



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Márcia Faria da Silva

Impacto da gestão de *stocks* no
aprovisionamento de uma empresa de aparelhos
ópticos de precisão

outubro de 2024



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Márcia Faria da Silva

Impacto da gestão de *stocks* no aprovisionamento de
uma empresa de aparelhos óticos de precisão

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações
– Logística e Distribuição

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Ângela Maria Esteves da Silva
Professora Doutora Ana Cristina Magalhães Ferreira

outubro de 2024

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Com a conclusão desta dissertação, encerra-se um ciclo de estudos que foi a minha principal ocupação até agora. Ser estudante sempre foi a minha função e responsabilidade, e agora abrem-se as portas para uma nova fase de vida.

Queria agradecer a toda a gente que me acompanhou e ajudou a chegar aqui e a completar este projeto final.

Primeiramente agradeço à Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, por me ter proporcionado a oportunidade de desenvolver a minha dissertação em contexto empresarial e em especial ao Victor Costa, chefe do departamento da logística, por me ter dado a possibilidade de integrar na sua equipa que tão acolhida me fez sentir e que se demonstrou sempre disposta a ajudar ao longo da realização de toda a dissertação.

Um obrigada ao meu orientador na empresa, Diogo Silva, que sempre se mostrou compreensivo e com uma paciência imensa para todas as minhas questões. Esteve sempre presente e disposto a ajudar e sem ele este trabalho também não teria sido concluído.

Às minhas orientadoras, professora Ângela e professora Ana Cristina, que foram sem dúvida incansáveis e estiveram sempre disponíveis para esclarecer dúvidas. Orientaram-me, apoiaram-me e forneceram os melhores conselhos e uma grande partilha de conhecimento.

Não podia faltar um agradecimento gigante às minhas amigas, Joana, Diana e Andreia! Obrigada por me ajudarem a manter a sanidade mental durante não só este projeto, mas ao longo de todo este ciclo. Ter-vos ao meu lado, a passarem pela mesma experiência foi essencial para nos motivarmos e apoiarmos mutuamente.

A ti Luís por acreditares sempre em mim e seres o meu porto de abrigo sempre que precisava e nunca duvidares que iria conseguir. Obrigada pelo carinho, pelas palavras e por leres a minha dissertação infinitas vezes, mesmo não percebendo nada do assunto.

Por fim, agradeço à minha família. Aos meus pais que estiveram cá desde sempre e só através do esforço deles é que é possível eu estar aqui hoje. Ao meu irmão pelo apoio e palavras sinceras que foram cruciais. Obrigada pela paciência e por ultrapassarem comigo todos os desafios pelos quais passei.

E no final de tudo, obrigada a mim!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Impacto da gestão de *stocks* no aprovisionamento de uma empresa de aparelhos óticos de precisão

RESUMO

A presente dissertação, realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações, da Universidade do Minho, foi desenvolvida em ambiente industrial no departamento de Logística da empresa Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.

O projeto visa dar resposta à necessidade de a empresa gerir de forma mais eficiente o seu *stock* para melhorar os seus custos de compra e de inventário. Para isso, foi primeiramente analisado o planeamento da produção de forma a compreender as necessidades dos materiais. Posteriormente, foi selecionado um produto que fosse representativo e analisaram-se os materiais de compra que eram exclusivos do mesmo. Os estudos incluíram a classificação ABC, baseada no valor do *stock* médio anual das peças de compra, e uma análise XYZ de modo a entender a procura para cada um dos materiais.

Com os materiais devidamente categorizados, foram testadas diferentes políticas de gestão de *stocks*, incluindo o modelo de revisão contínua e o modelo de revisão periódica. Cada material foi avaliado para identificar o modelo de gestão de *stock* mais adequado, considerando os seus padrões de consumo e foram comparados com os métodos atuais da Leica para averiguar se eram ou não mais eficientes.

Os resultados mostraram que, para 9 dos 13 materiais analisados, a aplicação de um modelo de gestão de *stock* resultou em melhorias. Assim, concluiu-se que, para a maioria dos materiais estudados, a adoção de políticas de gestão de *stock* seria vantajosa, resultando numa redução de 33% nos custos (5168€/ano), considerando os 9 materiais.

Este estudo demonstrou a importância de políticas de gestão de *stock* adequadas e sugere que a continuidade da pesquisa, com uma amostra maior e a utilização eficaz do programa GIB *Suite*, pode proporcionar benefícios à empresa, nomeadamente, ao nível da gestão do aprovisionamento.

PALAVRAS-CHAVE

Logística, Políticas de Gestão de *Stocks*, Compras, Planeamento, Tamanho de lote.

Impact of stock management on the supply of a precision optical device company

ABSTRACT

This dissertation, carried out as part of the Master's Degree in Operations Engineering and Management at the University of Minho, was developed in an industrial environment in the Logistics department of the company Leica - Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.

The project aims to respond to the company's need to manage their stock more efficiently to optimise its purchasing and inventory costs. To this end, production planning was first analysed in order to understand material requirements. Subsequently, a representative product was selected and the purchasing materials that were exclusive to it were analysed. The studies included ABC classification, based on the value of the average annual stock of purchase parts, and an XYZ analysis in order to understand the demand for each of the materials.

With the materials properly categorised, different stock management policies were tested, including the continuous review model and the periodic review model. Each material was evaluated to identify the most suitable stock management model, considering its consumption patterns. It was also compared whether Leica's current methods were more efficient.

The results showed that for 9 of the 13 materials analysed, the application of a stock management model resulted in improvements. It was therefore concluded that, for most of the materials studied, the adoption of stock management policies would be advantageous, resulting in a 33% reduction in costs (5168€/year), considering the 9 materials.

This study has demonstrated the importance of appropriate stock management policies and suggests that continuing the research, with a larger sample and effective use of the GIB software, can provide benefits to the company, particularly in terms of supply management.

KEYWORDS

Logistics, Stock Management Policies, Purchasing, Planning, Lot Size.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento e Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia da Investigação	2
1.4 Estrutura da Dissertação	3
2. Enquadramento Teórico	4
2.1 Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento	4
2.2 Gestão de Compras	6
2.3 Gestão de <i>Stocks</i>	8
2.3.1 Importância da Gestão de <i>Stocks</i>	8
2.3.2 Sistemas de Classificação de Materiais	9
2.4 Modelos Económicos de Gestão de <i>Stocks</i>	13
2.5 Indicadores de Desempenho	19
2.6 Gestão da Cadeia de Abastecimento em Produtos de Luxo	22
3. Apresentação da Empresa	26
3.1 Leica - Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.	26
3.2 Clientes e Fornecedores.....	27
3.3 Secções Produtivas.....	28
3.4 Departamento Logístico	28
3.5 Ciclo Produtivo.....	30
3.6 Sistema ERP da Empresa	32

4.	Descrição e Análise da Situação Inicial	35
4.1	Descrição do Produto em Estudo	35
4.2	Análise dos Componentes do Produto Final	36
4.2.1	Análises do Valor do <i>Stock</i>	36
4.2.2	Análise da Rotação	39
4.2.3	Análise da Cobertura de <i>Stock</i>	40
4.2.4	Variação do Inventário	42
4.2.5	Análise ABC/XYZ	46
4.3	Análise da Procura	48
5.	Análise e Desenvolvimento dos Políticas de Gestão de <i>Stock</i>	52
5.1	Simulação e Ajuste das Políticas de Gestão de <i>Stocks</i>	52
5.2	Indicadores de Desempenho	58
6.	Conclusões e Trabalho Futuro	61
6.1	Principais Conclusões	61
6.2	Limitações	62
6.3	Trabalho Futuro	62
	Referências Bibliográficas	64
	Apêndices	69
	Apêndice 1 – Ciclo Produtivo	70
	Apêndice 2 – VSM	71
	Apêndice 3 – Esquema Produtivo.....	72
	Apêndice 4 – Variação do Inventário	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas do processo de compra	7
Figura 2: Representação gráfica da análise ABC, identificando as classes.....	10
Figura 3: Representação gráfica XYZ	11
Figura 4: Representação do modelo da QEE.....	15
Figura 5: Representação do modelo de revisão contínua	17
Figura 6: Representação do modelo de revisão periódica.....	18
Figura 7: Representação gráfica de dead stock.....	22
Figura 8: Produtos Leica	27
Figura 9: Organograma da secção logística	29
Figura 10: Programa de planeamento da produção retirado de documentos da empresa	31
Figura 11: Controlling Circle	33
Figura 12: Dashboard do software GIB Suite	33
Figura 13: Objetiva M 1.4/50	36
Figura 14: Análise ABC em valor do stock médio anual versus quantidade média anual em stock (peças exclusivas).....	37
Figura 15: ABC - Valor do stock médio anual (peças exclusivas)	38
Figura 16: ABC - Stock médio anual (peças exclusivas)	39
Figura 17: Análise da rotação dos componentes da objetiva ao longo de um ano.....	40
Figura 18: Cobertura de stock total	41
Figura 19: Cobertura de stock dos componentes das peças exclusivas (2023).....	41
Figura 20: Cobertura de stock dos componentes (2024)	42
Figura 21: Variação mensal dos níveis de stock (C3 e C13).....	45
Figura 22: Variação mensal dos níveis de stock (C2, C4, C10 e C12)	45
Figura 23: Variação mensal dos níveis de stock (C1, C5, C6, C7, C8, C9 e C11).....	45
Figura 24: ABC - Valor do stock médio anual (todas as peças de compra).....	47
Figura 25: Plano de Produção semanal no ano de 2023	49
Figura 26: Alterações do plano de produção com base no horizonte fixo de 12 semanas.	50
Figura 27: Comparação entre o plano de produção e as objetivas enviadas	51
Figura 28: Comparação do plano de produção de 2023 versus 2024.....	51
Figura 29: Cobertura de stock para a política de gestão de stocks (2024).....	58
Figura 30: Ciclo Produtivo.....	70

