada por um conjunto de estratégias documentadas que especificam os fatores e métricas a ter em conta no momento da decisão.

O caso de estudo que constitui a base da presente dissertação enquadra-se num ambiente industrial de produção por encomenda, em que o produto se encontra na fase de lançamento/desenvolvimento e começa agora a ter alguma procura no mercado. Para fazer face aos desafios logísticos que esta procura desencadeia, surge assim a necessidade de formular e monitorizar os processos de controlo dos níveis de stock da empresa, de modo a adequar os níveis de stock existentes em armazém e, conseqüentemente, o valor total do inventário.

Os principais problemas e fatores críticos identificados no caso de estudo são:

- Produto com procura muito incerta: sendo um produto altamente customizado, a sua produção apenas é iniciada mediante uma compra de um cliente (produção por encomenda). Tendo em conta que o *lead time* de alguns componentes do robô é maior que o *lead time* fixado para o robô em si, este fator torna-se num desafio para a gestão de stocks. Atualmente, a solução encontrada passa por acordos de estabelecimento de stocks de segurança no armazém interno e no fornecedor.
- Capacidade de produção reduzida: as condições de venda atuais ditam que a empresa tem uma capacidade de produção de 3 robôs por semana e, caso surja algum cliente inesperado, este fica em fila de espera.
- Inexistência de dados históricos a vários níveis: embora a questão da rastreabilidade relativa aos robôs e aos seus componentes seja uma preocupação crescente, em termos de dados históricos a informação sobre o processo de montagem do robô e da sua manutenção é escassa.

De forma a suavizar o impacto dos problemas e fatores identificados anteriormente, o objetivo principal da presente dissertação consiste na formulação de um modelo de gestão com vista a adequar o nível de stock às necessidades, otimizando assim o fator de risco e os custos totais associados a estes níveis através da:

- Definição dos processos de controlo de stocks e posterior monitorização dos mesmos;
- Definição do processo para despoletar encomendas;
- Identificação e ponderação dos fatores que influenciam o dimensionamento do stock de segurança.

O presente documento é composto por cinco capítulos principais. No primeiro capítulo é introduzido o tema da dissertação, bem como as razões para o seu estudo e objetivos traçados para o trabalho desenvolvido. O segundo capítulo é focado no enquadramento teórico da dissertação, onde são descritos todos os conceitos, teorias e fundamentos que sustentam a análise e resolução do caso de estudo. Já no terceiro capítulo, procede-se à descrição e enquadramento do caso de estudo, sendo feita a apresentação da empresa, a caracterização de processos e fatores fundamentais para o desenvolvimento da

análise e proposta (como a cadeia de abastecimento, o tipo de procura e os processos relacionados com os fluxos logísticos) e o diagnóstico destes processos, onde são identificados alguns problemas e situações que sustentam a análise a efetuar. No quarto capítulo é então apresentada a análise e proposta ao caso de estudo, com especial foco nos métodos aplicados para a classificação do stock e quais as implicações dos indicadores e métricas obtidos através destas classificações para os processos e fluxos e, conseqüentemente, para as decisões relacionadas com os mesmos. Por último, o quinto capítulo reúne a discussão dos resultados obtidos no capítulo anterior, bem como as conclusões pertinentes obtidas através dos mesmos e as considerações finais a tecer sobre a análise e proposta apresentada.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Logística

O termo “Logística”, tal como qualquer área de conhecimento, tem sofrido ao longo do tempo uma evolução no seu significado e aplicação, que na sua grande maioria é consequência das mudanças no âmbito comercial e industrial em que está integrada.

Segundo Ballou (2007), embora alguns autores tenham começado no século XX a discutir as dimensões inerentes à logística, como os custos de transporte, inventário e a questão fulcral de conseguir reunir os bens necessários no sítio certo e na altura certa, as primeiras referências ao termo “Logística” são encontradas sobretudo no âmbito militar, onde este conceito se referia simplesmente ao movimento de bens físicos (materiais, pessoas e instalações militares) de uma localização para a outra, bem como a manutenção destes mesmos bens.

Ao ocorrer a expansão deste conceito para o mundo dos negócios, tanto no contexto comercial como industrial, o seu significado toma um rumo mais abrangente, emergindo assim como uma área que contempla não só a movimentação de bens como também a transmissão de serviços e informação inerentes a todas as operações (*Lummus et al.* 2001). No plano estratégico, este conceito foca-se no conjunto de princípios, forças e atitudes que ajudam a comunicar objetivos, planos e políticas, e que são reforçados através dos comportamentos entre parceiros ao longo da rede. (Harrison and van Hoek 2008).

Atualmente, não é possível definir logística como uma função individual, mas sim como uma função de gestão integrada, que coordena e otimiza todas as atividades relacionadas com o planeamento, implementação e controlo dos vários fluxos e armazenamento de bens que ocorrem desde o primeiro fabricante (ponto de origem) até ao consumidor final (ponto de consumo). Esta coordenação afeta também os serviços e informação que circulam entre estes dois pontos, tendo assim como objetivo final ir de encontro aos requisitos do cliente e, conseqüentemente, obter a sua satisfação plena (*Council of Supply Chain Management Professionals* 2013)

2.2. Importância das Funções de Logística e *Procurement* na Gestão da Cadeia de Abastecimento

Assim como em logística, os conceitos de gestão da cadeia de abastecimento (GCA) e *Procurement* foram sofrendo um desenvolvimento e ampliação ao longo do tempo, influenciando-se mutuamente à medida que cada um deles evoluía.

Antes do surgimento do conceito de GCA, as atividades logísticas e de compras, entre outras, eram consideradas atividades isoladas, sendo que só a partir da 1960 é que começa a haver uma integração destas atividades em conceitos mais uniformizados (Figura 2.1). Já mais tarde, no início da década de 80, Kraljic (1983), aquando do seu estudo sobre estratégias para a cadeia de abastecimento, realça a ligação e a importância da mesma entre estas três áreas, afirmando que, mediante a existência de incerteza relativamente à relação com fornecedores, desenvolvimentos tecnológicos e disponibilidade de itens, os gestores não podem continuar simplesmente a monitorizar os processos, mas sim a antecipar e/ou desencadear os acontecimentos ao longo da cadeia. Esta mudança de perspectiva faz com que as funções de compras e de logística, até à altura meramente operacionais, se convertam em funções estratégicas, ou seja, aquilo a que chamamos gestão da cadeia de abastecimento.

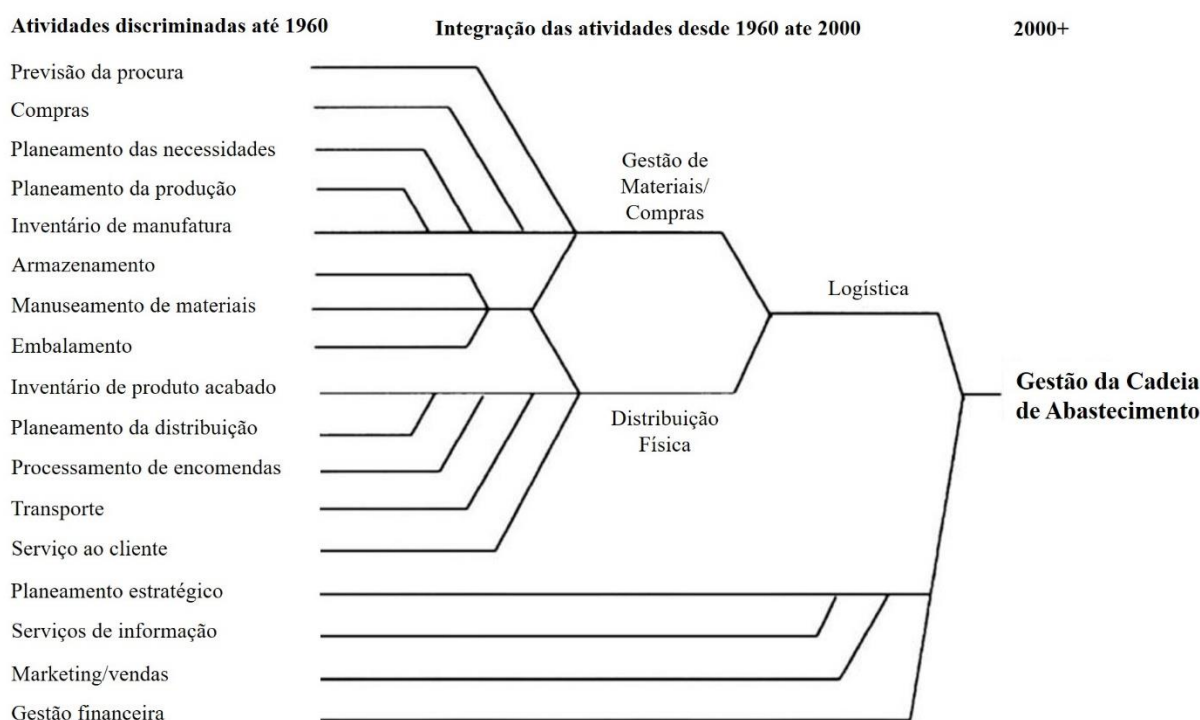


Figura 2.1. Evolução da área de Gestão da Cadeia de Abastecimento através da integração de atividades inerentes a ela (adaptado de Ballou (2007)).

Na mesma linha, Cooper and Ellram (1993) realçam a importância que envolve a evolução estratégica das funções de logística e *procurement*. Estas duas funções ajudam então a identificar onde é que pode haver otimização de custos de inventário e stock, assim como identificar possíveis membros da cadeia de abastecimento e avaliar potenciais melhorias na rapidez entre as operações. Segundo os mesmos, as contribuições da logística e do *procurement* para a GCA passavam pela:

- Capacidade de liderar o processo;
- Experiência na gestão de inventário e stocks;
- Facilidade de ligação entre empresas e os seus fluxos de informação;
- Experiência em negociação;
- Visão e perspetiva mais ampla inter-organizações.

Em termos de sustentação, para formar uma cadeia de abastecimento, a razão mais forte relacionava-se com a construção de uma vantagem competitiva para todos os elementos da cadeia, estando esta fortemente relacionada com a redução do investimento em inventário ao longo da cadeia.

À medida que o ritmo e a exigência do mercado iam aumentando, as organizações preocupavam-se cada vez mais em melhorar a eficiência dos seus processos, principalmente o produtivo, através de práticas como o *Just-in-Time* (JIT) que, de um modo geral, defende que os materiais apenas devem ser fornecidos aquando da sua necessidade. Isto permitiu às empresas perceber a importância e o verdadeiro potencial benéfico da ligação próxima entre fornecedores e compradores, enfatizando assim o papel fundamental das parcerias estratégicas com os fornecedores diretos, que em muito se deveram à contribuição dos profissionais da área de compras, operações logísticas e gestão de materiais, que apoiaram a incorporação das funções de distribuição e transporte na cadeia (Choon Tan 2001).

Desta forma, as definições de GCA começam então a realçar a integração e coordenação de processos financeiros, fluxo de bens e serviços ao longo de uma cadeia de distribuição que vai desde o fabricante até ao cliente final, em vez de um foco nas relações individuais entre os diferentes elementos da cadeia, contemplando também o fluxo inverso, respetivo aos pagamentos e informação. O foco da gestão de materiais deixa de estar centrado apenas na organização, mas sim nas interações entre as diferentes organizações ao longo da cadeia (Baily *et al.* 1998).

No seguimento desta perspetiva mais integradora de todo o sistema, alguns autores começam a relacionar de uma forma mais específica a função de compras com a cadeia de abastecimento, caracterizando-as também. Carr and Smeltzer (1999) relacionam a estratégia de compras e CGA através da capacidade de resposta dos fornecedores e das mudanças de mercado, comunicação com os fornecedores e a *performance* da empresa. Este papel é mais tarde reforçado por Chen et al. (2004) e Paulraj *et al.* (2006), que afirmam que a evolução do termo “compras” para “*purchasing*” e, mais recentemente, para “*procurement*” desempenhou também um papel crucial no desenvolvimento de relações estratégicas, cooperativas e de longo-prazo, de modo a promover uma relação próxima com um número dedicado de fornecedores e uma via de comunicação de dois sentidos que permite a transmissão de toda a informação necessária ao bom funcionamento da cadeia.

No que diz respeito à gestão de stock e todos os processos logísticos, estes têm sido cada vez mais reconhecidos, a nível de importância, ao longo da cadeia de abastecimento, uma vez que têm um grande impacto na *performance* geral (Nenes *et al.* 2010). Como é evidenciado por Prasad *et al.* (2011), os fluxos de produtos desde o produtor até ao consumidor envolvem todo um conjunto de decisões relativas a planeamento, níveis de inventário/stock e transporte em cada um dos níveis de distribuição logística que têm uma influência grande no comportamento global da cadeia de abastecimento e, claro está, no sucesso dos seus processos.

Com todas as evoluções inerentes e havendo tantos autores a debruçarem-se sobre estes conceitos, existem alguns problemas a nível de aceitação e consenso universal sobre a sua definição, reforçadas pelo facto de existirem diferentes *frameworks* relativas a esta área que competem entre si (Stock and Boyer 2009). Talvez a definição mais consensual até ao momento, e aquela a que a maioria da literatura se refere, é a do *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013), que define a Gestão da Cadeia de Abastecimento como o englobar de todo o planeamento e gestão de atividades que estão envolvidas no âmbito do *procurement* e da gestão logística. Isto inclui a coordenação e colaboração com os parceiros ao longo de toda a cadeia, tendo como maior responsabilidade o estabelecimento de ligações entre as funções e processos de negócio dentro e fora das empresas, de forma a criar um modelo de negócio coesivo e de elevada performance ao longo de toda a cadeia.

2.3. Gestão de Stocks

2.3.1. Definição e Natureza dos Stocks

O stock pode ser um incómodo, uma necessidade ou uma conveniência. Normalmente, as organizações conferem ao stock uma posição secundária, quando na verdade este é um elemento importante para a eficácia operacional e o seu peso no balanço financeiro da empresa é considerável (Baily *et al.* 1998). Segundo os mesmos autores, os stocks são estabelecidos devido a:

- Pertinência de ter os bens logísticos disponíveis quando necessário;
- Redução em parte dos custos devido à compra ou produção de quantidades ótimas;
- Proteção contra os efeitos de erros de previsão e registos incorretos;
- Provisão para flutuações nas vendas ou na produção;

Quando se fala em stock e na sua gestão, é importante destacar a diferença entre dois conceitos que normalmente são usados com o mesmo significado, ou então com significados ligeiramente diferentes daquilo que é realmente a sua finalidade: stock e inventário. Segundo o *Oxford Dictionary*, stock refere-se aos bens que são mantidos em armazém e que estão disponíveis para uso futuro. Por outro lado, o mesmo dicionário refere-se a inventário como sendo a lista completa de itens, em termos de conteúdo e bens em stock, que pertencem a um dado edifício ou espaço físico. Relativamente ao segundo conceito, o *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013) vai mais longe e define inventário como os componentes, matérias-primas, produtos intermédios, produtos acabados e bens necessários para a produção de bens e prestação de serviços, podendo também se referir ao número de unidades e /ou valor de stock de bens da empresa.