Figura 31: Value Stream Mapping.....	71
Figura 32: Esquema Produtivo.....	72
Figura 33: Variação Anual do Stock – C1	73
Figura 34: Variação Anual do Stock – C2	73
Figura 35: Variação Anual do Stock – C3	74
Figura 36: Variação Anual do Stock – C4	74
Figura 37: Variação Anual do Stock – C5	74
Figura 38: Variação Anual do Stock – C6	75
Figura 39: Variação Anual do Stock – C7	75
Figura 40: Variação Anual do Stock – C8	75
Figura 41: Variação Anual do Stock – C9	76
Figura 42: Variação Anual do Stock – C10	76
Figura 43: Variação Anual do Stock – C11	76
Figura 44: Variação Anual do Stock – C12	77
Figura 45: Variação Anual do Stock – C13	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Matriz de classificação da análise ABC/XYZ	12
Tabela 2: Utilização e custo dos componentes para o fabrico de uma objetiva	37
Tabela 3: Dados de aprovisionamento para os componentes em estudo.....	43
Tabela 4: Coeficiente de variação do stock para os componentes em estudo	44
Tabela 5: Classificação XYZ comum.....	46
Tabela 6: Classificação XYZ - LCW	46
Tabela 7: Matriz ABC/XYZ - Leica	48
Tabela 8: Dados das políticas de gestão de stocks	53
Tabela 9: Comparação entre as médias do stock balance	54
Tabela 10: Comparação entre as médias do stock balance - Componente C10.....	55
Tabela 11: Comparação entre o custo anual	56
Tabela 12: Comparação dos custos e stock balance baseados nos modelos de revisão propostos, com os dados reais da Leica em 2023	57
Tabela 13: Comparação entre quantidade fixa de encomenda e MOQ	57
Tabela 14: Comparação entre as coberturas de stock	59
Tabela 15: Comparação entre a rotação	59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BOM – *Bill of Materials*

CC – *Costumer Care*

CNC – *Computer numerical control*

CV – Coeficiente de Variação

DDLT – Procura Durante o Prazo de Entrega

DRP – *Distribution Requirement Planning*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

JIT – *Just-In-Time*

KPI – *Key Performance Indicators*

LCP – Leica Camera Portugal

LCW – Leica Camera Wetlzar

MOQ – *Minimum Order Quantity*

MPS – *Master Production Schedule*

MRP – *Material Requirement Planning*

PM – *Production Management*

QEE – Quantidade Económica de Encomenda

QR – *Quick Response*

SAP – Sistemas, Aplicações e Produtos para Processamento de Dados

SO – *Sport Optics*

WIP – *Work in Process*

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto de investigação foi desenvolvido em contexto empresarial, na Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A., uma empresa multinacional com sede na Alemanha, dedicada à produção de instrumentos e equipamentos óticos não oftálmicos, como máquinas fotográficas, miras, objetivas e binóculos. Neste capítulo foi efetuada uma contextualização do tema através do enquadramento, motivação e objetivos. De igual forma, foi também abordada a metodologia da investigação utilizada e descreveu-se a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento e Motivação

A logística moderna tornou-se o meio cada vez mais importante para melhorar o fluxo de materiais e reduzir custos de distribuição em diversas indústrias (Yu et al., 2016). Além disso, num mercado global cada vez mais competitivo, é necessária a adoção de novas políticas de gestão de materiais e recursos (Wang et al., 2022). Dadaneh et al. (2023) acrescentam que a determinação do volume da procura, análise da qualidade desejada, produção de alta qualidade e entrega pontual são cruciais para a sobrevivência no mercado. Os mesmos alertam para a importância da coordenação nas cadeias de abastecimento e, uma questão crítica que pode ser levantada é o problema de dimensionamento de lotes. Por conseguinte, é necessário um modelo abrangente para determinar a quantidade de matéria-prima a encomendar aos fornecedores, métodos e prazos de entrega, e o tipo e volume de produtos em produção.

O processo de *Procurement*, conforme Wang et al. (2022), envolve *sourcing* (procura de materiais e fornecedores) e *purchasing* (encomenda e monitorização), sendo o mesmo ajustado às listas técnicas e evolução da procura. Dadaneh et al. (2023) referem que a determinação do montante de compra depende da qualidade, preço e prazo de entrega. Para que as compras sejam eficientes, é ainda necessário conhecer a quantidade de *stock* disponível de modo a encomendar a quantidade correta e, por esta razão, as compras eficazes requerem uma gestão e controlo de *stocks* (Barros et al., 2021). Existem vários modelos de gestão de *stocks*, que respondem às questões “Quando encomendar?” e “Quanto encomendar?”, no entanto, para a escolha do modelo a adotar, é fundamental avaliar o comportamento da oferta e da procura. Carvalho et al. (2020) propõem o uso de vários modelos para uma gestão eficiente de *stocks*, como os determinísticos e estocásticos. Para isto, é importante a classificação de materiais pois permite a organização dos produtos para um melhor dimensionamento de *stocks* (Buliński et al., 2013).

Foi então neste contexto que surgiu este projeto de dissertação que teve por base estes conceitos de modo a melhorar o desempenho do processo de compras da empresa Leica Aparelhos Óticos de Precisão.

1.2 Objetivos

O objetivo desta dissertação visou melhorar a gestão de *stocks* na empresa Leica Aparelhos Óticos de Precisão, centrando-se na análise dos lotes de compra e a sua influência no desempenho organizacional. O propósito principal foi reduzir o valor do *stock* através da classificação de materiais mediante o ajuste da política de gestão de *stocks*. Com o ajuste dos parâmetros da política de gestão de *stocks* e com base nas análises realizadas é possível melhorar o Sistema, Aplicações e Produtos para Processamento de Dados (SAP) da empresa, no caso, o *software* denominado por *GIB Suite*.

Para alcançar este objetivo foi necessária a recolha de dados relacionados com o histórico de compras, volumes de vendas, padrões sazonais e dados de inventário. Este processo permitiu identificar oportunidades de melhoria na gestão de compras e avaliar o impacto nos níveis de *stock* e nos custos associados.

Os objetivos incluíram a formulação e implementação de uma política de encomenda personalizada e orientada para o contexto específico de mercado da empresa, esperando que a sua implementação levasse a uma redução efetiva dos níveis de *stock*, reduzindo os custos associados de compra e melhorando o desempenho financeiro da empresa, contribuindo assim para a sustentabilidade e competitividade da empresa Leica no cenário empresarial.

1.3 Metodologia da Investigação

Considerando o contexto empresarial em que o projeto de dissertação foi desenvolvido, a metodologia adotada foi a investigação-ação ("*Action Research*"). Esta metodologia tenta compreender os problemas (investigação) e dar-lhes uma justificação através da prática (ação) e tanto a investigação como a própria ação fazem parte dos resultados deste processo (Erro-Garcés & Alfaro-Tanco, 2020). Susman & Evered (1978) viam esta metodologia como um processo cíclico de cinco fases: diagnóstico, planeamento, implementação da ação, avaliação e aprendizagem:

- **Diagnóstico:** Identificação e definição do problema;
- **Planeamento:** Consideração de linhas de ação alternativas para resolver o problema em questão;
- **Implementação:** Seleção da linha de ação;

- **Avaliação:** Estudo das consequências da ação;
- **Aprendizagem:** Identificação de conclusões gerais;

Os pontos fortes da estratégia de investigação-ação são o foco na mudança, o reconhecimento de que é necessário dedicar tempo ao diagnóstico, ao planeamento, à ação e à avaliação, e o envolvimento dos colaboradores (profissionais) em todo o processo (Saunders et al., 2019).