A gestão de stocks de uma empresa pode ter como base a *Bill of Materials* (BoM). A BoM consiste numa lista estruturada de todos os materiais e quantidades necessárias para produzir um determinado produto final, subprodutos ou quaisquer partes produzidas pertencentes ao produto final, quer sejam comprados ou de manufatura própria. (CSCMP 2013).

Em termos de tipologias de stock, os materiais podem ser classificados em cinco grupo principais, como é possível observar na Figura 2.2, dependendo da sua localização e utilidade para o processo produtivo (Waters 2003):

- Matérias primas: componentes e materiais provenientes de fornecedores e que são mantidos em armazém até que sejam necessários para as respetivas operações;
- *Work in Progress* (WIP): subprodutos ou produtos intermédios, que já sofreram alterações e ainda serão usados ao longo do processo;
- Produtos acabados: Produto já transformado e/ou assembled, que está pronto a ser expedido para o cliente.
- *Spare parts*: peças usadas maioritariamente em máquinas e equipamentos, ou seja, no âmbito da manutenção;
- Consumíveis: materiais necessários para a produção, mas que não fazem parte da constituição do produto.

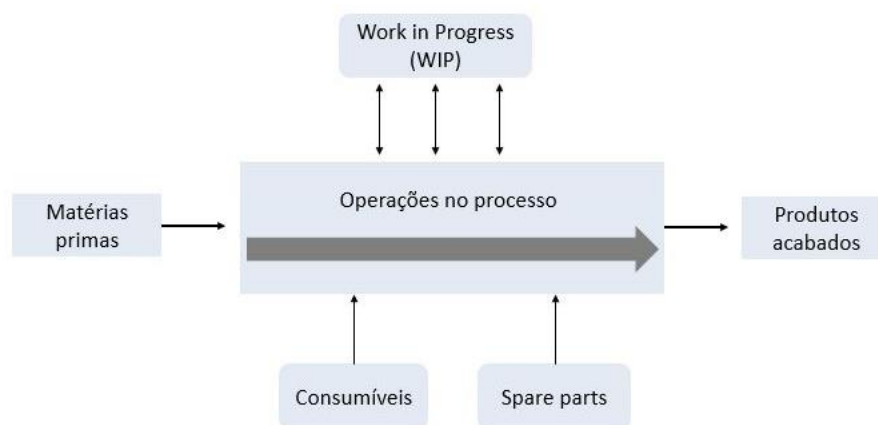


Figura 2.2. Tipos de stock e a sua localização no processo global (adaptado de Waters (2003)).

Para além destas cinco tipologias de stock, Arnold *et al.* (2007) sugere que os itens podem ainda ser classificados segundo a função que eles têm no processo:

- Stock de antecipação: criados para antecipar uma procura futura;
- Stock de segurança: prevenir situações de rotura de stock ou paragens no processo caso haja flutuações imprevisíveis na procura ou no lead time;
- Stock de quantidade: itens que são comprados ou fabricados em quantidades maiores que as necessárias devido a descontos de quantidade;
- *Pipeline* stock: itens que necessitam de um dado espaço de tempo para se deslocar de uma localização para outra.

- Stock de cobertura: materiais cujos preços sofrem bastantes flutuações de acordo com a sua procura e fornecimento
- Stock relativo a manutenção, reparações e operações (MRO): itens de suporte às operações de produção e manutenção e que não fazem parte do produto final, diretamente.

Como é perceptível, a gestão de stock é uma função que não se encontra em estado isolado na organização, pelo que tem de ser considerado o seu impacto nas outras partes da organização. Não existem linhas claras de separação entre a gestão do inventário, e o *procurement*, GCA, armazenamento e outras operações e funções. Sendo assim, a gestão do inventário tem de ser um contexto global, observando as suas interações com outras atividades, e reconhecer explicitamente a sua importância estratégica (Waters 2003).

2.3.2. Impacto do Tipo de Procura na Estratégia de Stocks e Abastecimento

Um dos fatores mais importantes na modelação dos processos de uma empresa e, conseqüentemente, na definição de uma estratégia de stocks e de abastecimento é o tipo de procura, que em muito influencia também a tipologia do sistema de produção. Os processos no âmbito de uma procura estável e previsível, cuja fonte de abastecimento seja fiável, não podem ser geridos da mesma forma que aqueles cuja procura seja altamente imprevisível e as fontes de fornecimento não sejam todas fiáveis (Lee 2002).

Boylan *et al.* (2008) e Petropoulos and Kourentzes (2015) afirmam que a procura pode ser distinguida, de uma maneira global, em procura intermitente e não-intermitente. De uma forma mais específica, a procura pode ser classificada consoante os seguintes padrões:

- Intermitente: itens com procura irregular, ou seja, receção de ordens de compra pouco frequentes, havendo mesmo vários períodos com procura nula intercalados com períodos de procura de volumes vários;
- Errática: itens cujo volume de procura pode ser ter dimensões completamente díspares;
- *Lumpy*: itens cuja procura, quando acontece, tem uma variabilidade associada muito elevada;

- Suave: itens para os quais a procura, quando ocorre, é praticamente constante.

Na Figura 2.3 é apresentada a forma como estas classificações se relacionam de acordo com a frequência da procura (âmbito da previsão) e a procura média e a variabilidade, para efeitos de controlo de stock. Nesta esquematização, os termos “lenta” e “rápida” estão relacionados com a procura média por período, sendo que um item de movimentação lenta é um material cuja procura média por período seja baixa, devido a ocorrências esporádicas de procura e/ou ocorrências de baixa dimensão (Boylan *et al.* 2008).

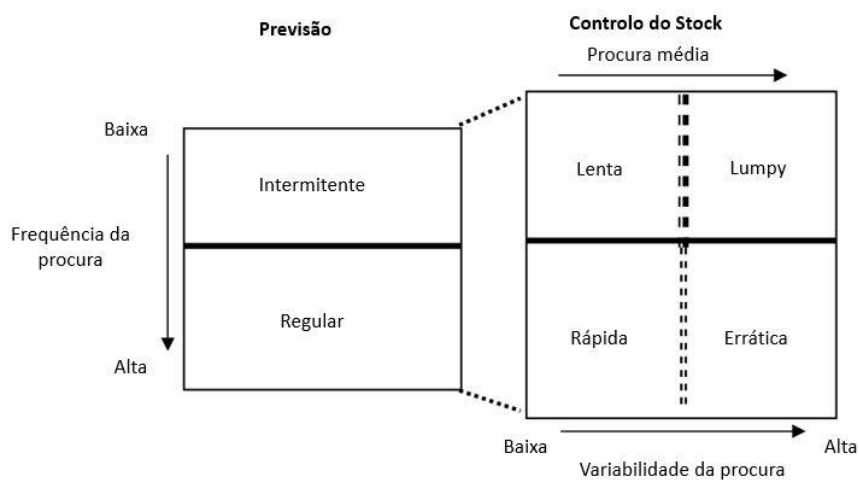


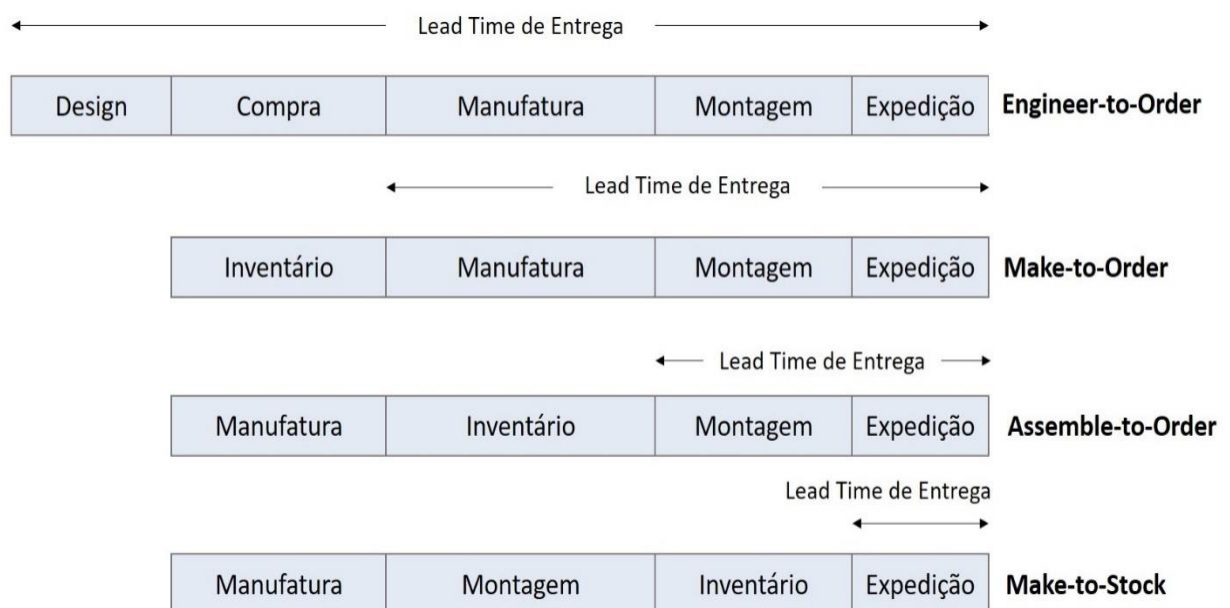
Figura 2.3. Categorização da procura e a relação da mesma com o controlo de stock (adaptado de Boylan *et al.* (2008)).

Por sua vez, Lee (2002) aborda as características da procura mais no âmbito das estratégias da cadeia de abastecimento, diferenciando-as em procura funcional e inovadora (Tabela 2.1). Esta caracterização é interessante na medida em que explora o nível de incerteza relativa à procura de um determinado produto ao longo de toda a cadeia, facilitando assim a correspondência desta procura com uma estratégia de abastecimento adequada.

Tabela 2.1. Características da procura (adaptada de Lee (2002)).

Funcional	Inovadora
Procura mais previsível (estável)	Dificuldade de previsão (procura variável)
Produtos de vida longa	Produtos com período de venda curto
Baixo custo de inventário	Alto custo de inventário
Margens de lucro baixas	Margens de lucro altas
Pouca variedade de produtos	Elevada variedade de produtos
Maior volume por SKU	Baixo volume por SKU
Baixos custos de rotura de stock	Elevados custos de rotura de stock
Baixo risco de obsolescência	Elevado risco de obsolescência

No que toca a sistemas de manufatura e ao modo como eles são definidos para corresponder ao tipo de procura associado, existem quatro categorias principais: *Engineer-to-Order*, *Make-to-Order*, *Assemble-to-Order* e *Make-to-Stock* (Arnold *et al.* 2007). As maiores diferenças entre os vários sistemas prendem-se com o Lead Time total associado, o ponto de intervenção do cliente e a localização do inventário na cadeia de abastecimento (Figura 2.4).

**Figura 2.4.** Estratégia de Produção e Lead Time associados (adaptada de Arnold *et al.* (2007)).

De entre os sistemas referidos, os mais comuns são o *Make-to-Order* (MTO) e o *Make-to-Stock* (MTS) e cada um deles implica políticas e rotinas de controlo de stock completamente diferentes. O MTO é um processo cuja manufatura apenas inicia quando existe uma ordem de compra do cliente, sendo que o produto final normalmente é composto por peças *standard* mas que incorpora peças customizadas. Já o MTS é um sistema em que os produtos são produzidos para stock e vendidos a partir deste, sendo a interferência do cliente no processo praticamente nula. Na Tabela 2.2 estão representadas, de uma forma mais discriminada, as principais diferenças entre estes dois sistemas

Tabela 2.2. Diferenças entre os sistemas produtivos *Make-to-Stock* e *Make-to-Order* (adaptado de Hendry and Kingsman (1989)).

Características	Make-to-Stock	Make-to-Order
Mix de Produtos	Maior parte <i>standard</i>	Poucos ou nenhuns produtos <i>standard</i>
Recursos	Mão-de-obra e máquinas especializadas	Mão de obra flexível e máquinas capazes de executar várias tarefas
Procura (produto)	Pode ser prevista	Volátil e raramente pode ser prevista
Planeamento da capacidade	Baseado na previsão da procura e elaborado com bastante antecedência.	Baseado nas ordens de compra do cliente, pelo que não pode ser planeada com antecedência.
Lead time (produto)	Sem importância para o cliente	Vital para a satisfação do cliente
Preço	Fixado pelo produtor	Acordado com o cliente previamente

Como é evidenciado pela tabela anterior, e como já referido anteriormente, os dois sistemas requerem rotinas de stock e estratégias de abastecimento diferentes, sendo que na presença de um sistema MTO, estas têm de mostrar um nível de adequação ao tipo de situação bastante elevado. Isto constitui um forte desafio na definição dos processos e procedimentos logísticos.

2.3.3. Modelos de Análise e Classificação do Stock

Uma das ações mais importantes no âmbito da gestão e controlo de stocks, principalmente quando há uma elevada variedade de itens ou *stock keeping units* (SKUs), relaciona-se com a classificação dos mesmos. Esta classificação e organização dos SKUs permite gerir e racionalizar os esforços na monitorização do stock, aumentando assim a eficiência deste processo no que diz respeito a decisões sobre a sua gestão. Normalmente, estas classificações têm como principal base o consumo anual dos itens em termos monetários, mas outros critérios podem ser utilizados, mediante o contexto (Arnold *et al.* 2007; Wild 2002).

2.3.3.1. Análise ABC

A análise ABC é baseada no princípio de Pareto (nome dado em homenagem ao economista italiano Vilfredo Pareto, o primeiro a introduzir o conceito de que 80% das consequências advêm de 20% das causas) e dita que um número pequeno de SKUs (20%) é responsável por uma grande parte do valor monetário anual usado (80%). Este princípio, aplicado principalmente na gestão de stock e inventário, expõe a relação entre a percentagem de itens e a percentagem de valor que estes representam, bem como políticas e ações a tomar consoante a classe ou grupo de itens (Wild 2002).

Segundo Arnold *et al.* (2007) o procedimento para classificar os itens contempla as seguintes fases:

- Determinação do valor de SKUs usados anualmente;
- Multiplicação do valor anterior pelo custo unitário para obter o valor monetário total;
- Listagem, por ordem decrescente, de valor monetário total os SKUs;
- Cálculo da percentagem de valor acumulado para cada SKU;
- Reunião dos SKUs nas respetivas classes de acordo com percentagem de valor acumulado.

Uma vez obtida a organização dos itens por classes, é obtida a Curva ABC através da representação gráfica da relação entre a percentagem de itens e a percentagem do seu valor monetário acumulado (Figura 2.5).

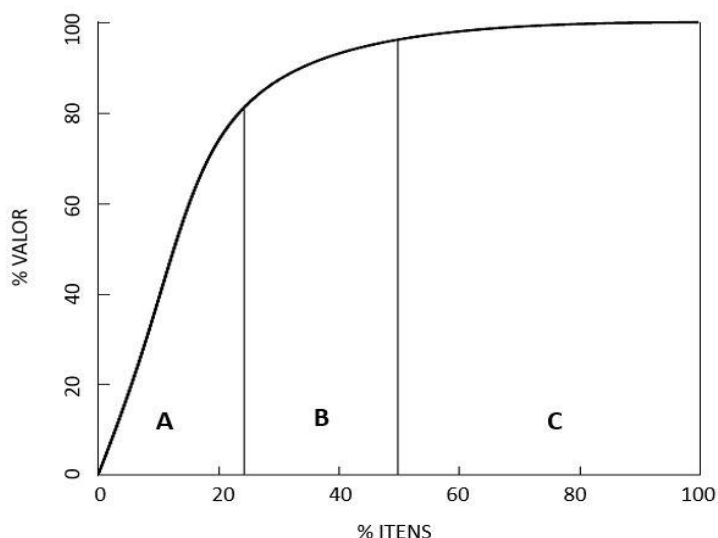


Figura 2.5. Curva ABC.

Na Tabela 2.3, estão discriminados os grupos inerentes a esta classificação, assim como a percentagem de itens equivalentes e outras características de cariz relevante para a sua gestão e controlo.

Tabela 2.3. Fatores relativos a cada um dos grupos da classificação ABC (Adaptado de Arnold *et al.* (2007) e Wild (2002)).

Classe	A	B	C
% Itens - % Valor	20% - 80 %	30% - 15%	50% - 5%
Prioridade	Alta	Média	Baixa
Características	Poucos SKUs Representa uma maior parte do valor monetário	SKUs relevantes Valor monetário significativo	Elevada quantidade de SKUs Valor baixo monetário
Métodos e Políticas	Controlo e supervisão rigorosos Registos precisos para apoiar as previsões Revisão frequente <i>Follow-up</i> das ordens para tentar diminuir o <i>lead time</i> Stock de Segurança	Controlo e supervisão regular Medidas de controlo de stock clássicas Processamento normal de ordens de compra	Controlo e supervisão mínimos Sistemas simples para apenas evitar situações de rotura ou excesso de stock Encomendas maiores e apenas quando necessário Revisão periódica

2.3.3.2. Análise XYZ

A classificação XYZ é uma extensão da análise ABC e consiste na classificação dos produtos com base na sua flutuação de consumo. Por essa razão, esta análise fornece informações importantes para as decisões de gestão de stocks. À parte do critério assumido de acordo com o valor (análise ABC), para alcançar uma melhor segmentação dos produtos estes devem ser divididos também de acordo com a sua flutuação de vendas ou consumo (XYZ). A classificação baseia-se no coeficiente de variação:

$$\text{coeficiente de variação} = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.1)$$

onde S representa o desvio padrão do consumo anual e \bar{X} a procura média no mesmo mês.

Após esta análise, é então possível dividir os componentes em três grupos:

- X – Bens com uma taxa de consumo alta (pouca flutuação) e cujo coeficiente de variação <0.5 ;
- Y – Componentes com uma taxa de consumo mediana (existência de algumas flutuações) e com coeficiente de variação entre 0.5 e 1;
- Z – Componentes com uma taxa de consumo baixa (número elevado de flutuações) e cujo coeficiente de variação >1 . (Buliński, 2013 e Scholz-Reiter et al. 2012).

A combinação desta análise com a análise ABC resulta na matriz da Tabela 2.4, onde para cada uma das combinações de classes é possível caracterizar os materiais em termos de valor, procura e a capacidade de realizar o planeamento logístico desse mesmo material.

Tabela 2.4. Análise combinada ABC-XYZ (adaptado de Pandya and Thakkar (2016)).

	A	B	C
X	% de valor alta	% de valor média	% de valor baixa
	Procura contínua	Procura contínua	Procura contínua
	Facilidade de planeamento	Facilidade de planeamento	Facilidade de planeamento
Y	% de valor alta	% de valor média	% de valor baixa
	Procura com flutuações	Procura com flutuações	Procura com flutuações
	Apenas algumas dificuldades de planeamento	Apenas algumas dificuldades de planeamento	Apenas algumas dificuldades de planeamento
Z	% de valor alta	% de valor média	% de valor baixa
	Procura irregular	Procura irregular	Procura irregular
	Dificuldade de planeamento elevada	Dificuldade de planeamento elevada	Dificuldade de planeamento elevada

2.3.3.3. Análise SDE

Existem alguns problemas relacionados com a função de compras que podem ter um impacto elevado na forma como decorrem os processos relacionados com os fluxos logísticos, como, por exemplo, a indisponibilidade e/ou escassez de um componente nos fornecedores, *lead times* longos, localizações geográficas dispersas de armazéns e fontes de fornecimento não-confiáveis (Brindha 2014).

De modo a identificar e classificar os materiais sujeitos a variáveis como as descritas anteriormente, surge assim a classificação SDE. Esta classificação divide os SKUs em 3 grupos (S – Escassos, D – Difíceis, E – Facilmente disponíveis):

- S – Itens que nem sempre estão disponíveis no fornecedor; podem ser materiais importados ou cujo *lead time* sejam muito longos;
- D – Itens que podem ter *lead times* longos, mas cuja disponibilidade não constitui um problema;
- E – Itens que estão facilmente disponíveis e com *lead times* não muito extensos.

Esta análise pode revelar-se um apoio imprescindível no planeamento logístico e no desencadeamento de pedidos de compra, apoiando a tomada de decisão sobre o ponto de encomenda e o fornecedor em questão (Brindha 2014).

2.3.3.4. Classificação Multicritério do Stock

Quando a classificação do stock é apenas baseada no investimento relativo a ele e na quantidade vendida/usada num dado período, podem surgir problemas relativos à sua gestão, cuja probabilidade de se agravar nos casos em que a empresa se encontra numa fase evolutiva aumenta consideravelmente (Flores *et al.* 1992).

Os mesmos autores defendem que, dependendo da natureza e tipo de organização, o número de critérios considerados para gerir os stocks, bem como o impacto relativo de cada um no processo, pode variar muito. Deste modo, as organizações têm de ser capazes de classificar, analisar e hierarquizar de forma devida e ponderada os materiais contemplados no stock quando mais do que um critério é usado, de modo a refletir o mais possível os objetivos estabelecidos para a gestão dos stocks, sem complicar demasiado os processos logísticos. Ou seja, ter políticas de stock simples e adequadas.

Sendo assim, além da análise ABC, outros critérios como o custo do inventário, a criticidade do componente, *lead time*, obsolescência, escassez e a distribuição da procura podem ser importantes para a classificação do stock (Ng 2007). As classificações que advêm da combinação destes critérios permitem então a proposta de políticas de controlo de stock adequadas, como já referido anteriormente, que podem ser aplicadas a grupos diferentes de itens.

Relativamente a um ponto muito importante para o controlo e monitorização do stock, a criticidade de um dado material, este pode ser assumir diferentes proporções consoante a situação como, por exemplo, ser influenciado pelo impacto que dado componente tem nas operações, possibilidade de escassez de fornecimento e a existência (ou não) de produtos ou fornecedores substitutos. A ponderação do devido valor de cada um dos critérios definidos para classificar o stock ganha aqui bastante importância, uma vez que pode influenciar fortemente esta variável, bem como alocar mudanças ao modo como as políticas de processos estão construídas (Flores *et al.* 1992).

2.4. Processos Logísticos e Planeamento

Ao longo do tempo, tanto investigadores como profissionais das áreas de logística e *procurement* demonstram um interesse crescente em encontrar soluções para fazer corresponder, da melhor forma possível, o fornecimento com a procura e ao mesmo tempo tentar manter um nível de inventário mínimo ao longo da cadeia de abastecimento (Banerjee *et al.* 2007).

Um dos objetivos permanentes do departamento de *procurement* relaciona-se com as entregas das encomendas dos fornecedores no tempo certo (*on-time*), uma vez que atrasos ocorridos neste ponto podem ter consequências em termos de produção e vendas. Sendo assim, o primeiro passo para evitar situações destas é decidir, de forma firme e precisa, o que é necessário e quando é necessário, para fazer face aos requisitos dos processos, ou seja, planear. Normalmente, esta modelação do planeamento recai nos responsáveis pela gestão de stock e da produção, que neste caso agem em estreita cooperação com o *procurement*. Nos casos em que se verificam necessidades ocasionais e particulares, o usual é o departamento onde surge essa carência desencadear a ação a tomar, em última instância, pelo *procurement* (Baily *et al.* 1998).

Assim sendo, existe a necessidade de serem definidas políticas e procedimentos que regulam e determinam sistematicamente os fluxos logísticos, quer de entrada e saída, em termos de valor, quantidades e tipo de uso. Estes procedimentos estratégicos têm como objetivo combater a tendência natural de aumento de stock, reduzir as vulnerabilidades e riscos associados ao abastecimento e maximizar o poder de compra (Baily *et al.* 1998; Kraljic 1983).

Esta integração do controlo do stock com o planeamento é ainda reforçada por Radke *et al.* (2013), que afirma que estas duas abordagens têm de estar coordenadas de modo a analisar as fases críticas do planeamento, através dos riscos de rotura de stock e os possíveis impactos na conclusão da ordem de compra. O mesmo autor propõe assim que umas das maneiras de controlar o stock é mapeá-lo de acordo com o seu risco para o atraso no processo e o risco de o material entrar em rotura de stock.

Além de todos os fatores referidos anteriormente, é também importante desenvolver e implementar planos de contingência para o caso de ocorrerem eventos internos e/ou externos que prejudiquem o balanço da procura e do abastecimento (Croxtton *et al.* 2001)

2.4.1. Fluxos Logísticos

Uma vez que uma organização não existe isolada, mas sim inserida numa dada cadeia de abastecimento, tal implica que a logística dessa mesma organização, que normalmente é vista apenas dentro da empresa, envolva a gestão de fluxos entre a organização e os seus fornecedores e clientes, ou seja, fluxos internos e externos à organização (Lummus *et al.* 2001).

Estes fluxos de bens logísticos, num contexto mais interno; podem ser divididos nos processos referidos na Tabela 2.5. Para estes processos, também são apresentadas políticas para monitorizar e organizar os processos. (Rouwenhorst *et al.* 2000):

Tabela 2.5. Processos relativos aos fluxos e respetivas políticas de organização (adaptado de Rouwenhorst *et al.* (2000)).

Processos	Descrição	Políticas
Receção	Primeiro processo por onde passam os materiais; Itens podem ser verificados ou transformados e ficam a aguardar por transporte até ao processo seguinte.	Política de atribuição: alocação das receções
Armazenamento	Materiais são colocados no local onde estarão armazenados até à sua requisição.	Agrupamento dos itens por família, classe ou particularidade
Requisição	Restabelecimento dos itens necessários à produção ou a outros serviços através da requisição desses mesmos itens.	Sistema de <i>picking</i>
Expedição	Envio dos produtos finais para o cliente ou, em certos casos, de material que necessite de intervenção de um fornecedor.	Controlo e alocação dos produtos ao transporte respetivo

Relativamente aos fluxos externos e mais gerais, estes estão mais relacionados com o fluxo de informação, financeiro e de produtos entre os vários elementos da cadeia. Na figura seguinte (Figura 2.6) está representada uma visão geral da relação entre estes fluxos e os processos relacionados com eles.

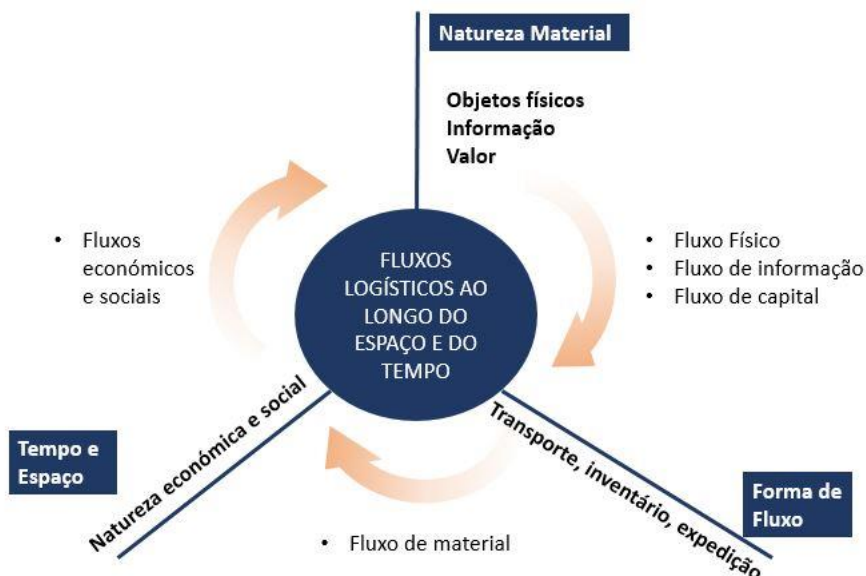


Figura 2.6. Visão geral dos aspetos chave dos fluxos logísticos e a sua relação com os processos (adaptado de Hou *et al.* (2017)).

Importa realçar aqui que, nas publicações mais recentes, como é o caso da publicação relativa a esta figura, é dado um papel à forma como a natureza económica e social em que os fluxos estão inseridos acaba por ter influência nos restantes fluxos logísticos. Isto porque erros nesta dimensão (como atrasos, por exemplo), podem ter consequências nas atividades relacionadas com os fluxos de materiais, ou seja, nos fluxos físicos, financeiros e de informação, que por sua vez têm repercussões ao longo de toda a cadeia de abastecimento (Hou *et al.* 2017).

2.4.2. Stock de Segurança Vs Estratégia de Fornecedores

No início do subcapítulo 2.4. é mencionado o quanto é importante as entregas de material proveniente de fornecedores serem realizadas no tempo certo e acordado pelas duas partes da relação comercial. Este fator, entre outros, acaba por estar intimamente relacionado com a avaliação realizada pela organização aos seus fornecedores e a sua seleção. Aliás, a alocação de pedidos de compra num ambiente incerto quanto à qualidade dos materiais fornecidos e a confiabilidade da entrega *on-time* é maior parte das vezes baseada no preço, qualidade e confiabilidade (taxa de entregas a tempo), critérios estes que podem entrar em confronto entre si (Sawik 2011).

Ou seja, os fornecedores sabem que, muitas das vezes, quando existe um determinado número de fornecedores alternativos, as organizações atribuem bastante peso à *performance* da entrega (Baily *et al.* 1998). É esta *performance* que em alguns casos está na origem de um tipo de stock mantido pela empresa: o stock de segurança. Como é referido pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013), o stock de segurança corresponde a um dado número de stock que a empresa mantém devido à necessidade da existência de um *buffer* de proteção contra atrasos no abastecimento ou mudanças na procura por parte do cliente.