Deste modo, foram adaptadas estas 5 etapas às circunstâncias da dissertação, começando por analisar o processo de compras e planeamento da empresa e identificar potenciais melhorias. Uma revisão da literatura foi realizada na fase de planeamento, de forma a perceber que opções viáveis existiam para cumprir com o objetivo da dissertação e dar resposta às lacunas encontradas na primeira etapa. Seguidamente, foi desenvolvido um plano de ação, neste caso, para reduzir os níveis de *stock* e estipular o tamanho do lote de compra. Assim, após testar as implicações da implementação das propostas de melhorias, foram avaliados os resultados dos mesmos e efetuada uma reflexão crítica concluindo o projeto com um resumo do trabalho realizado e respetivas limitações.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos e no final encontram-se as referências bibliográficas e apêndices. O primeiro e presente capítulo é um capítulo introdutório onde se encontram os objetivos do projeto, bem como a metodologia utilizada para realizar o mesmo e respetiva estrutura. Seguidamente, o capítulo dois apresenta a revisão bibliográfica dos conceitos teóricos que sustentam o desenvolvimento dos trabalhos e propostas feitas.

No capítulo três é feita a apresentação e caracterização da empresa e é dada a conhecer a sua evolução ao longo dos anos. São ainda apresentados os processos internos e secções, aprofundando-se o ciclo produtivo da mesma e o seu departamento logístico.

O quarto capítulo descreve e analisa a situação atual da empresa de forma a identificar os problemas a solucionar e, no quinto capítulo, apresentam-se as propostas de melhoria para as questões encontradas no capítulo anterior, bem como os resultados da aplicação das mesmas.

Por fim, o capítulo seis apresenta as conclusões e fornece uma visão geral do trabalho realizado ao longo da dissertação e quais foram as limitações do mesmo, sugerindo ainda ações para trabalho futuro.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

No presente capítulo realizou-se uma revisão bibliográfica e foram analisados conceitos fundamentais para o desenvolvimento da dissertação com vista a suportar uma abordagem eficaz na resolução dos desafios identificados e uma compreensão aprofundada do tema que é particularmente centrado na logística e gestão de *stocks*.

2.1 Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

Apesar de muitas vezes confundidas, a gestão da cadeia de abastecimento é um conceito mais amplo que a logística. A logística é essencialmente uma orientação e estrutura de planeamento que procura criar um plano único para o fluxo de produtos e informações, ou seja, é o processo de gestão estratégica da aquisição, movimentação e armazenamento de materiais, peças e inventário acabado (e os fluxos de informação conexos) (Christopher, 2011). A logística interna dedica-se à melhoria da eficiência operacional e é diretamente responsável pela cadeia de valor da empresa, sendo fundamental para alcançar eficiência operacional e aumentar as quantidades produzidas. Esta abrange o processo desde a receção, até ao armazenamento e fluxo de material interno que inclui o controlo de todos os movimentos de matéria-prima e produto acabado durante o processo de produção. Logística externa, por outro lado, refere-se aos movimentos de materiais até à empresa e, posteriormente, ao transporte de produtos até ao cliente.

A gestão da cadeia de abastecimento baseia-se na logística e procura alcançar a ligação e a coordenação entre os processos de outras entidades na cadeia, ou seja, fornecedores, clientes, e a própria organização. Assim, a cadeia de abastecimento é definida por Christopher (2011) como sendo uma rede de organizações, que estão envolvidas, através de ligações, nos diferentes processos e atividades, e que produzem valor sob a forma de produtos e serviços nas mãos do consumidor final. A mesma é constituída por todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, na satisfação de um pedido de cliente. Esta inclui, não só o fabricante e os fornecedores, mas também os transportadores, armazéns, retalhistas e até os próprios clientes, sendo o seu objetivo maximizar o valor global gerado (Chopra & Meindl, 2016). A gestão da cadeias de abastecimento tem como objetivo gerar lucratividade às empresas, ao mesmo tempo que reduz o inventário e as despesas operacionais, no entanto, em cadeias com um maior número de fornecedores, matérias-primas, produtos manufaturados e horizontes temporais mais longos, a coordenação torna-se ainda mais crítica (Hugos, 2024).

Por sua vez, a logística desempenha um papel essencial na gestão da cadeia de abastecimento e é um dos fatores cruciais para o seu sucesso. O planeamento logístico procura estabelecer o produto, quantidade, condições, local e momento ótimo ao mínimo custo (Barros et al., 2021) e, o objetivo principal é planear, organizar, coordenar e implementar a ponte entre as dimensões de tempo e espaço dentro de um sistema. A logística é, portanto, uma das funções mais importantes na economia de uma empresa, tendo em conta que monitoriza a aquisição de matérias-primas, o seu processamento e a entrega das mercadorias ao cliente final (Gleissner & Femerling, 2013).

Christopher (2011) acrescenta que, em relação à cadeia de abastecimento, reduzida à sua essência, o seu objetivo é muito simples - tentar fazer corresponder a oferta à procura. No entanto, o que torna esta tarefa, aparentemente simples, mas tão difícil é a presença da incerteza. Os níveis de volatilidade que caracterizam o ambiente empresarial atual agravam o problema e é evidente que em condições de estabilidade e, por conseguinte, de menor incerteza, a precisão das previsões deve ser geralmente elevada. De igual modo, o inverso é verificado, ou seja, à medida que a incerteza aumenta, a fiabilidade dos modelos de previsão também diminui.

Assim sendo, para Carvalho et al. (2020) implementar os conceitos da cadeia de abastecimento é admitir que o planeamento ganha toda uma nova dimensão e passa a desempenhar um papel mais estratégico na organização. Este integra o planeamento da procura, dos *stocks*, planeamento agregado da produção e o planeamento dos materiais, envolvendo fornecedores e clientes.

O abastecimento pode ser baseado em conceitos *push* e *pull*, sendo o primeiro baseado na antecipação da procura com auxílio do planeamento das necessidades (*Material Requirements Planning* (MRP) e *Distribution Requirements Planning* (DRP)) ao longo da cadeia. No segundo caso, o abastecimento é uma resposta imediata à procura recorrendo a conceitos *Quick Response* (QR) e *Just-In-Time* (JIT). No entanto, uma cadeia de abastecimento nunca é totalmente *push* ou *pull*.

Segundo a organização mundial de profissionais académicos da área, o *Council of Supply Chain Management Professionals*, a logística inclui atividades de *sourcing* e de *purchasing* e a gestão da cadeia de abastecimento envolve o planeamento e a gestão dessas mesmas atividades. A definição da estratégia de *sourcing* fornece indicações relativamente ao número/tipo de fornecedores a quem os produtos ou serviços poderão vir a ser comprados, bem como ao tipo de contratos a serem utilizados (Carvalho et al., 2020).

Purchasing é uma parte do processo que se foca em comprar produtos e serviços aos clientes e *Procurement* engloba estes dois termos, caracterizando-se pelo planeamento, coordenação e controlo dos produtos e atividades logísticas (Cavinato, 1992), abrangendo, portanto, o conjunto das atividades necessárias para fazer chegar os materiais dos fornecedores até ao seu destino final.

2.2 Gestão de Compras

No atual ambiente de concorrência, caracterizado por margens de lucro reduzidas, elevadas expectativas dos consumidores por produtos de qualidade e prazos de entrega curtos, as empresas são forçadas a tirar partido de qualquer oportunidade para melhorar os seus processos de negócio. Para atingir este objetivo, uma empresa tem de trabalhar com os seus parceiros da cadeia de abastecimento para melhorar o seu desempenho. Assim, sendo o principal processo na cadeia a montante, e afetando todas as áreas da organização, a função de compras assume uma grande importância e, tanto Aissaoui et al. (2006) como Cunha et al. (2018) consideram que a eficiente aquisição de bens se tornou um processo indispensável para obter vantagem competitiva.

A determinação das políticas de gestão de inventário tem uma forte influência sobre os custos de produção e, consequentemente, sobre a rentabilidade da empresa. Em particular, a função de compras torna-se crítica, dado que o custo das matérias-primas representa uma percentagem importante do custo total de um produto. Por esta razão, um processo de compras eficiente deve fornecer matérias-primas que satisfaçam as especificações exigidas ao menor custo possível (Alejo-Reyes et al., 2021).

Carvalho et al. (2020) também consideram que nos últimos anos o papel das compras, quer no setor privado quer no setor público, tem vindo a assumir uma maior relevância devido ao impacto positivo que têm na performance financeira. Por definição, as compras referem-se a todos os bens e serviços, competências e conhecimentos que são necessários para a execução e gestão de todas as atividades de uma organização. Segundo a cadeia de valor de Porter, estas atividades podem ser divididas em atividades primárias, ou seja, relacionadas com o processo de entrega de valor ao cliente, desde a entrada e saída de materiais até às próprias operações; e em atividades de suporte, que garantem o abastecimento de produtos e serviços diversos, tais como, equipamento informático e de escritório, limpeza, alimentação, entre outros (Mozota, 1998). O processo de compras pode ser dividido nas etapas ilustradas na Figura 1.

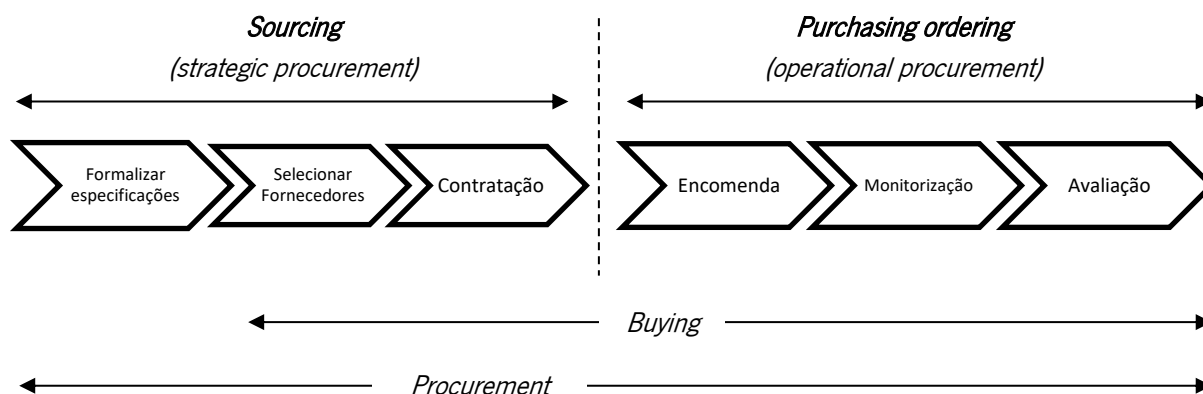


Figura 1: Etapas do processo de compra
(Carvalho et al., 2020)

Formalizar especificações: Definição dos requisitos de compra determinando que produtos ou serviços serão produzidos e quais serão comprados;

Selecionar Fornecedores: Pesquisa de mercado e avaliação de diversos fornecedores até encontrar o mais adequado;

Contratação: Preparar e conduzir negociações até à assinatura do contrato;

Encomenda: Colocação da encomenda ao fornecedor e monitorização da mesma;

Avaliação: O papel das compras acaba após a entrega do produto/serviço. Este ponto visa garantir que a experiência adquirida no processo possa servir de aprendizagem para projetos futuros (Carvalho et al., 2020).

Aissaoui et al., (2006) efetuaram uma síntese da literatura sobre compras e revelaram que existem algumas decisões importantes a tomar, como a quantidade a encomendar e em que período. Os autores enunciaram que o dimensionamento do lote de inventário e a escolha do fornecedor estão intimamente relacionados, e incorporar a decisão de programar as encomendas ao longo do tempo com a seleção do fornecedor pode reduzir significativamente os custos ao longo do horizonte de planeamento. Acrescentam ainda, que o conceito de Quantidade Económica de Encomenda (QEE) também pode ser introduzido nas decisões de dimensionamento de lotes de compras para incorrer no menor custo total possível.

Para Cunha et al., (2018) as compras requerem que a matéria-prima e os pedidos, valores e quantidades sejam definidos corretamente. É ainda necessário considerar a disponibilidade de armazenamento e as necessidades de produção ao lidar com vários fornecedores que oferecem diferentes custos de materiais e taxas de desconto. Para além disso, os pedidos podem ter um custo fixo, independentemente da quantidade ou valor adquirido, o que pode variar também entre os fornecedores.

2.3 Gestão de *Stocks*

Nesta secção, são apresentados e descritos os principais conceitos associados à gestão de *stocks* e aos sistemas de classificação de materiais.

2.3.1 Importância da Gestão de *Stocks*

A complexidade das cadeias de abastecimento tem aumentado significativamente no atual contexto de globalização, onde as empresas enfrentam desafios constantes devido a mudanças rápidas no ambiente de negócios, influências de políticas governamentais e uma variedade de riscos, como interrupções no fornecimento, flutuações da procura, variações de preços e oscilações nas taxas de câmbio. A flexibilidade tornou-se, portanto, essencial para a cadeia de abastecimento e a sua otimização é indispensável para garantir a competitividade no mercado. Para isto, a definição de políticas ajustadas de dimensionamento de lotes desempenha um papel central na melhoria dos processos, equilibrando a oferta e a procura. A implementação de políticas adequadas não só contribui para a mitigação dos riscos, mas também aprimora a capacidade de resposta da cadeia de abastecimento em mercados altamente dinâmicos e competitivos (Shekarabi et al., 2019).

Assim, a importância do inventário está diretamente relacionada com a eficiência da cadeia de abastecimento pois todos os processos de produção operam com investimentos significativos em inventário. Este inventário consiste em *stock* de matérias-primas e peças, inventário de produção em curso, e inventário de artigos finais (Graves, 1987).

De acordo com a literatura sobre gestão de inventários, a dimensão de encomenda deve ser determinada através da minimização do custo logístico total, que abrange tanto os custos de encomenda e envio, quanto os custos de manutenção do inventário. Além disso, a maximização do lucro é também um objetivo fulcral, ao garantir que as decisões de encomenda e gestão de inventário otimizem não apenas os custos operacionais, mas também contribuam para o aumento da margem de lucro da empresa, equilibrando a eficiência logística com a rentabilidade (Engebretsen & Dauzère-Pérès, 2023; Juman et al., 2023).

Para Carvalho et al. (2020) é importante distinguir dois tipos de *stocks* principais, o *stock* de segurança, que serve como proteção da cadeia de abastecimento, garantindo que os níveis de serviço são atingidos, e evita custos de rutura; e o *stock* cíclico que, por outro lado, resulta da tentativa de rentabilização das operações de produção, montagem, transporte e compras, através de economias de escala que

procuram poupar com a aquisição de grandes lotes. Gleissner & Femerling (2013) definem o *stock* cíclico como uma forma de compensar o desequilíbrio temporal entre a oferta e a procura.

Se todo o processo funcionasse num contexto determinístico, e existisse sempre uma capacidade adequada, o *stock* cíclico seria o único inventário necessário. No entanto, como tal não acontece, gera-se a necessidade de manter um *stock* de segurança pelas incertezas nos processos de aquisição, produção e fornecimento, e devido à inflexibilidade do sistema de produção. As empresas utilizam, assim, *stocks* de segurança de forma a manterem um desempenho satisfatório em termos de serviço ao cliente e custos de produção, face às várias fontes de incerteza (Graves, 1987).

Desta forma, o armazém surge como um dos subsistemas que representa a maior causa de custos logísticos, e o objetivo de grande parte das empresas é encontrar a quantidade ideal de inventário para controlar um armazém da melhor forma possível e racionar os custos que o subsistema logístico provoca. Isto é essencial para alcançar o equilíbrio entre a produção e o consumo e estabelecer uma sincronização eficiente entre todas as atividades e processos no sistema de armazenamento, o que é conseguido principalmente através de uma gestão de *stocks* adequada (Erceg et al., 2019). Este equilíbrio é importante porque a redução excessiva dos níveis de *stock* pode interferir com a disponibilidade dos produtos, impactando nas vendas da empresa. Por outro lado, um excesso de inventário imobiliza capital, traduzindo-se numa dificuldade acrescida em transformar *stocks* em vendas, o que compromete a liquidez da empresa, para além de implicar outros custos, como os de posse (Carvalho et al., 2020).