A existência deste tipo de stock também se pode dever a outros fatores, como a variabilidade da procura em termos de volume e o tipo de produto (van Kampen *et al.* 2010). Estes mesmos autores, num estudo efetuado para perceber as situações onde melhor se adequa o stock de segurança ou o *lead time* de segurança, concluem que embora o stock de segurança aumente a responsividade do stock, o *lead time* de segurança acaba por aumentar a flexibilidade do mesmo. Por isso mesmo, afirmam que em situações onde existe incerteza tanto na procura como no fornecimento, o *lead time* de segurança é mais eficaz. Por outro lado, este tipo de procedimento tem tendência a gerar um elevado nível de stock, o que não contribui muito para a sua aplicação usual.

2.5. Considerações finais

Após a o enquadramento teórico realizado neste capítulo, é possível verificar que, para o caso de estudo a analisar neste trabalho, será necessário começar por obter a classificação do stock com a combinação de várias variáveis, uma vez que as análises de stock que consideram apenas um fator (como a ABC) não são suficientes para ajustar o mais possível as políticas de processos propostas aos seus alvos de aplicação. Para tal, é vital ter em atenção o facto de estarmos na presença de um ambiente de produção por encomenda onde o produto ainda se encontra em desenvolvimento permanente, e cuja procura tem uma elevada incerteza associada, e compreender os indicadores possíveis de obter relativamente aos fluxos e procedimentos da empresa. A conjugação de todas estas variáveis traçará o caminho para as propostas de políticas de gestão e monitorização dos fluxos logísticos, como proposto nos objetivos iniciais da dissertação.

Todos os fatores referidos são tidos em conta nos capítulos seguintes, onde será feita a descrição do caso de estudo e dos indicadores obtidos numa primeira instância relativamente ao stock e aos processos, para depois estes serem alvo de uma análise e consequente proposta.

3. CASO DE ESTUDO

No presente capítulo pretende-se descrever o âmbito do estágio curricular. Para tal, será feita a descrição da empresa e as suas áreas de interesse (com especial foco no ramo da empresa onde o estágio teve lugar) e uma exposição e análise breve dos processos onde a gestão de stocks e o departamento de Procurement estão inseridos ou têm um impacto significativo sobre eles.

3.1. Apresentação da Empresa

A Active Space Technologies S.A. (AST) é uma empresa portuguesa sediada em Coimbra e com escritórios em Lisboa, Southampton (Reino Unido) e Noordwijk (Holanda), cuja atividade abrange o mercado global e que atua nas áreas de espaço, aeronáutica, nuclear, defesa e indústria.

Fundada em 2004, a sua atividade era inicialmente centrada apenas no sector aeroespacial, nomeadamente em análises térmicas e estruturais, optoelectrónica e instrumentação. Em 2006, a Active Space Technologies passa a ingressar a incubadora de empresas do Instituto Pedro Nunes (IPN) como Incubada Física, após ter estado um ano ligada a este instituto apenas como Incubada Virtual.

Devido à sua expansão, a empresa saiu do IPN e instalou-se no Parque Industrial de Taveiro, Coimbra, tendo atualmente como atividades principais:

- Instrumentação espacial;
- Sistemas de controlo termal e estrutural para aplicações no espaço;
- Controlo de sistemas e monitorização em ambientes severos em aplicações aeroespaciais;
- Sistemas de manipulação remoto para ambientes perigosos e com radiação;
- Sistemas automatizados para a indústria.

Assim sendo, a AST tem como objetivo fornecer soluções de engenharia que vão de encontro às exigências dos clientes e parceiros, garantindo sempre um nível elevado de qualidade no menor tempo possível, bem como fornecer produtos e serviços ao longo de

toda a cadeia de abastecimento (desde o desenvolvimento até à manufatura e testes). Estas soluções, por mais desafiantes que sejam, são possíveis graças à experiência e conhecimento multidisciplinar de toda a equipa, com especial foco nas mais variadas áreas de engenharia, como também são resultado do investimento contínuo e sustentado em I&D (Active Space Technologies, 2017).

Em termos de certificação, a empresa é certificada pela ISO 9001 e AS 9100.

3.1.1. Active Space Automation

A Active Space Automation (ASA), área onde o estágio está inserido, surge com a expansão da empresa para a área industrial e o seu foco incide sobre um produto em particular, o ActiveOne (Figura 3.1).



Figura 3.1. ActiveOne (fonte: <http://www.activespacetech.com/activeone/>).

O ActiveOne é um *Automated Guided Vehicle* (AGV) que pode ser de dois tipos: hidráulico, com capacidade para transportar e elevar cargas até 800 kg, ou de pino, para efeitos de comboio logístico. Este robô é usado como transporte logístico em ambientes fabris (por exemplo, para alimentar linhas de produção ou transporte de componentes num armazém), tendo uma rota previamente definida para cada aplicação em particular.

Além da produção e montagem do AGV, a ASA presta também o serviço relativo à instalação do produto no cliente e nos moldes pretendidos por este (em termos de programação e instalação física), assegurando também todas as manutenções necessárias, quer em caso de falha/avaria ou em caso de manutenções programadas.

3.2. Caracterização da Procura

O modelo de negócio da ASA assenta num sistema MTO, ou seja, a produção apenas é iniciada quando é formalizada uma ordem de compra do cliente final, sendo que este tem ao seu dispor um conjunto de possibilidades que lhe permitem customizar o AGV de acordo com as suas necessidades. Estes fatores traduzem-se num comportamento irregular da procura com um elevado grau de incerteza associado, como é possível observar na Figura 3.2. Devido a questões de confidencialidade, não é possível apresentar no gráfico os valores exatos da procura, pelo que estes se encontram representados pela sua percentagem em relação ao número total de vendas num dado ano.

Neste caso em particular, como existem poucos dados históricos relativos a vendas e o produto em questão ainda se encontra em fase de lançamento/desenvolvimento, a aplicação de modelos numéricos de previsão de procura não é viável, pelo que não há dados suficientes que sustentem de forma fidedigna os cálculos e análises necessárias para tal.

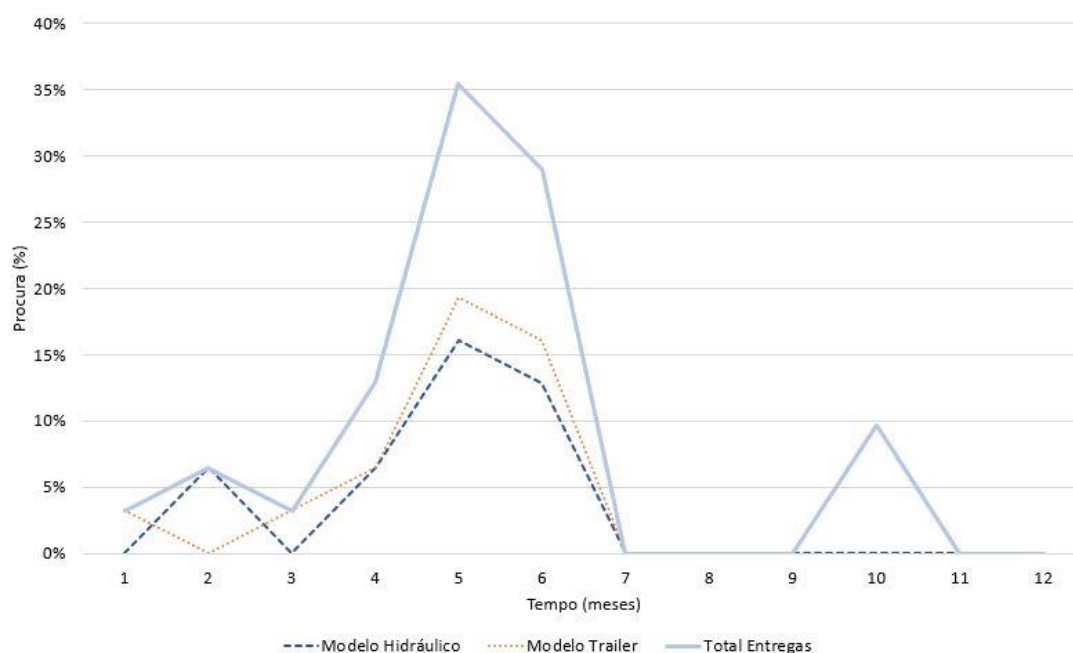


Figura 3.2. Variação da procura do produto (em %) ao longo do tempo.

3.3. Cadeia de Abastecimento

Como referido no subcapítulo anterior, o projeto AGV ainda se encontra na fase de lançamento/crescimento, pelo que o processo de fornecimento de componentes para a montagem e instalação do produto final assenta numa base relativamente pequena de fornecedores/fabricantes. Atualmente, e à medida que o volume de encomendas começa a sofrer um ligeiro aumento, está a ser realizado um esforço para expandir esta base e estabelecer relações com potenciais fornecedores alternativos.

Em termos de stock, este rege-se pela *Bill of Materials* (BoM), onde estão listados todos os componentes que constituem o produto. Esta lista incorpora os componentes tanto no estado de matéria-prima como no estado de subproduto (*assemblies* de partes específicas do AGV), bem como alguns dos materiais essenciais para as instalações do AGV no cliente. No que diz respeito aos materiais usados durante o processo produtivo, a sua informação não consta na BoM, mas sim num documento à parte, e o seu controlo em termos de stock sofre uma rotina diferente daquela que os componentes da BoM são alvo.

Essencialmente, os componentes que integram o AGV podem ser diferenciados em duas classes:

- Componentes standard: componentes que não são exclusivos do AGV, maioritariamente adquiridos através de fornecedores ou fabricantes, cujas especificações técnicas de origem vão de encontro às pretendidas pela equipa de engenharia responsável pelo desenvolvimento do produto (por exemplo, componentes eletrónicos);
- Componentes não-standard: componentes que são produzidos mediante especificações técnicas e/ou desenhos 2D. Estes componentes são fornecidos diretamente pelo fabricante e correspondem a uma grande parcela dos componentes mecânicos do AGV.

Na figura seguinte (Figura 3.3) é apresentada uma visão geral da cadeia de abastecimento global onde a ASA está inserida, estando representados os principais intervenientes da mesma.

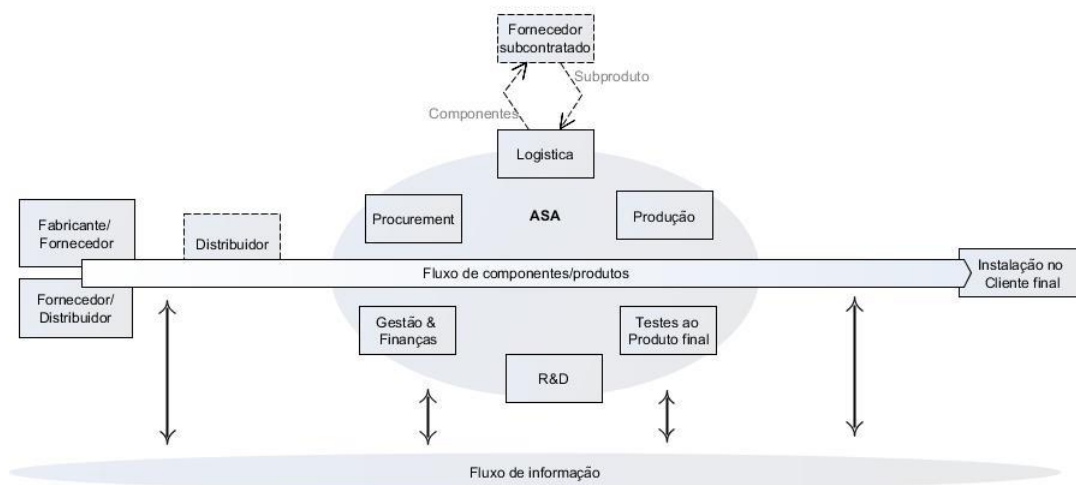


Figura 3.3. Esquema geral da Cadeia de Abastecimento da ASA (adaptado de Lambert 2004).

Procedendo à análise da cadeia de abastecimento de montante para jusante, os fabricantes e fornecedores estão inseridos no 1º nível, uma vez que é neles que o fluxo de componentes/produtos é iniciado. Como já foi referido anteriormente, o fornecimento de componentes diretamente do fabricante ou através de um fornecedor está diretamente relacionado com o tipo de componente em causa. De realçar ainda que quando se trata de componentes específicos para o AGV que envolvam a partilha de informação sensível acerca do projeto (como, por exemplo, desenhos 2D) a relação comercial com este fornecedor apenas é iniciada após a assinatura de um acordo de confidencialidade (NDA).

Em algumas situações particulares, que resultam do processo constante de desenvolvimento técnico do AGV, é necessário abordar em 1ª instância o fabricante do componente que se pretende adquirir, de modo a compreender quais as condições associadas à possível compra (preço, pagamento, lead time), bem como inquirir esse mesmo fabricante acerca de potenciais distribuidores autorizados com uma localização geográfica mais benéfica em termos de custos e lead time. Nos casos em que a escolha recai sobre a compra ao distribuidor, mas o fabricante oferece um lead time mais rápido a um custo mais elevado, o fabricante acaba por ser classificado internamente como fornecedor alternativo, sendo apenas realizadas ordens de compra a ele em situações de emergência (rotura de stock).

Após a formalização da *Purchase Order* (PO) junto do fornecedor, o processo é então acompanhado de perto pelo departamento de *Procurement*. Deste modo, pretende-se monitorizar o estado da encomenda e do envio, salvaguardar imprevistos que possam ocorrer

(atrasos, enganos na expedição e trocas de informação), aumentando assim a eficiência do processo.

Aquando da receção da encomenda realizada ao fornecedor, o fluxo de componentes passa então a integrar a cadeia de abastecimento interna da ASA. Todo o processo inerente à receção da encomenda é realizado pela pessoa responsável pela gestão de stocks, salvo quando o componente rececionado necessita de inspeção técnica. Neste caso, é destacado um elemento da produção para fazer a verificação técnica necessária para a validação da entrada do material no sistema.

Depois da produção do AGV estar concluída, este é transportado para a zona de stock de produto final onde ficará em espera para a realização de testes e programações necessárias para as funcionalidades pretendidas. O stock de produtos finais não é controlado de maneira tão rigorosa como o stock de componentes, pois cada AGV produzido já tem um cliente e data de entrega definidos.

Por último, a empresa presta o serviço de instalação ao cliente, que mediante os requisitos do cliente, pode demorar entre 1 dia e 1 semana. Durante este serviço, são instalados na empresa do cliente todos os materiais necessários para o AGV funcionar e são feitos vários testes ao funcionamento do robô no trajeto definido, de modo a perceber se há alguma dificuldade ou imprevisto e se tudo funciona de maneira correta.

3.4. Processos e Fluxos Internos

Todas as atividades de âmbito logístico estão inseridas em processos e fluxos internos que se relacionam entre si e cujas ações se irão refletir no desempenho de todo o processo, a nível geral.