Uma outra forma de as empresas garantirem uma certa segurança ao lidar com procuras irregulares é o prazo de segurança. Este, corresponde à diferença entre o prazo de entrega (planeado) e o tempo que de facto demora a produção das encomendas, e considera-se que a produção máxima que poderia existir durante este tempo de segurança é equivalente a um *stock* de segurança, na medida em que representa a procura extra máxima que poderia ter sido satisfeita. A principal conclusão é que, normalmente, o prazo de segurança só é preferível ao *stock* de segurança quando é possível fazer previsões exatas das futuras expedições necessárias durante o prazo de entrega; caso contrário, o *stock* de segurança é mais robusto para fazer face a alterações nas necessidades dos clientes durante o prazo de entrega ou a flutuações nas previsões da procura (Buzacott & Shanthikumar, 1994).

2.3.2 Sistemas de Classificação de Materiais

Análise ABC

A gestão de inventário possui vários benefícios, como o controlo de *dead stock*, aquisição de material na quantidade certa, redução do *lead time*, uma melhor gestão do espaço e um melhor controlo dos

materiais (Pandya & Thakkar, 2016). Desta forma, antes de definir a política de *stocks* a utilizar, é importante classificar os materiais, uma vez que nem todos os artigos têm o mesmo grau de importância. As categorias devem incluir um grupo de gamas semelhantes entre si, consistente com o critério de divisão aceite, e o método mais comum de classificação de produtos é o método ABC, também designado por regra de Pareto (Cyplik & Hadas, 2007).

A análise ABC é uma técnica frequentemente utilizada para identificar o estado da gestão das existências em armazém, e devido à sua simplicidade por um lado, e à sua grande utilidade, por outro, tem-se verificado que é amplamente utilizada em vários domínios (Erceg et al., 2019). Como ilustrado na Figura 2, o método divide os artigos em 3 classes (A, B e C), a classe A representa os artigos mais relevantes e, de acordo com a regra de Pareto, compreende cerca de 20% das existências que representam 80% da faturação total. A classe B são os artigos de relevância média, que compõem 30% dos artigos e correspondem a 15% da faturação. Por último, a classe C, apresenta apenas um valor de 5% face à faturação total, no entanto, apesar da reduzida relevância, compreende cerca de 50% dos artigos.

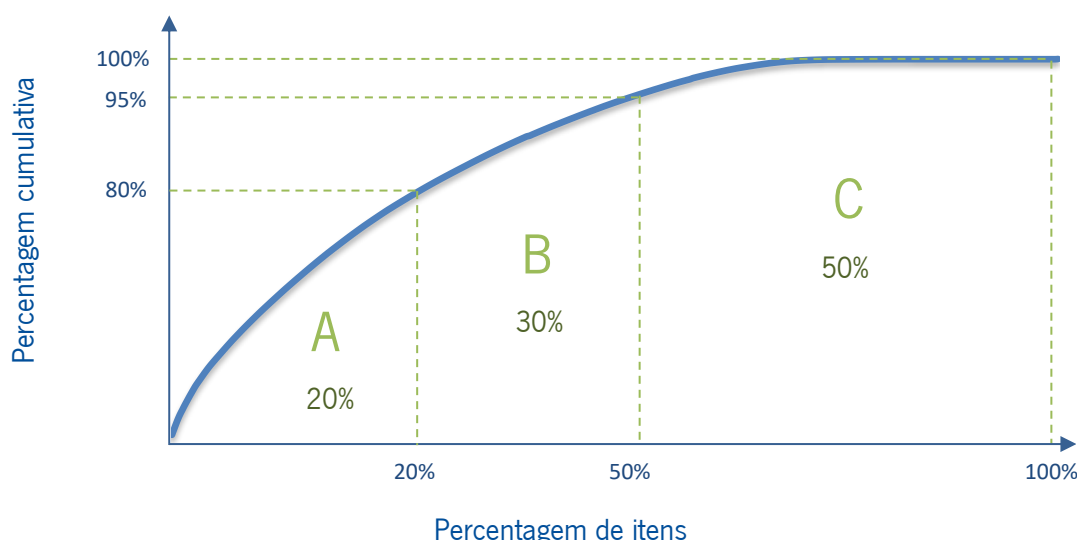


Figura 2: Representação gráfica da análise ABC para a faturação, identificando as classes.

Através desta análise, é então perceptível que os artigos de classe A são os artigos mais importantes, dado o seu elevado valor, e a sua rutura teria consequências graves para qualquer empresa. Por outro lado, a classe C, apesar de representar a maioria do *stock*, possui artigos pouco relevantes em termos financeiros. A análise ABC é um instrumento de apoio à decisão sobre os artigos que devem ser alvo de uma maior atenção e investimento em termos de controlo de *stock* (Carvalho et al., 2020).

Pandya & Thakkar (2016) destacam alguns aspetos menos positivos da análise ABC, sendo eles o facto de a classificação ABC ser muito geral e apenas apresentar 3 classes, e ainda o facto desta análise oferecer apenas uma imagem da situação atual.

Análise XYZ

O processo de encomenda é afetado pela flutuação da procura e pelo preço dos produtos. Para lidar com estas flutuações, é possível agrupar e classificar produtos através de um processo conhecido como análise XYZ (Clevert et al., 2007).

O resultado da análise XYZ fornece informações que ajudam a avaliar a forma como cada parte do inventário deve ser monitorizada e controlada, tendo em conta a sua importância, através da análise das flutuações da procura (Clevert et al., 2007; Pandya & Thakkar, 2016).

- Os itens mais previsíveis são classificados como X, ou seja, incluem os materiais cuja utilização é relativamente constante ou flutua raramente, e por isso é provável que as previsões sejam mais fiáveis;
- Artigos Y têm flutuações substanciais na procura, originadas pela sazonalidade ou devido a tendências na utilização do produto;
- Os produtos mais irregulares são os Z e por esse motivo a fiabilidade das previsões é baixa.

O padrão e comportamento de cada procura está exemplificado, a título ilustrativo, na Figura 3.

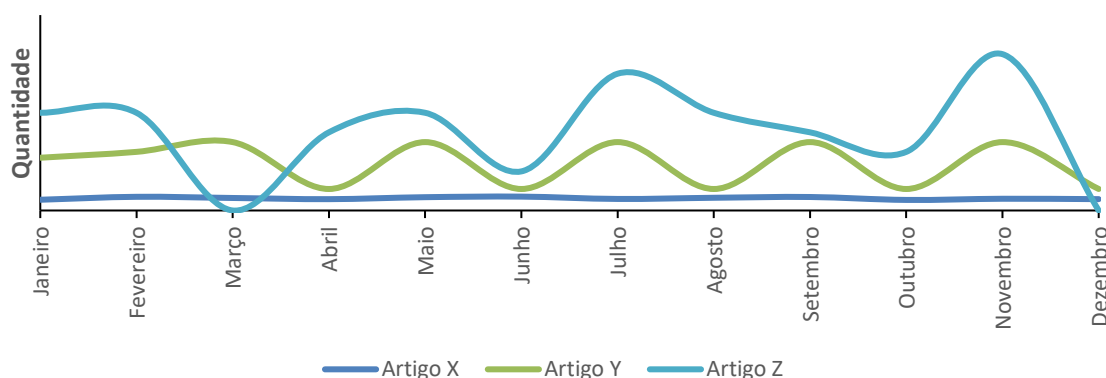


Figura 3: Representação gráfica XYZ

Adaptado de "Inventory Optimization with GIB Controlling" (2021)

Este método, utilizado para a gestão de materiais, envolve a classificação dos produtos com base no coeficiente de variação relativo à regularidade das vendas, considerando o consumo do artigo. Esta análise é essencialmente utilizada para o planeamento das necessidades de material e armazenamento dos mesmos. Para calcular o Coeficiente de Variação (CV) a equação (1) é comumente utilizada:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (1)$$

O coeficiente de variação é a razão entre o desvio padrão (σ) e a média ($\bar{x}$) e, de acordo com os resultados, a classificação dos artigos como X, Y ou Z pode variar entre diferentes autores e até dentro do próprio contexto empresarial onde estão inseridos. Por exemplo, Scholz-Reiter et al. (2012) definem o critério para os itens X como sendo aqueles que apresentam coeficientes de variação inferiores a 0,5, os Y são aqueles com CV entre 0,5 e 1, e todos aqueles com CV superior a 1 são classificados como Z. Por outro lado, Stojanović & Regodić (2017), consideram que os artigos X consideram um CV até ao limite de 10%, artigos Y apresentam CV entre 10% e 25% e os restantes representam os Z. No entanto, não existe uma regra fixa ou universal que determine estas classificações e, deste modo, podem ser adaptadas ao contexto específico de cada empresa. Contudo, é explícito que vendas mais estáveis teriam um coeficiente de variação menor, enquanto produtos com vendas mais irregulares e imprevisíveis teriam um coeficiente de variação maior.

Análise ABC/XYZ

A análise ABC/XYZ é também um método de gestão de materiais utilizado para uma melhor classificação das existências em armazém de uma empresa. Consiste na análise ABC e na análise XYZ, tendo em conta que a análise ABC muitas vezes não é capaz de classificar os artigos de forma suficientemente diferenciada por os avaliar apenas de acordo com o seu valor. Desta forma, sendo a regularidade de consumo um aspeto também relevante para esta gestão, a análise ABC/XYZ vem combinar ambas as ferramentas de forma a obter uma análise mais fácil e completa.

Segundo Pandya & Thakkar, (2016), a análise XYZ é especialmente útil quando a flutuação da procura é elevada e o consumo de artigos frequente, e uma análise combinada dos métodos ABC e XYZ, representada na Tabela 1, fornece melhores resultados na gestão de *stocks*.

Tabela 1: Matriz de classificação da análise ABC/XYZ

	X	Y	Z
A	- Procura estável - Valor monetário elevado	- Procura flutuante - Valor monetário elevado	- Procura irregular - Valor monetário elevado
B	- Procura estável - Valor monetário mediano	- Procura flutuante - Valor monetário mediano	- Procura irregular - Valor monetário mediano
C	- Procura estável - Reduzido valor monetário	- Procura flutuante - Reduzido valor monetário	- Procura irregular - Reduzido valor monetário

Algumas conclusões que se podem retirar da análise desta tabela de análise combinada é, por exemplo, que os artigos AX e BX têm uma quota de valor elevada e são fáceis de prever porque estão sujeitos a um consumo regular e, por conseguinte, tornam-se relativamente fáceis de controlar. Por sua vez, os artigos AZ e BZ devem ser considerados problemáticos. Estes representam uma grande parte do volume de negócios, mas devido às suas necessidades irregulares, são difíceis de prever. Se, por um lado, forem armazenados demasiados artigos desta classe, os custos de armazenamento irão aumentar, se não forem armazenados artigos suficientes, podem surgir estrangulamentos na produção. Por último, os produtos CZ podem vir a ser negligenciados por constituírem materiais difíceis de prever e representarem um reduzido valor económico.

Assim, a classificação ABC/XYZ permite considerar o valor das existências, padrões de procura como a sazonalidade, a tendência, a irregularidade e a intermitência, caracterizando os produtos de forma ajustada, e permitindo selecionar o método de previsão e a estratégia de aprovisionamento que melhor se adequa ao comportamento de cada classe de produtos (Chackelson & Errasti, 2010).

2.4 Modelos Económicos de Gestão de *Stocks*

Nos mercados competitivos atuais, é imperativo para as organizações gerirem a sua cadeia de abastecimento da forma mais eficiente possível para manter a sua quota de mercado e melhorar a rentabilidade, sendo o controlo otimizado do inventário parte integrante da gestão desta cadeia. O espaço de armazenamento disponível para manter o inventário total em cada período é limitado pelo orçamento máximo disponível para o aprovisionamento, e é por isso importante encontrar os valores ótimos de quantidades de encomenda de todos os artigos para cada período, de modo que o custo total do inventário seja minimizado (Kumar et al., 2017).

Uma política de gestão de *stocks* permite determinar o *stock* em armazém, valor esse que é necessário para dimensionar o seu espaço. A definição da política pretende responder a duas questões fundamentais: “Quando encomendar?” e “Quanto encomendar” de modo a minimizar custos e a satisfazer o cliente. A oferta pode ser determinística, quando o prazo de entrega é fixo e as quantidades encomendadas são entregues corretamente, ou aleatória, quando o fornecedor tem um prazo de entrega variável e é inconstante a corresponder às quantidades encomendadas. Do lado da procura, as mesmas constantes/irregularidades são sentidas, e por isto, as políticas de gestão de *stock*, segundo Carvalho et al. (2020), estão divididos em dois grandes grupos: modelos determinísticos e modelos estocásticos.

Os modelos determinísticos partem do pressuposto que tanto a procura como a oferta não têm nenhuma aleatoriedade e o modelo mais amplamente conhecido e explorado é o modelo da quantidade económica de encomenda.

Modelo da Quantidade Económica de Encomenda

Neste modelo, para encontrar a quantidade de encomenda que minimize os custos, deve ser analisado o custo em que a empresa incorre por ter um espaço para armazenamento e investir capital em *stock* (custo de posse) e ainda, o custo de realizar uma encomenda (custo de encomenda). O custo de posse envolve todos os custos relacionados com equipamento e manuseamento, espaço físico, recursos humanos, impostos e seguros, tendo sempre em conta que, os custos fixos, ou seja, aqueles que não variam com o nível de *stock*, não são incluídos. Azzi et al. (2014) analisaram os parâmetros deste custo e concluíram que o tipo de sistema de armazenamento utilizado pelas empresas pode ter impacto no cálculo da taxa do mesmo e, deste modo, a mesma varia dependendo da indústria e contexto em que se insere. Na sua revisão da literatura, os autores indicam que os estudos demonstram que a taxa do custo de posse pode variar entre 12% e 50%, sendo 25% o valor mínimo razoável que pode ser usado como regra geral para tentar estimar o custo de posse. Acrescentam ainda como exemplo, que num modelo de inventário *pull*, foi assumido uma percentagem de 30% sobre o valor de custo do produto.

O custo de encomenda, por outro lado, inclui custos com comunicações, consumíveis, custos de recursos humanos como lançamento de encomendas e receção das mesmas, e ainda, o custo de transporte, se aplicável. O objetivo é então encontrar o equilíbrio entre estes dois custos, que corresponde ao mínimo da função do custo total (equação (2)) e a equação que deduz a QEE é a equação (3):

$$C = C_1 \frac{q}{2} + C_3 \frac{r}{q} \quad (2)$$

$$QEE = \sqrt{\frac{2rC_3}{C_1}} \quad (3)$$

Sendo:

r : Taxa de procura/ consumo anual (unidades/ano)

C_1 : Custo de posse de *stock* unitário (€/unidade/ano)

C_3 : Custo de encomenda unitário (€/encomenda)

Relativamente à questão “Quando encomendar?”, neste modelo, as encomendas são feitas quando o nível de *stock* atinge uma quantidade pré-definida (ponto de encomenda) como ilustrado na Figura 4.

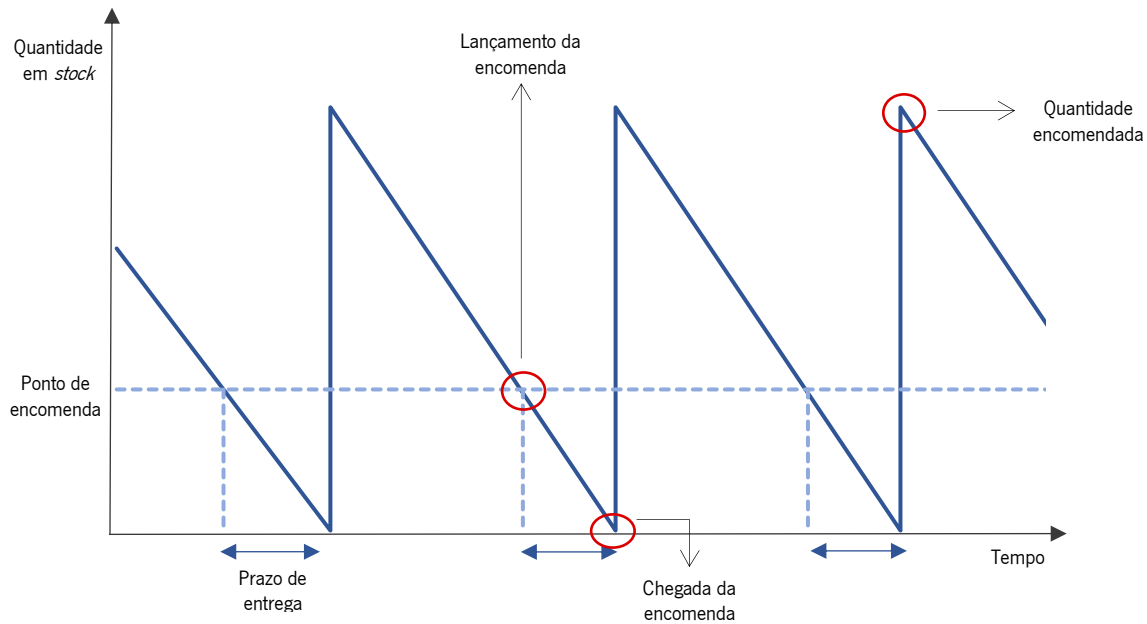


Figura 4: Representação do modelo da QEE

Adaptado de Carvalho et al. (2020)

O ponto de encomenda (*reorder point*) é obtido através da equação (4) em que:

R : Ponto de encomenda (unidades)

l : Prazo de entrega/ *lead time* (unidade temporal: dias, semanas, meses, entre outros)

r : Taxa de procura (unidades/ unidade temporal)

$$R = r \times l \quad (4)$$

É importante referir que, neste modelo não existem ruturas de inventário, a quantidade de encomenda chega de uma só vez e não de forma faseada, e não existem descontos de quantidade.