Existem três processos internos fundamentais para a gestão logística, onde estão presentes grande parte dos seus indicadores e onde serão propostas algumas das métricas necessárias para o controlo e monitorização dos fluxos de bens logísticos. No subcapítulo anterior, estes processos já foram localizados e referidos no âmbito geral da cadeia de abastecimento, procedendo-se agora a uma análise mais detalhada de cada um deles.

3.4.1. Realização e Formalização de Ordens de Compra (PO)

Embora o processo de submissão no sistema da PO seja um processo relativamente simples e não muito demorado (entre 5 a 10 min, consoante as quantidades e

especificações a indicar), são todas as ações necessárias para a sua correta elaboração que consomem mais recursos e tempo à empresa. Como é possível observar na Figura 3.4, onde estão discriminadas as ações a realizar ao longo de todo o processo e os *key performance indicators* (KPI), pode haver a intervenção de vários elementos da cadeia de abastecimento, tanto internos como externos à empresa, que aumentam a probabilidade da ocorrência de atrasos na encomenda. Por sua vez, estes atrasos podem-se traduzir em consequências negativas para o processo produtivo e dificultar o cumprimento da data de entrega ao cliente.

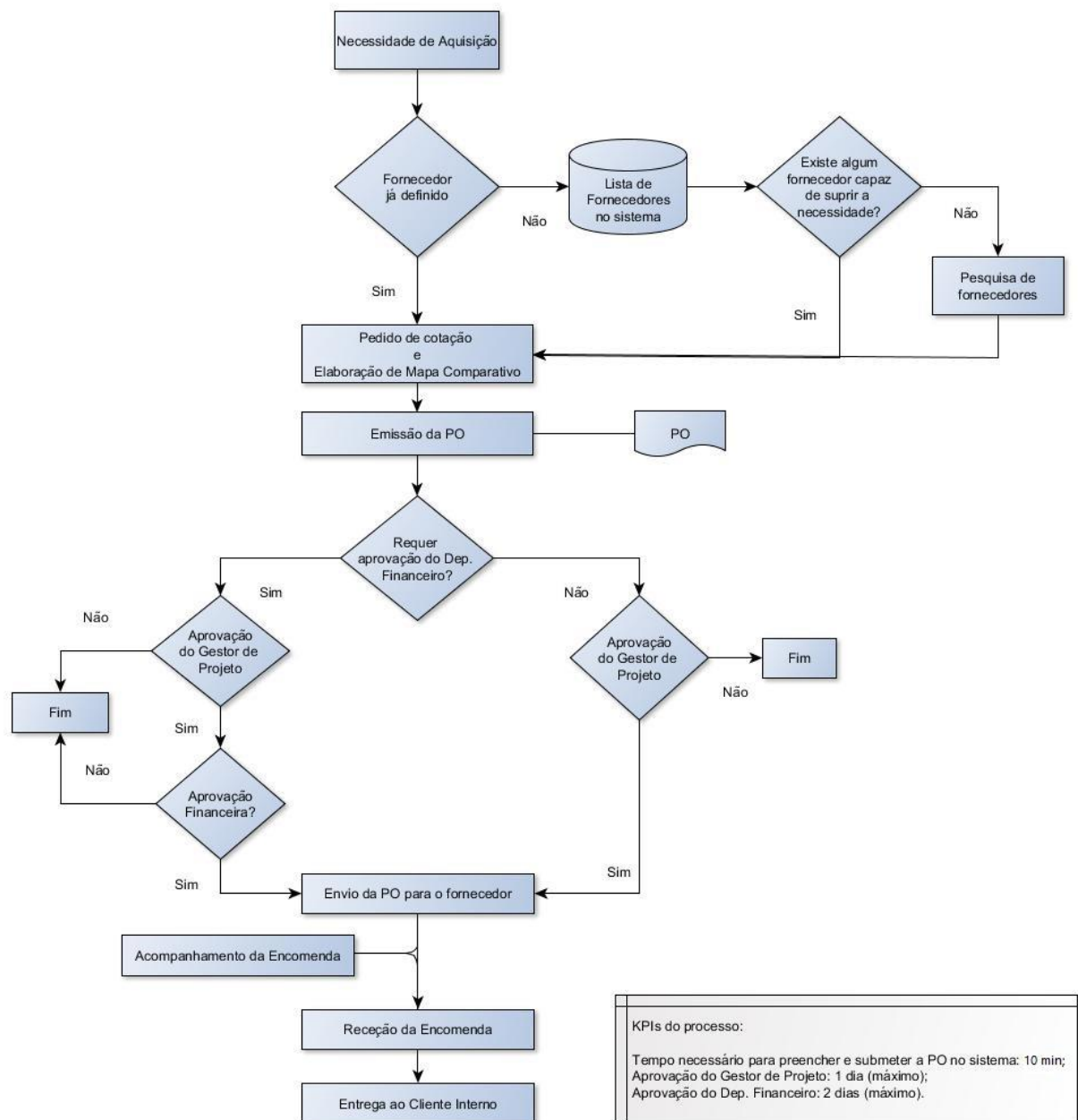


Figura 3.4. Procedimento e KPIs relativos à formulação e aprovação de uma PO.

Uma PO pode ser originada de duas formas: através de um pedido formal ao departamento de *Procurement* por parte de algum dos elementos do projeto ou, no caso direto da gestão de stocks, através do sinal dado pelo ponto de encomenda definido para o material (atualmente, o sinal de encomenda é despoletado quando o stock de material atinge um mínimo de segurança pré-estabelecido).

No que diz respeito aos pedidos por parte de elementos do projeto, na maioria dos casos estes referem-se a componentes novos ou outras versões de componentes já existentes na BoM que resultam dos novos desenvolvimentos do produto final. Para estes casos, é necessário realizar pelo departamento de Procurement uma pesquisa de fornecedores que resultará na elaboração de um mapa comparativo onde constam todas as condições negociadas (por exemplo, preço unitário, lead time e termos de pagamento). Após a análise do mapa, é tomada a decisão de avançar ou não com a compra e, se sim, com qual dos fornecedores se irá estabelecer a relação comercial. O único passo que falta para formalizar esta pedido de compra é então a abertura da ficha de fornecedor, que contém todas as informações necessárias sobre o fornecedor em causa, e a inserção deste fornecedor na base de dados interna. Estando todas estas condições reunidas, é então possível realizar a PO.

No caso em que é necessário realizar uma compra devido ao nível de stock ter atingido o ponto de encomenda, todo o procedimento é mais rápido, havendo apenas a necessidade de contactar o fornecedor para solicitar uma cotação para os componentes e quantidades desejadas.

Após a submissão no sistema, a PO passa por dois tipos de aprovações: aprovação financeira e aprovação do gestor de projeto. Na maioria dos casos, estas aprovações são realizadas apenas pelo gestor do projeto, sendo o processo mais rápido (no máximo 1 dia), mas quando o valor total da PO é superior a um valor que está fixado no sistema, a aprovação financeira passa a ser efetuada pelo departamento financeiro, ficando o gestor de projeto responsável apenas pela aprovação de gestão. Esta segunda aprovação por vezes causa algum atraso na formalização da PO junto do fornecedor, uma vez que o departamento financeiro pode questionar qual a necessidade da PO e o porquê do seu valor. Tais justificações são dadas pelo gestor de projeto ou o departamento de *Procurement*

3.4.2. Receção de Encomendas de Fornecedores

O processo de receção de material encomendado a fornecedores reúne um conjunto de fases a percorrer até se validar a entrada no sistema do respetivo material. O procedimento inerente à receção de encomendas de fornecedores, representado graficamente na Figura 3.5, contempla todas as fases percorridas internamente desde que o material chega às instalações até que o processo relativo a ele é encerrado, ou seja, quando é realizada a avaliação da PO e o material é inserido no stock. As decisões que ocorrem ao longo deste processo estão evidenciadas neste procedimento e permitem assim uniformizar e agilizar o processo, o que se traduz em deteções mais rápidas de não conformidades e uma atualização mais rápida dos níveis de stock.

Em termos de monitorização de fluxos, este procedimento incorpora dois indicadores importantes relacionados com o mesmo fator: o tempo que os componentes rececionados demoram a ficar disponíveis para requisição por parte da cadeia de abastecimento interna (produção e saída de material para fornecedores subcontratados). Este intervalo de tempo varia muito consoante o tipo de receção a que está sujeito, uma vez que a receção e inspeção meramente quantitativa é muito mais rápida do que quando o componente necessita de inspeção e verificação técnica.

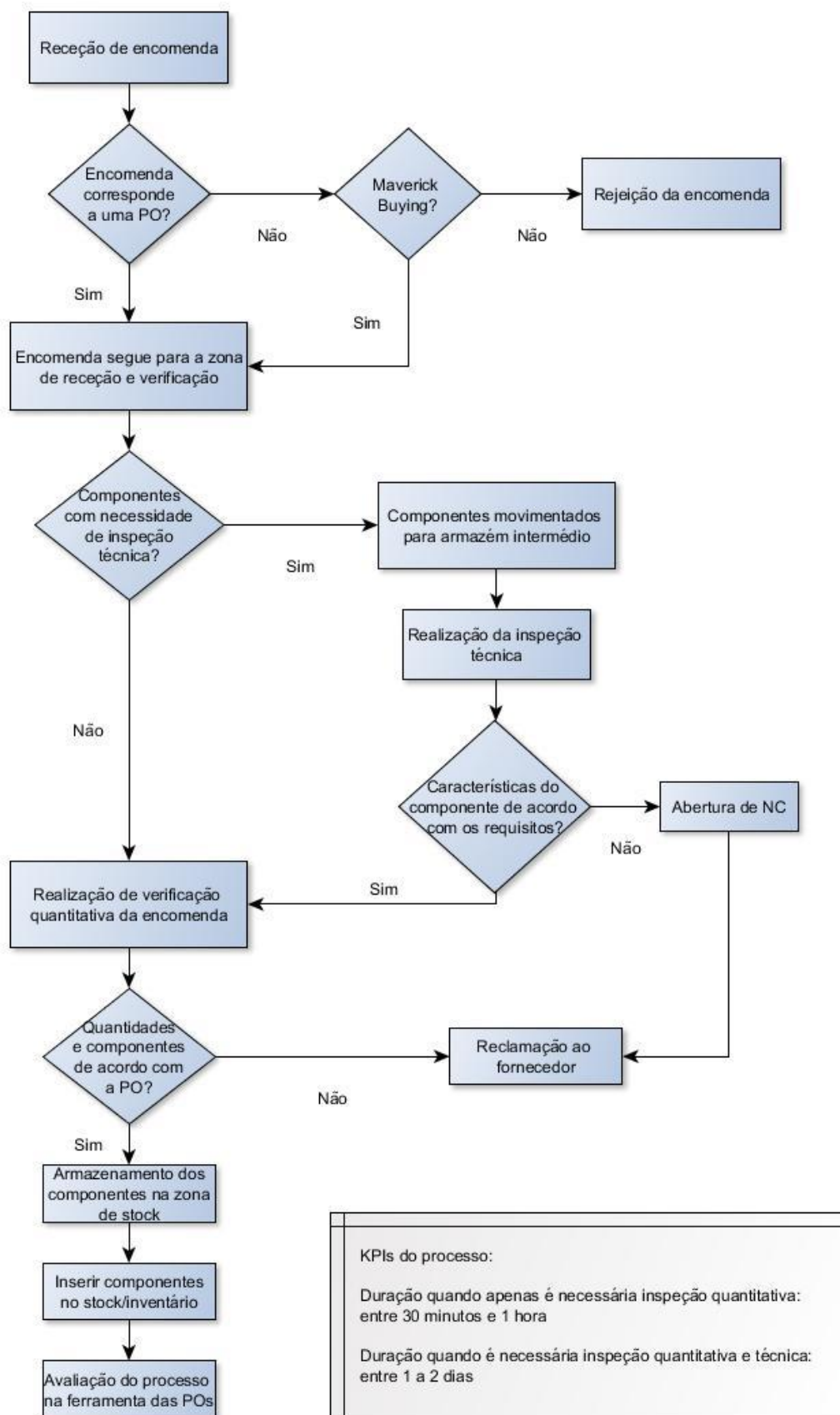


Figura 3.5. Procedimento e KPIs relativos à receção de encomendas dos fornecedores.

De uma forma geral, no momento em que uma encomenda é rececionada, é verificado se essa encomenda corresponde a uma PO do projeto AGV. Caso isto se verifique, o processo segue para as fases seguintes relacionadas com as verificações qualitativas e quantitativas. Caso contrário, é averiguado se esta é uma *Maverick buying*, ou seja, se é uma compra que foi realizada sem seguir o procedimento normal de formalização da PO (normalmente estes casos acontecem quando há falta de material que é necessário com alguma urgência e cujo fornecedor consegue fornecer esses componentes de imediato). Quando a situação não se enquadra em nenhuma das condições definida anteriormente, a encomenda é rejeitada.

Após esta primeira verificação, os componentes/materiais rececionados são verificados de forma mais exaustiva. Se a encomenda não carecer de inspeção técnica, esta é apenas inspecionada visualmente e em quantidade. No caso da encomenda se tratar de componentes que exijam inspeção técnica, estes bens são transportados para uma zona intermédia onde ficam a aguardar que um elemento da produção destacado para o efeito realize a inspeção técnica, com recurso à documentação necessária. Nesta segunda situação, o tempo despendido na inspeção é maior (a inspeção pode não ser feita no mesmo dia que a receção) e pode traduzir-se num atraso da entrada e validação dos componentes no sistema.

No momento em que os componentes são inseridos no stock, estes passam a ficar disponíveis para requisição para fins de produção, tanto do AGV em si como de subprodutos para stock intermédio, como também para alguns casos particulares em que é necessário enviar material existente em armazém para fornecedores, que prestam o serviço de montar o componente final nas suas instalações (representados na Figura 2 como fornecedores subcontratados).

Quando o processo se encontra concluído, é realizada uma avaliação qualitativa ao fornecedor e à encomenda em questão na intranet na empresa, mais concretamente na ferramenta usada para realizar ordens de compra. Com este procedimento pretende-se avaliar vários fatores relacionados com a encomenda, entre eles, cumprimento de prazos, estado físico da embalagem, cumprimentos de requisitos especificados nas notas da PO e outros dados relevantes de acrescentar. Esta avaliação acaba por ser uma ferramenta útil para a avaliação e ponderação de ordens de compra a determinados fornecedores (por exemplo, se é necessário um componente com urgência, é pouco provável que a ordem de compra seja

direcionada a um fornecedor que demonstrou no passado falhar várias vezes os prazos de entrega).

3.4.3. Requisição de Bens Logísticos

Como já foi referido anteriormente, o inventário existente contempla três grandes grupos, sendo que apenas dois deles (componentes diretos do AGV e materiais necessários para o funcionamento do robô nas instalações do cliente) fazem parte da BoM e estão sujeitos à mesma rotina diária de monitorização de stock.

Dentro do procedimento de monitorização de stock, a atividade que requer mais atenção e um controlo mais apertado é a de requisição de materiais e componentes. As requisições são registadas e controladas com recurso a dois formulários que estão localizados em duas partes do armazém: na zona de stock de matérias-primas/componentes e na zona de subprodutos. Estes formulários são revistos diariamente pela pessoa responsável pelo controlo do inventário, que insere os dados na ferramenta de controlo de stock, e foram implementados com o objetivo de monitorizar os fluxos de saída de materiais para consumo interno e a saída de componentes para fornecedores subcontratados, bem como manter os níveis de stock atualizados.

No ato da requisição, a pessoa requerente indica no formulário qual o código do material, o número de série, caso exista, e qual a finalidade da requisição (produção de subprodutos, produção de um AGV em específico ou envio para um fornecedor). A informação recolhida nestes formulários permite a construção de um registo histórico dos fluxos de materiais, o que facilita a rastreabilidade dos componentes de um dado AGV.

De realçar que este registo será efetuado no futuro através de um software dedicado à gestão de stocks, que está de momento em fase inicial de implementação.

3.5. Diagnóstico

Após o enquadramento dos processos relevantes para o desenvolvimento do tema, procede-se agora à identificação e análise de situações e fatores com forte impacto na dinâmica dos processos e fluxos logísticos descritos anteriormente. Este diagnóstico ajuda assim a obter uma perceção dos indicadores principais a monitorizar e melhorar, bem como das métricas a aplicar.

A preocupação mais urgente aquando do início da análise do caso de estudo relacionava-se com os níveis de stock, uma vez que os dados relativos a eles eram praticamente inexistentes (até à data não existia um modelo de gestão de stock implementado). De modo a alterar este cenário, foi realizado um inventário exaustivo a todas as referências presentes na BoM, cujo resultado é possível observar na Figura 3.6. Para melhor compreensão dos dados, o número de itens em stock de cada componente está convertido no número equivalente de AGVs que representa.

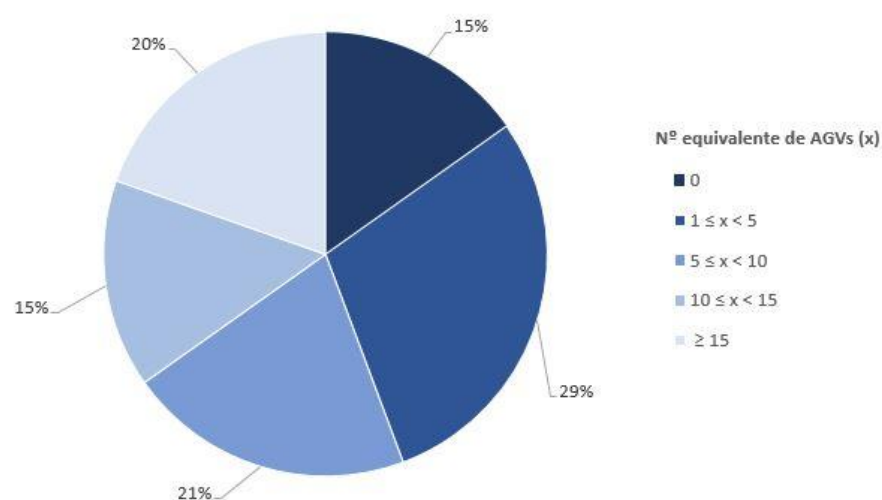


Figura 3.6. Níveis iniciais de stock, em percentagem, quando convertidos no número de AGVs equivalentes.

Através da análise da figura anterior, é possível observar discrepâncias bastante elevadas entre diferentes componentes, sendo que 44% dos componentes tinham níveis de stock nulos ou equivalentes a menos que 5 AGVs, enquanto que 20% dos componentes encontravam-se numa situação extrema de excesso de stock (o equivalente a mais que 15 AGVs). Estes resultados permitem compreender o efeito negativo que a inexistência de uma política de gestão de stocks provocou nos níveis de stock.

Relativamente aos processos que têm impacto tanto na cadeia de abastecimento interna como externa, todas as atividades que ocorrem entre a necessidade de compra, a realização e formalização da PO junto do fornecedor e a receção da encomenda são aquelas onde existe um risco mais elevado de falhas, uma vez que são vários os elementos da cadeia de abastecimento global a atuar ao longo deste processo.

De forma a perceber as fases do processo onde se verificam mais falhas e, deste modo, obter a indicação dos pontos a monitorizar de forma mais exaustiva, procedeu-se à

análise de atrasos relativos a encomendas de fornecedores. Para tal, foram considerados 15 casos classificados como críticos, relativos a 11 componentes do AGV, onde o atraso destas entregas se traduziu em impactos diretos a nível produtivo, financeiro e logístico. Para cada uma destas POs foram analisados 4 indicadores: tempo decorrido entre o pedido de cotação e a resposta do fornecedor, número de dias correspondentes a negociações, elaboração de mapas comparativos e tomada de decisões, intervalo de tempo entre a submissão da PO e a sua aprovação total, e o número de dias que a entrega se atrasou, relativamente à data inicialmente prevista.

A Figura 3.7 representa a quantificação dos quatro indicadores referidos relativamente a cada um dos processos de compra sinalizados. De salientar que os resultados obtidos através desta análise constituíram um dado precioso para avaliar a criticidade de alguns dos fornecedores e componentes, como também realçar a necessidade de encontrar fornecedores alternativos para alguns dos itens em estudo.

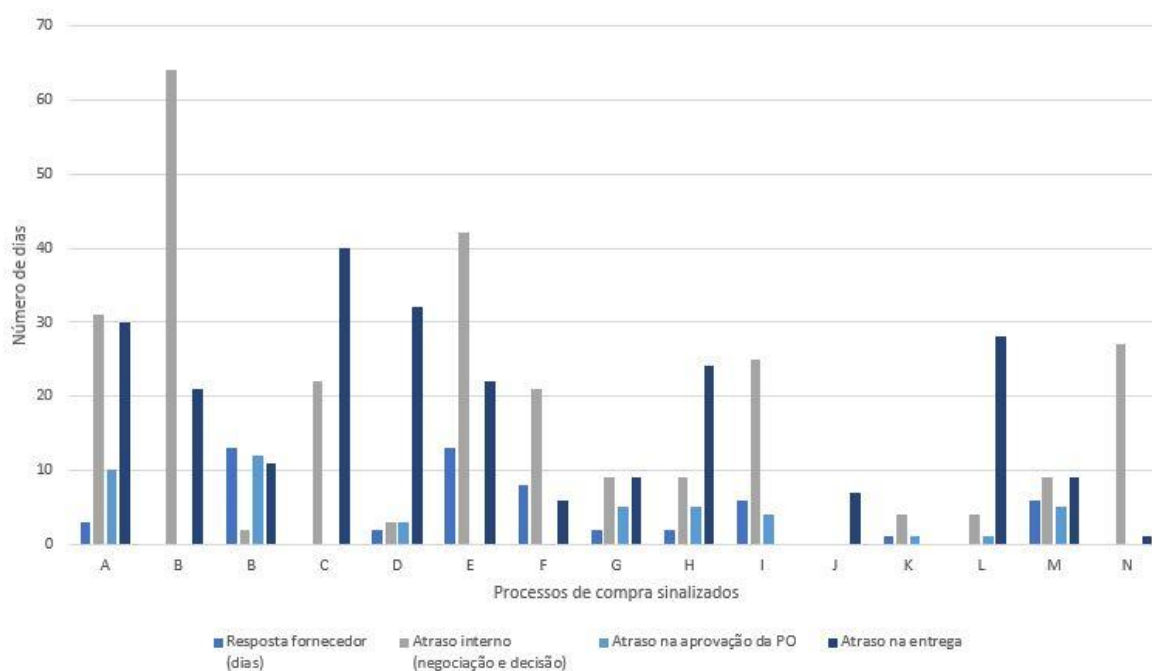


Figura 3.7. Quantificação dos atrasos (em número de dias) ocorridos em cada situação sinalizada.

Em quase todos os casos considerados, os atrasos mais relevantes em termos de dias ocorrem nas fases de negociação e decisão (processo interno) e na entrega do fornecedor (processo externo). Este fator reforça a importância da definição de processos logísticos e gestão de fornecedores, bem como da necessidade de classificar os componentes em stock

de modo a atuar de forma mais adequada consoante a sua criticidade. Tudo isto poderá permitir a agilização do processo globalmente, evitando situações críticas e com efeitos negativos no sistema.

4. ANÁLISE E PROPOSTA

No presente capítulo é descrito e exposto o estudo e análise aos processos e fluxos logísticos, bem como as propostas de melhoria que advêm desse mesmo estudo. Importa realçar que os alvos principais destas análises serão os componentes que integram o AGV, uma vez que o stock de consumíveis e dos materiais usados para a prestação do serviço de instalação sofrem rotinas de monitorização diferentes.

4.1. Métodos de Classificação do Stock

Uma das etapas fundamentais para se proceder à análise dos processos passa pela classificação dos bens que são movimentados nos fluxos logísticos. Estas classificações servirão de base para a obtenção de indicadores e métricas que sustentarão as decisões a tomar aquando da monitorização dos processos.

Por questões de confiabilidade, alguns dos valores relativos aos componentes estão representados em termos de percentagem do valor total de SKUs em análise.

4.1.1. Análise ABC

O primeiro método classificativo aplicado ao stock relaciona-se com a análise ao consumo, em termos monetários, de cada uma das referências da BoM que constituem o produto final. Para tal, foi tido em consideração o número de veículos produzidos num dado período de tempo (1 ano) e a proporção de modelos relativa a essa produção. Estes registos permitiram aferir o consumo anual de cada um dos SKUs o que, conjugado com o valor unitário, deu origem ao agrupamento pelas classes. Os resultados obtidos para cada uma das classes estão descritos na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Resultados obtidos através da análise ABC.

Classe	Proporção do valor (%)	Proporção dos componentes (%)
A	80	12
B	95	23
C	100	65

Através dos resultados obtidos, é possível observar que, em termos de proporção de valor, os resultados práticos não diferem dos resultados teoricamente esperados. Por outro lado, os valores relativos à proporção de componentes correspondentes a cada classe apresentam um desvio ligeiro dos valores teóricos, sendo a pequena percentagem de componentes relativos à classe A (apenas 12%) aquela que mais se destaca. Este dado é relevante para a monitorização do stock, pois o facto de um grupo tão pequeno de componentes ter tanto impacto significa que o seu controlo e monitorização não devem, de maneira alguma, serem descurados.

Na Figura 4.1 estão representados graficamente os resultados da análise e a relação entre a percentagem de valor associada a um dado SKU e a curva ABC obtida através da percentagem de valor acumulado para cada SKU.

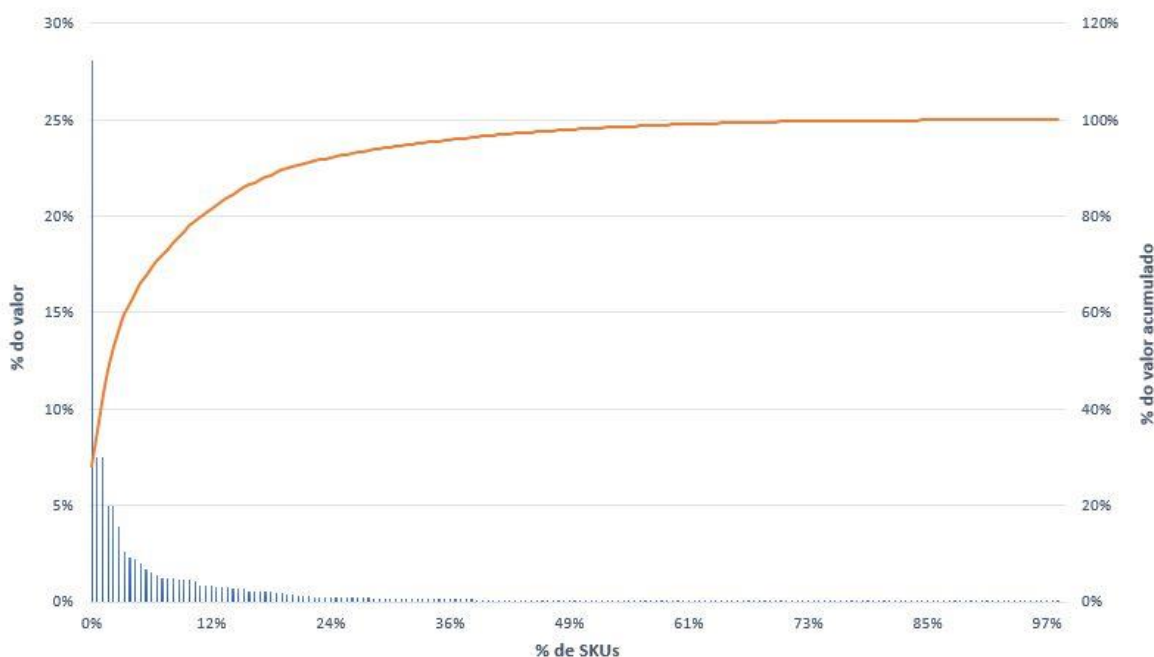


Figura 4.1. Curva ABC dos componentes pertencentes ao AGV.

Observando o eixo relativo à percentagem de valor de cada SKU, é perceptível a discrepância que existe entre o SKU de maior valor e os restantes SKUs da mesma classe. Isto acontece devido ao custo unitário do componente em causa, que já é elevado, e o facto do mesmo fazer parte da versão base do AGV.

Com o intuito de perceber o impacto que os componentes específicos de cada modelo têm no valor total, cada uma das classes foi caracterizada pelos SKUs em função do modelo a que pertencem (Figura 4.2). Importa aqui esclarecer que o modelo base corresponde aos componentes do AGV que estão incorporados no robô, independentemente da tipologia do modelo final.

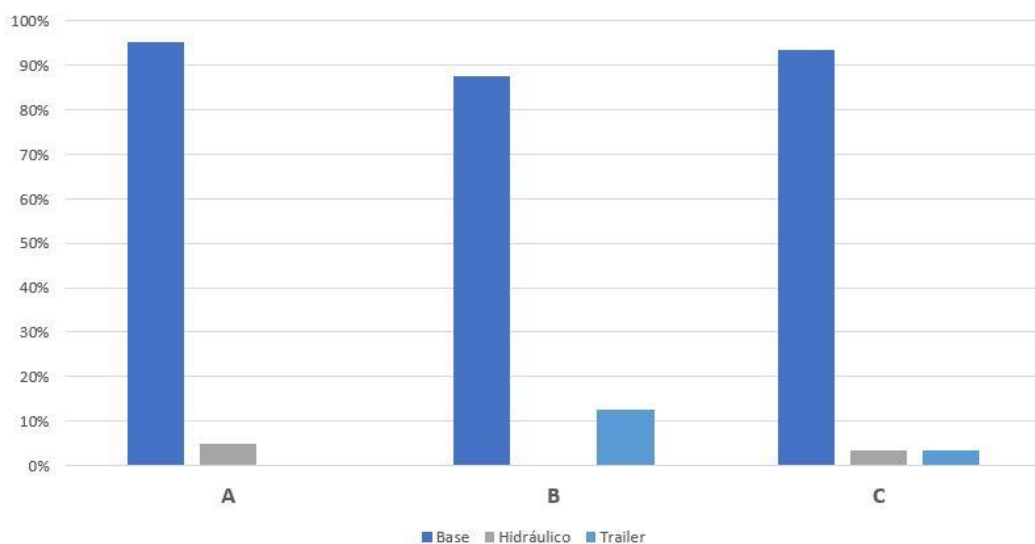


Figura 4.2. Composição de cada classe em função dos componentes pertencentes a cada modelo.