Os modelos seguintes, ao contrário do anterior, caracterizam-se por serem modelos estocásticos, isto é, aplicam-se quando a procura e/ou oferta têm um comportamento aleatório. Nestes modelos existe a possibilidade de rutura de *stock* e, deste modo, torna-se fundamental criar um *stock* de segurança para lidar com variações elevadas e imprevisíveis. Como, mesmo assim, a probabilidade de rutura existe, o nível de serviço nunca será 100%, dado que este corresponde à probabilidade de a empresa ter disponível a quantidade procurada, no momento procurado. O *stock* de segurança depende do nível de serviço e da probabilidade de rutura, tendo em conta que quanto maior este nível, maior será o *stock* de segurança.

A variabilidade da procura e da oferta vai também impactar este valor, e por fim, o seu dimensionamento vai depender do modelo de gestão de *stocks* a implementar.

Modelo de Revisão Contínua/ Ponto de encomenda

O modelo da revisão contínua é semelhante ao da QEE, com a diferença de que, como referido anteriormente, neste existe *stock* de segurança e aleatoriedade na procura/oferta. O mesmo tem a designação de “revisão contínua” por existir uma monitorização constante dos níveis de *stock*, e quando é atingida uma quantidade pré-definida ocorre o lançamento da encomenda para o fornecedor, sendo esta sempre uma quantidade fixa (Q) que se calcula através da equação (5). O *stock* de segurança é definido pela equação (6) onde Z representa um fator de segurança retirado da tabela de distribuição normal em função do nível de serviço (equação (8)) e da probabilidade de rutura (Telhada, 2017). A equação (7) representa o desvio padrão da procura durante o prazo de entrega:

$$Q = \sqrt{\frac{2r(C_2E[DDLT>R]+C_3)}{C_1}} \quad (5)$$

$$SS = Z\sigma_{DDLT} \quad (6)$$

$$\sigma_{DDLT} = \sqrt{\bar{l} \times \sigma_r^2 + \bar{r}^2 \times \sigma_l^2} \quad (7)$$

$$P[DDLT > R] = \frac{C_1 \times Q}{C_2 \times \bar{r}} \quad (8)$$

Sendo:

C_2 : Custo de Rutura

$E[DDLT>R]$: Esperança do volume de quebra durante o prazo de entrega

σ_{DDLT} : desvio padrão da procura durante o prazo de entrega

$\bar{l}$: prazo médio de entrega

$\bar{r}$: procura média

σ_r : desvio padrão da procura

σ_l : desvio padrão do prazo de entrega

O que vai definir se o *stock* de segurança é ou não utilizado é a procura durante o prazo de entrega (DDLT). Se esta for superior ao ponto de encomenda, então o *stock* de segurança não será suficiente e existe rutura. A forma de identificar o ponto de encomenda está descrita na equação (9) (Telhada, 2017):

$$R = SS + \mu_{DDLT} \quad (9)$$

Sendo μ_{DDLT} a procura média durante o prazo de entrega definida pela equação (10):

$$\mu_{DDLT} = \bar{r} \times \bar{l} \quad (10)$$

Na Figura 5 está ilustrado o comportamento deste modelo e é possível verificar exatamente a rutura que acontece devido à imprevisibilidade da procura.

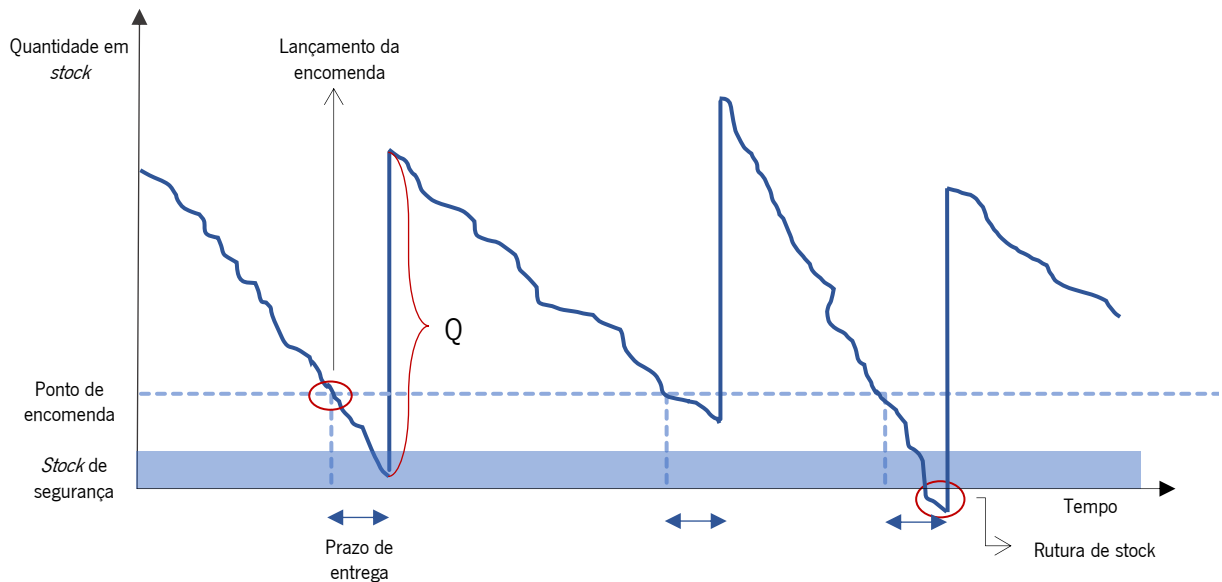


Figura 5: Representação do modelo de revisão contínua

Adaptado de Carvalho et al. (2020)

Para calcular o custo de aplicar esta política aplica-se a equação (11):

$$C = C_1 \left(\frac{Q}{2} + R - \mu_{DDLT} \right) + C_2 \frac{r}{Q} E[DDLT > R] + C_3 \frac{r}{Q} \quad (11)$$

Modelo de Revisão Periódica/ Ciclo de encomenda

Neste modelo, em vez de existir um ponto de encomenda, o que acontece é que, o dia de colocação de encomenda ao fornecedor é pré-definido com uma periodicidade fixa entre encomenda (semanalmente, mensalmente, entre outros).

Assim, o que varia é a quantidade a encomendar, que depende da cadência da procura durante o período entre encomendas. O *stock* de segurança é também utilizado para lidar com a aleatoriedade, e existirá rutura se o período entre encomendas, somado ao prazo de entrega, for superior ao *stock* que a empresa definiu como alvo (DDPP>S), como ilustrado na Figura 6 (Carvalho et al., 2020).

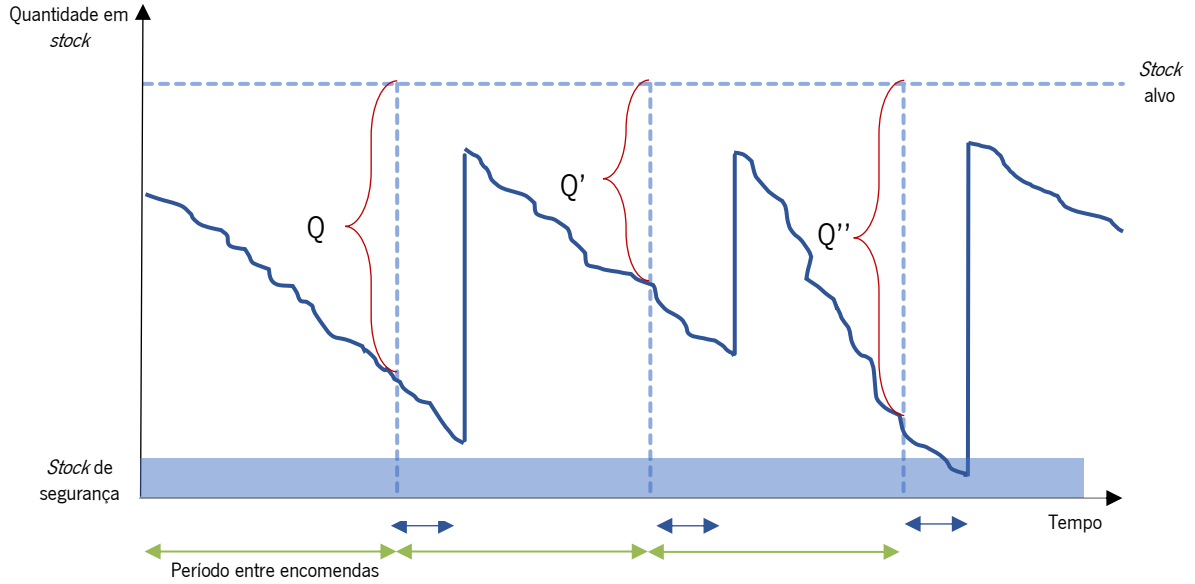


Figura 6: Representação do modelo de revisão periódica

Adaptado de Carvalho et al. (2020)