Como se pode verificar, no caso do modelo hidráulico, os componentes específicos desse modelo estão divididos entre as classes A e C, enquanto que o modelo trailer têm os seus componentes específicos dispersos pelas classes B e C.

4.1.2. Integração da Análise ABC com a XYZ

Os mesmos SKUs considerados na análise ABC são agora escrutinados segundo o seu coeficiente de variação, que estabelece a relação entre o desvio padrão de um componente e a sua média de consumo num dado período.

Em termos de valores obtidos para o coeficiente de variação, estes são os seguintes:

- SKUs exclusivos do modelo hidráulico: 1.57;
- SKUs exclusivos do modelo trailer: 1.35;
- SKUs do modelo base: 1.38.

Os cálculos efetuados revelam que o coeficiente de variação para todos os SKUs é maior que 1 ou seja, todos os componentes são classificados como Z. Na Tabela 4.2 está representada a matriz que resulta da integração da análise ABC com a XYZ, onde estão descritos o número de componentes relativos a cada um dos campos.

Tabela 4.2. Matriz ABC/XYZ.

	A	B	C
X	0	0	0
Y	0	0	0
Z	20	38	119

O resultado obtido com esta análise acaba por confirmar o quão irregular é a procura dos dois modelos e, conseqüentemente, de todos os componentes. Isto realça a importância da existência de processos de controlo de stock rigorosos, uma vez que o planeamento para estes componentes é de elevada dificuldade de previsão.

4.1.3. Análise SDE

Para avaliar os SKUs consoante esta análise, foram especificados intervalos de tempo, em semanas, para cada uma das classes:

- S – *Lead time* superior a 6 semanas;
- D – *Lead time* superior a 3 semanas e igual ou inferior a 6 semanas;
- E – *Lead time* igual ou inferior a 3 semanas;

Após a aplicação dos parâmetros aos SKUs em análise, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 4.3):

Tabela 4.3. Resultados obtidos através da análise SDE.

	S	D	E
Número de componentes	8	43	126
Proporção dos componentes (%)	5%	24%	71%

Um fator positivo a retirar desta análise é o de que a grande maioria dos componentes tem um *lead time* que não é considerado crítico (abaixo das três semanas). Por outro lado, é de realçar que, embora sejam uma parcela pequena, os componentes agrupados nas classes S e D têm um risco associado, uma vez que atrasos nos processos e procedimentos relativos à monitorização e lançamento de pedidos de compra podem causar um agravamento do *lead time* e comprometer a produção.

4.1.4. Matrizes de Classificação

4.1.4.1. Definição de Variáveis

As análises efetuadas ao stock descritas anteriormente tiveram apenas em consideração variáveis como o valor monetário do consumo, a flutuação da procura e o *lead time* de cada componente. Quando aplicadas de forma isolada, estas variáveis não conseguem estabelecer uma classificação completamente adequada para conseguir responder eficazmente aos desafios de gestão de stocks inerentes ao tipo de procura em causa.

Para colmatar este problema, pretende-se classificar o stock segundo a combinação de variáveis que afetam diretamente as decisões relacionadas com o controlo dos fluxos logísticos. Algumas destas variáveis já foram aplicadas aos SKUs em estudo nas análises anteriormente descritas. Na elaboração das matrizes multicritério, foram então ponderados os seguintes fatores:

- Valor de consumo monetário (ABC);
- Variação da procura (XYZ);
- *Lead time* dos componentes (SDE);
- Número de fornecedores;
- Componentes que requerem serviços de fornecedores subcontratados;

4.1.4.2. Matrizes Multicritério

Definidas as variáveis, procede-se então à combinação destas. Com esta classificação, pretende-se homogeneizar os critérios e compreender o grau de criticidade relativo a cada componente, bem como aferir as métricas e indicadores a serem usados para a melhoria dos processos logísticos da organização.

Da combinação das variáveis resultaram duas matrizes, onde estão sempre presentes as classificações ABC e SDE, uma vez que são estas duas variáveis que, atualmente, mais impacto têm no processo de formalização de POs da empresa. Estas duas análises são então combinadas com uma terceira variável através da matriz de classificação.

Matriz I: ABC – SDE – Número de fornecedores

A primeira matriz relaciona a análise ABC e a SDE com o número de fornecedores possíveis para cada componente. Nos SKUs em estudo apenas foram encontrados componentes que apenas dependiam de um fornecedor ou então que podiam ser fornecidos por dois fornecedores diferentes (sendo um deles considerado internamente como alternativo).

O objetivo desta matriz é perceber que materiais têm um *lead time* elevado associado, são fornecidos por uma fonte de abastecimento apenas e qual a sua posição em termos monetários. Na Figura 4.3 está representado o esquema conceptual da matriz de classificação e quais as combinações possíveis pelos três eixos considerados.

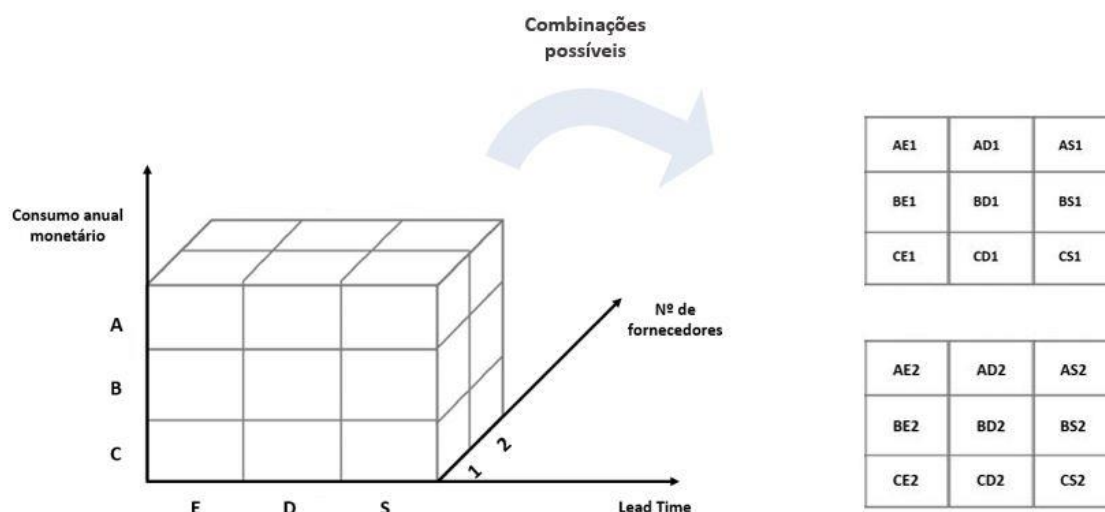


Figura 4.3. Representação esquemática da matriz de classificação resultante da combinação ABC-SDE- Número de Fornecedores e as combinações de variáveis possíveis.

Uma vez inseridos os dados, são obtidas duas tabelas, uma para o cenário em que o número de fornecedores é único (Tabela 4.4) e outra relativamente ao cenário em que existem dois fornecedores para o componente (Tabela 4.5).

Tabela 4.4. Resultados da combinação ABC-SDE quando o nº de fornecedores é igual a 1 (Matriz I).

	S	D	E
A	3	7	8
B	3	11	15
C	2	22	29

Tabela 4.5. Resultados da combinação ABC-SDE quando o nº de fornecedores é igual a 2 (Matriz I).

	S	D	E
A	0	0	4
B	0	1	7
C	0	2	63

Pela observação das duas tabelas resultantes da Matriz I, podem ser extraídos alguns dados importantes para a monitorização do stock:

- Existe um elevado número de componentes da BoM que dependem apenas de um fornecedor (100 SKUs, que correspondem a 57% dos SKUs totais). Isto pode ser crítico em várias situações como, por exemplo, rotura do stock no fornecedor ou fabricante, ou até para negociações de pedidos de compra, uma vez que o fornecedor pode fazer-se valer da sua posição vantajosa;
- A maioria dos materiais que têm fornecedores alternativos situam-se no quadrante menos preocupante da matriz (CE1), ou seja, estes itens não necessitam de políticas de stock tão rigorosas;
- Praticamente metade dos componentes que dependem de um só fornecedor têm um *lead time* expectável acima do que é desejado, ou seja, maior que 3 semanas (a diferença entre a soma das classes S e D e a classe E é de apenas 4 componentes). Este dado é preocupante, uma vez que um atraso destes fornecedores pode ter sérias implicações em todo o processo, uma vez que não há alternativas, para já, identificadas.

Matriz II: ABC – SDE – Intervenção de fornecedor subcontratado

A segunda matriz relaciona a análise ABC e a SDE com o número de componentes que necessita de intervenção ou da prestação de serviço de um fornecedor subcontratado. Para o planeamento logístico, esta matriz pode revelar-se um bom apoio na tomada de decisão, uma vez que os pedidos de compra relativos a estes itens têm de ter em consideração o *lead time* total da operação, e não apenas do primeiro fornecedor.

Na Figura 4.4 está representado o esquema conceptual da matriz de classificação e quais as combinações possíveis pelos três eixos considerados.

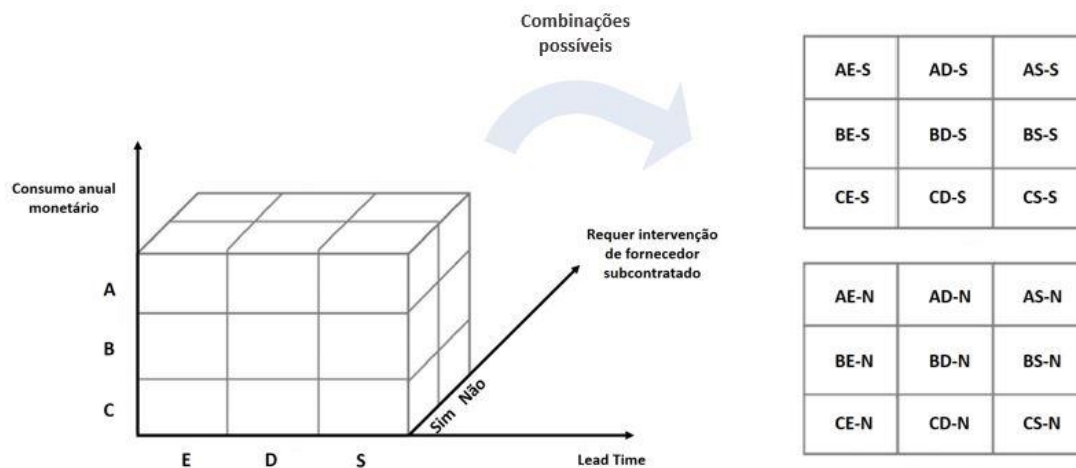


Figura 4.4. Representação esquemática da matriz de classificação resultante da combinação ABC-SDE- Requer serviço subcontratado e as combinações de variáveis possíveis.

Através das combinações descritas na figura anterior, obtém-se duas tabelas. Uma é relativa as componentes que serão alvo do serviço subcontratado (Tabela 4.6), sendo a outra tabela relativa à situação inversa, em que os materiais rececionado não requerem o serviço (Tabela 4.7)

Tabela 4.6. Resultados da combinação ABC-SDE quando o componente requer intervenção de um fornecedor subcontratado (Matriz II).

	S	D	E
A	1	2	1
B	0	6	2
C	0	1	18

Tabela 4.7. Resultados da combinação ABC-SDE quando o componente não requer intervenção de um fornecedor subcontratado (Matriz II).

	S	D	E
A	2	5	11
B	3	6	20
C	2	23	74

Como é possível observar, o número de componentes que faz parte do fluxo de bens entre a empresa e o fornecedor subcontratado corresponde a 31, que em percentagem representa 17% dos SKUs totais. Um dado positivo a retirar da Tabela 4.6 relaciona-se com o facto da maioria dos componentes que se encontram nesta situação terem associado um *lead time* baixo (menos que 3 semanas), o que constitui uma boa ajuda para a melhoria, em termos de rapidez, de toda a operação.

Após a elaboração das duas matrizes anteriores, importa esclarecer que, apesar da análise XYZ constar na lista de variáveis a ser ponderada nestas matrizes, ela acabou por não ser usada, uma vez que todos os componentes analisados foram agrupados na mesma classificação e a sua incorporação nas matrizes não iria contribuir para a análise em curso.

4.2. Gestão e Monitorização dos Fluxos Logísticos

Uma vez efetuada a classificação do stock, é possível avançar para a gestão dos processos logísticos, que será em parte moldada pelos indicadores obtidos pelas classificações anteriores. Estes indicadores serão traduzidos em métricas e políticas a adotar, de modo a melhorar a eficiência dos processos, bem como agilizar a resposta a imprevistos.

4.2.1. Influência da Avaliação de Fornecedores no Planeamento Logístico

Embora a avaliação de fornecedores não tenha estado em destaque ao longo da análise e classificação do stock, este é um fator que deve ser tido em conta aquando do planeamento de entregas de fornecedores e respetivas quantidades.

No caso da elaboração e formalização de uma PO, fatores como o cumprimento de datas de entrega, qualidade e estado dos materiais rececionados serão importantes para o caso de se realizar uma próxima compra, uma vez que estas variáveis condicionarão a abordagem do comprador ao fornecedor em causa.

Além dos pontos referidos, fatores como as condições de pagamento, valor total da encomenda e a probabilidade de falha da entrega no tempo estabelecido terão de ser tidas em conta, uma vez que, caso de se trate de um fornecedor com uma fraca avaliação em termos de entregas, o planeamento das encomendas a esse mesmo fornecedor tem de incluir um *buffer* temporal, prevenindo assim situações de rotura de stock em armazém. Relativamente às condições de pagamento e ao valor total da encomenda, estes interferem

diretamente com os KPIs identificados no subcapítulo 3.4.1, uma vez que quando o valor da PO é elevado e/ou as condições de pagamento são por pré-pagamento, as encomendas necessitam da aprovação do departamento financeiro. Tal fator pode-se traduzir em atrasos se todo este procedimento interno não for antecipado, uma vez que estes atrasos podem-se traduzir numa libertação mais tardia dos bens logísticos do lado do fornecedor e, claro, num atraso da entrega.

Já no processo de receção, quando o material rececionado é proveniente de um fornecedor com um histórico de falhas tanto nas quantidades como na qualidade dos produtos, é exigido ao responsável pela receção um cuidado extra na sua verificação. Isto pode se traduzir num aumento de tempo que estas tarefas demoram a ser concluídas e, conseqüentemente, os componentes em causa não estarão disponíveis para requisição interna no tempo devido.

4.3. Processos Logísticos

Consoante o enquadramento de classificação em que o SKU se insere, as políticas de controlo e monitorização do stock e os procedimentos a adotar pelo departamento de *Procurement* devem ser adequados à situação em questão.

Começando por analisar a criticidade de um componente, este é um conceito subjetivo ao contexto em causa. Neste caso de estudo, definiu-se como críticos os materiais cujo *lead time* esteja inserido na classe S ou D da análise SDE e sejam provenientes de fornecedores únicos. Sendo assim, para cada uma das classes A, B e C obtém-se o seguinte número de componentes críticos (Tabela 4.8):

Tabela 4.8. Componentes críticos discriminados pelo método ABC.

	A	B	C
Número de componentes críticos	10	14	24

De entre estes 48 componentes críticos, importa saber quais são customizados ou *standard*. Esta distinção está representada na Figura 4.5.

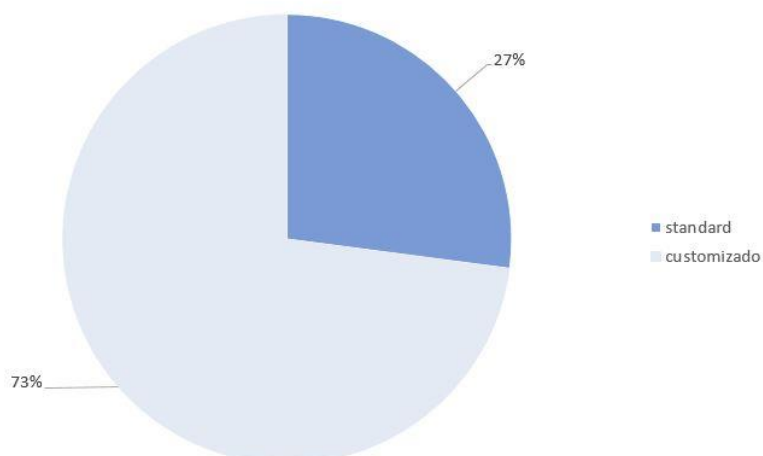


Figura 4.5. Componentes *standard* e customizados, em percentagem, relativamente ao total de componentes críticos.

O facto de a grande maioria destes componentes serem customizados representa um indicador alarmante para a gestão de stocks, uma vez que são nestes componentes que se verificam mais falhas em termos de dimensionamentos e na qualidade da peça em si. Isto traduz-se em formalizações de não conformidades junto do fornecedor, possíveis atrasos devido à impossibilidade de usar o componente e mais fluxos de materiais entre o fornecedor e a empresa. Devido a estes fatores, no planeamento destes componentes estes são sinalizados e deve ser considerado um *buffer* de tempo de modo a que, caso estas situações aconteçam, possam ser solucionadas sem afetar a produção e as entregas ao cliente.

Um das estratégias possíveis de adotar para estes materiais passa pelo stock de segurança ao longo da cadeia de abastecimento. O stock de segurança, nestas situações, acaba por funcionar como um *buffer*, devido à elevada irregularidade da procura, mas também como precaução para eventuais falhas de fornecedores ou, numa situação extrema, rotura de stock no próprio fabricante. Para a sua definição, tanto para o stock interno como para o stock ao longo da cadeia, são tidos em conta fatores como o *lead time*, o valor do item e o seu consumo, e o número de fornecedores alternativos (no contexto interno).

O tipo de política descrito resulta de negociações relativas a quantidades a ter em stock e condições de pagamento, e exige um grau de confiança empresa-fornecedor elevado, bem como uma agilização de fluxos de informação e financeiros. Desta forma, os níveis de stock mantidos em armazém interno são menores, estando os custos relativos ao stock de segurança repartidos por ambas as partes. Tudo isto permite uma diminuição no

risco de rotura de stock para estes componentes e uma maior capacidade de resposta às mudanças na procura.

Já numa perspetiva mais geral de propostas de políticas de controlo e monitorização de stock, foram isoladas cada uma das classes A, B e C e obtidas as tabelas que relacionam essas classes com o *lead time* e o número de fornecedores disponíveis (Tabela 4.9, Tabela 4.10 e Tabela 4.11).

Para os componentes que ainda têm de sofrer transformação num segundo fornecedor (Matriz II, Tabela 4.6), além das políticas apresentadas nas tabelas seguintes, é implementado um *buffer* de tempo ao primeiro fornecedor, para impedir que um atraso deste primeiro fornecedor se traduza num atraso ao longo de toda a cadeia de abastecimento e, conseqüentemente, num atraso na entrega final.

Tabela 4.9. Políticas de stock propostas para os componentes da classe A, de acordo com o número de fornecedores e a classificação SDE.

	S	D	E
1	Stock de segurança; Entregas programadas;	Stock de segurança; Entregas programadas	Stock de segurança Entregas programadas
2	Stock de segurança Entregas programadas	Stock de segurança Entregas programadas	Entregas JIT

Tabela 4.10. Políticas de stock propostas para os componentes da classe B, de acordo com o número de fornecedores e a classificação SDE.

	S	D	E
1	Stock de segurança; Entregas programadas;	Stock de segurança; Entregas programadas	Stock de segurança Entregas programadas
2	Stock de segurança Entregas programadas	Stock de segurança Entregas programadas	Entregas JIT

Tabela 4.11. Políticas de stock propostas para os componentes da classe C, de acordo com o número de fornecedores e a classificação SDE.

	S	D	E
1	Stock de segurança; Entregas programadas;	Stock de segurança; Entregas programadas	Definição de nível mínimo de stock Entregas programadas
2	Stock de segurança Entregas programadas	Stock de segurança Entregas programadas	Entregas JIT

Como todos os componentes da BoM aqui considerados têm uma procura muito irregular associada (classe Z, de acordo com a análise XYZ), apenas para os componentes cujo lead time é baixo e podem ser fornecidos por dois fornecedores é que são consideradas as entregas apenas quando o material é necessário (entregas JIT). Para os restantes, é sempre considerada a opção de entregas programadas, que consiste no lançamento de uma única PO com datas de entrega já pré-estabelecidas entre as duas partes para um dado número de componentes. Esta opção pode ou não ser aceite, dependendo do fornecedor em causa. Nas situações em que não é aceite, são então programadas internamente as datas através do planeamento e serão lançadas várias POs respetivas a cada data e quantidades.

5. CONCLUSÃO

A proposta desenvolvida e apresentada nesta dissertação é, numa fase inicial, focada na análise efetuada ao stock, para depois se proceder à elaboração de procedimentos e políticas para a gestão e monitorização dos fluxos logísticos.

Tendo em conta os objetivos definidos no início do projeto, os processos logísticos propostos incorporam os indicadores necessários para o controlo e monitorização do stock, assim como os procedimentos para despoletar encomendas e os fatores responsáveis pelo dimensionamento do stock de segurança.

Relativamente a estas medidas, devido à irregularidade da procura e a impossibilidade de a prever, para quase todos os grupos de stock regidos pela classificação proposta é aconselhado a criação de stocks de segurança, sendo que em alguns grupos esta medida é reforçada pela definição de entregas programadas durante um determinado espaço temporal. Apenas para os componentes cujo consumo anual monetário e o *lead time* é mais baixo e existe mais do que um fornecedor apto a vender o produto, estas políticas são substituídas pela definição de um nível mínimo de stock e/ou entregas JIT, ou seja, apenas quando há necessidade de material.

Para que as políticas propostas se desenvolvam com sucesso, é vital que os restantes processos envolvidos no fluxo de materiais, como as receções, lançamentos de pedidos de compra e as requisições, também fluam de maneira coordenada e eficiente, de modo a não causar entropias ao longo de todo o sistema.

Relativamente a limitações, a quase inexistência de registos históricos relativos aos fluxos de stock e o facto de os dados das vendas estarem limitados a um curto espaço de tempo, muito por causa da fase de desenvolvimento/lançamento em que o produto se encontra, não permitiu a aplicação de métodos de previsão da procura. Devido a este facto, a presente proposta pode ser complementada, no futuro, com modelos matemáticos adequados ao tipo de procura existente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Active Space Technologies. 2017. Acedido pela última vez em junho de 2017.
<http://www.activespacetech.com/>
- Arnold, J. R. Tony, Stephen N. Chapman, and Lloyd M. Clive. 2007. *Introduction to Materials Management*.
- Baily, P., D. Farmer, D. Jessop, and D. Jones. 1998. *Purchasing Principles & Management*. 8th editio. Financial Times/Prentice Hall.
- Ballou, Ronald H. 2007. “The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management.” *European Business Review* 19(4): 332–48.
- Banerjee, Avijit, Seung Lae Kim, and Jonathan Burton. 2007. “Supply Chain Coordination through Effective Multi-Stage Inventory Linkages in a JIT Environment.” *International Journal of Production Economics* 108(1–2): 271–80.
- Boylan, J E, A A Syntetos, and G C Karakostas. 2008. “Classification for Forecasting and Stock Control : A Case Study.” *Journal of the Operational Research Society* 59: 473–81.
- Brindha, G. 2014. “Inventory Management.” *Internation Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Techonology* 3(1): 8163–76.
- Buliński, Jerzy, Czesław Waszkiewicz, and Piotr Buraczewski. 2013. “Utilization of ABC/XYZ Analysis in Stock Planning in the Enterprise.” *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW* 61(61): 89–96.
- Carr, Amelia S, and Larry R Smeltzer. 1999. “The Relationship of Strategic Purchasing to Supply Chain Management.” *European Journal of Purchasing & Supply Management* 5(1): 43–51.
- Chen, Injazz J., Antony Paulraj, and Augustine A. Lado. 2004. “Strategic Purchasing, Supply Management, and Firm Performance.” *Journal of Operations Management* 22(5): 505–23.
- Choon Tan, Keah. 2001. “A Framework of Supply Chain Management Literature.” *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7(February 1999): 39–48.
- Cooper, Martha C, and Lisa M Ellram. 1993. “Characteristics of Supply

- ChainManagement and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy.” *The International Journal of Logistics Management* 4(2): 13–24.
- Council of Supply Chain Management Professionals. 2013. “Supply Chain Management Terms and Glossary.” (August): 1–222. Acedido em junho de 2017.
http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921.
- Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy.” *The International Journal of Logistics Management* 4(2): 13–24.
- Croxton, Keely L., Sebastian J. Garcia-Dastugue, Douglas M. Lambert, and Dale S. Rogers. 2001. “The Supply Chain Management Processes.” *The International Journal of Logistics Management* 12(2): 13–36.
- Flores, Benito E., David L. Olson, and V. K. Dorai. 1992. “Management of Multicriteria Inventory Classification.” *Mathematical and Computer Modelling* 16(12): 71–82.
- Harrison, Alan, and Remko van Hoek. 2008. *Logistics Management and Strategy: Competing through the Supply Chain*.
- Hendry, L. C., and B. G. Kingsman. 1989. “Production Planning Systems and Their Applicability to Make-to-Order Companies.” *European Journal of Operational Research* 40(1): 1–15.
- Hou, Hanping, Sohail Chaudhry, Yong Chen, and Mingyao Hu. 2017. “Physical Distribution , Logistics , Supply Chain Management , and the Material Flow Theory : A Historical Perspective.” *Information Technology and Management* 18: 107–17.
- van Kampen, Tim J., Dirk Pieter van Donk, and Durk-Jouke van der Zee. 2010. “Safety Stock or Safety Lead Time: Coping with Unreliability in Demand and Supply.” *International Journal of Production Research* 48(24): 7463–81.
- Kraljic, Peter. 1983. “Purchasing Must Become Supply Management.” *Harvard Business Review* (September-October).
- Lambert, Douglas M. 2004. “The Eight Essential Supply Chain Management Processes.” *Supply Chain Management Review* (Setembro).
- Lee, Hau L. 2002. “Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties.” *California Management Review* 44(3): 105–19.
- Lumms, Rhonda R, Dennis W Krumwiede, and Robert J Vokurka. 2001. “The

- Relationship of Logistics to Supply Chain Management : Developing a Common Industry Definition.” *Industrial Management & Data Systems* 101(8): 426–32.
- Nenes, George, Sofia Panagiotidou, and George Tagaras. 2010. “Inventory Management of Multiple Items with Irregular Demand: A Case Study.” *European Journal of Operational Research* 205(2): 313–24.
- Ng, Wan Lung. 2007. “A Simple Classifier for Multiple Criteria ABC Analysis.” *European Journal of Operational Research* 177: 344–53.
- Oxford Dictionary, "stock", acessido pela última vez em julho de 2017.
<https://en.oxforddictionaries.com/definition/stock>
- Oxford Dictionary, "inventory", acessido pela última vez em julho de 2017.
<https://en.oxforddictionaries.com/definition/stock>
- Pandya, Bijal, and Hemant Thakkar. 2016. “A Review on Inventory Management Control Techniques : ABC-XYZ Analysis.” *Journal of Emerging trends in Modelling and Manufacturing* 2(3): 82–86.
- Paulraj, Antony, Injazz J. Chen, and James Flynn. 2006. “Levels of Strategic Purchasing: Impact on Supply Integration and Performance.” *Journal of Purchasing and Supply Management* 12(3): 107–22.
- Petropoulos, Fotios, and Nikolaos Kourentzes. 2015. “Forecast Combinations for Intermittent Demand.” *Journal of Operational Research Society* 66(6): 914–24.
- Prasad, T V S R K, D Satyanarayana, and K Phanindra Kumar. 2011. “An Integrated Model For Production – Inventory – Distribution Supply Chain.” *International Journal of Industrial Engineering and Technology* 3(1): 55–61.
- Radke, Andreas M., Tullio Tolio, Mitchell M. Tseng, and Marcello Urgo. 2013. “A Risk Management-Based Evaluation of Inventory Allocations for Make-to-Order Production.” *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 62(1): 459–62.
- Rouwenhorst, B et al. 2000. “Warehouse Design and Control : Framework and Literature Review.” *European Journal of Operational Research* 122: 515–33.
- Sawik, Tadeusz. 2011. “Supplier Selection in Make-to-Order Environment with Risks.” *Mathematical and Computer Modelling* 53(9–10): 1670–79.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.mcm.2010.12.039>.
- Scholz-Reiter, Bernd, Jens Heger, Christian Meinecke, and Johann Bergmann. 2012. “Integration of Demand Forecasts in ABC-XYZ Analysis: Practical Investigation at

an Industrial Company.” *International Journal of Productivity and Performance Management* 61(4): 445–51.

Stock, James R., and Stefanie L. Boyer. 2009. “Developing a Consensus Definition of Supply Chain Management: A Qualitative Study.” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 39(8): 690–711.

Waters, Donald. 2003. *Inventory Control and Management*.

Wild, Tony. 2002. *Best Practice in Inventory Management*.