De forma a determinar a periodicidade das encomendas (t) usa-se a equação (12) e as equações (13) e (14) representam a média e o desvio padrão da procura durante o período de planeamento (DDPP), respetivamente. Para estabelecer o *stock* alvo (S) usa-se a equação (15), e a equação (16) tem como objetivo calcular o custo que a implementação da política apresentará (Telhada, 2017):

$$t = \sqrt{\frac{2C_3}{C_1 r}} \quad (12)$$

$$\mu_{DDPP} = r(t + l) \quad (13)$$

$$\sigma_{DDPP} = \sqrt{(t + \bar{l})\sigma_r^2 + \bar{r}^2\sigma_l^2} \quad (14)$$

$$S = \mu_{DDPP} + Z \times \sigma_{DDPP} \quad (15)$$

$$C = C_1 \left(S - rl - \frac{rt}{2} \right) + C_2 \left(\frac{1}{t} \right) E[DDPP > S] + C_3 \left(\frac{1}{t} \right) \quad (16)$$

Estratégias para a gestão de artigos classificados pela matriz ABC/XYZ

Para um artigo AX, tendo em conta a sua importância e procura estável, um modelo determinístico, como o modelo da QEE, seria uma política de gestão adequada e conceitos JIT podem ser aqui aplicados, sendo que a necessidade de um *stock* de segurança seria eliminada pelo facto de a produção estar sincronizada com a procura. No entanto, num contexto real, a procura muito dificilmente é completamente previsível e por isso os modelos determinísticos não são tão adequados. Para lidar com a procura irregular, como no caso dos artigos AZ, surge a necessidade de um esforço acrescido para alinhar a produção com a procura, especialmente devido à significativa contribuição desses materiais para a receita da empresa. Neste contexto, um *stock* económico de segurança tende a ser a opção mais viável. No aprovisionamento pode ser vantajoso realizar apenas pedidos com encomendas (produção *pull*) e uma estratégia eficaz de gestão pode envolver a implementação de *stock* consignado, em que o cliente apenas suporta os custos de armazenamento dos produtos até os mesmos serem formalmente comprados, e o fornecedor é quem lida com os custos financeiros. Assim, o reabastecimento contínuo do fornecedor protege a empresa relativamente às flutuações da procura (Battini et al., 2010; Valentini & Zavanella, 2003).

No caso dos artigos C, caso sejam do tipo CX, a sua gestão pode ser semelhante à dos artigos AX e, não sendo estes artigos com elevado valor económico, o controlo de entrada poderá ser simplificado. No cenário oposto, para artigos CZ, onde a irregularidade da procura é evidente, a preferência por um modelo estocástico torna-se ainda mais pertinente. A consideração por um *stock* de segurança pode ser essencial neste contexto (“Inventory Optimization with GIB Controlling”, 2021).

2.5 Indicadores de Desempenho

Os processos logísticos, devido à sua complexidade em termos de número de atividades e participantes, geram custos e a logística de aprovisionamento, por exemplo, é um dos segmentos mais importantes das empresas, uma vez que a capacidade de satisfazer as necessidades dos clientes depende da eficiência do aprovisionamento. Por esta razão, as empresas devem ter como foco, medir e monitorizar certas atividades para minimizar custos e aumentar a eficiência operacional. Pelo facto de esta ser uma questão complexa, uma das ferramentas utilizadas são os indicadores-chave de desempenho (KPI), que são introduzidos, medidos e monitorizados pelos subsistemas logísticos.

Os KPI são uma excelente base para avaliar a eficiência das atividades e a implementação de determinados processos, uma vez que com base no valor do KPI pode-se concluir se o processo é ou não eficiente (Pajić, Andrejić, et al., 2021; Pajić, Radivojević, et al., 2021).

Al-Rushood et al. (2020) defendem que é de extrema importância identificar claramente quais processos e KPI avaliar e como próximo passo, definir as metas/ objetivos para aqueles que se escolheram medir, reforçando a importância do *benchmarking* no sucesso da seleção dos parâmetros.

Existem dois tipos de KPI gerais nas cadeias de abastecimento – orientados para o cliente (ex. cumprimento dos prazos de entrega) e internos (ex. custos de posse de inventário). Mais especificamente, as principais métricas devem incluir (Vipin, 2010):

- Desempenho de entrega (por exemplo, cumprimento dos prazos de entrega, taxa de satisfação e de devolução);
- Tempo de ciclo (por exemplo, *lead time* previsto *versus* efetivo e tempo de ciclo da cadeia de abastecimento);
- Gestão de inventário e de fluxo de caixa (por exemplo, nível médio de dias em *stock*, dias de dívidas pendentes);
- Custos de cadeia de abastecimento (por exemplo, custos de posse de inventário).

A indicação da cobertura de *stock* é outro fator essencial para o inventário, segundo Al-Rushood et al. (2020). Este, estima o período de utilidade do material existente no inventário, com base nos dados disponíveis das taxas de consumo ou previsão atual. Ou seja, este KPI é uma medida instantânea que indica por quanto tempo o *stock* atual duraria, com base na taxa média de consumo ou previsão de vendas.

No entanto, atualmente, existem diversos KPI que podem ser utilizados nas mais diversas áreas de uma empresa, o essencial é saber escolher aqueles que fazem sentido e aplicá-los, adaptando-os à realidade da organização e necessidades de informação da mesma (Caldeira, 2012). Se usados corretamente, os KPI evidenciam as áreas que precisam de atenção e aquelas onde a empresa está a prosperar, sendo assim possível realizar uma gestão eficiente. De seguida estão evidenciados e explicados mais 3 tipos de indicadores comumente utilizados.

Taxa de rotação

Os artigos podem ser categorizados quanto à sua importância relativa através da taxa de rotação, que corresponde ao número de vezes, em média, que um material é renovado por unidade de tempo. O seu cálculo é obtido através do quociente entre o consumo (vendas anuais) e o nível médio de *stock*, logo, quanto maior for o valor desta medida de desempenho de inventário, maior será a eficiência da organização. Perceber qual a rotação do *stock* numa empresa influencia a definição da política de gestão dos mesmos e é essencial para fazer a distinção entre os artigos que apresentam maior volume de vendas e aqueles com menor procura.

Stock médio

O *stock* médio caracteriza-se por ser a quantidade de itens que são mantidos em inventário durante determinado período. É ainda possível calcular o nível de permanência de *stock*, que é o inverso da taxa de rotação, e representa o tempo de consumo assegurado pelo *stock* médio. Como tal, quanto menor o valor, melhor a eficiência, pois significa que existe uma rotação maior, ou seja, provavelmente os produtos estão a ser vendidos ou utilizados a bom ritmo, reduzindo a probabilidade de obsolescência e minimizando custos associados com armazenamento e manutenção de *stock*.

Dead Stock

Os inventários podem abrandar o seu movimento e, eventualmente, passar a possuir produtos de movimento lento (*slow movers*), o que é altamente indesejável para as indústrias. Este fenómeno é ainda mais acentuado devido a outros fatores e dá-se a transação de artigos *slow movers* para *dead stock*. Isto ocorre quando os artigos de inventário são deixados em armazém durante um período prolongado. Ou seja, o *dead stock*, como observável na Figura 7 é o nível mínimo de *stock* da empresa num dado período. Algumas razões para a existência deste *stock* podem ser o mau cálculo do ponto de reabastecimento, aquisições e reposição de *stock* com demasiada antecedência e a existência de *safety stock* e *safety time*. A presença destas existências no sistema não só aumenta os níveis de inventário, mas tem implicações que incluem incorrer em custos superiores de inventário, gestão e perda de valor do inventário (Li et al., 2023).

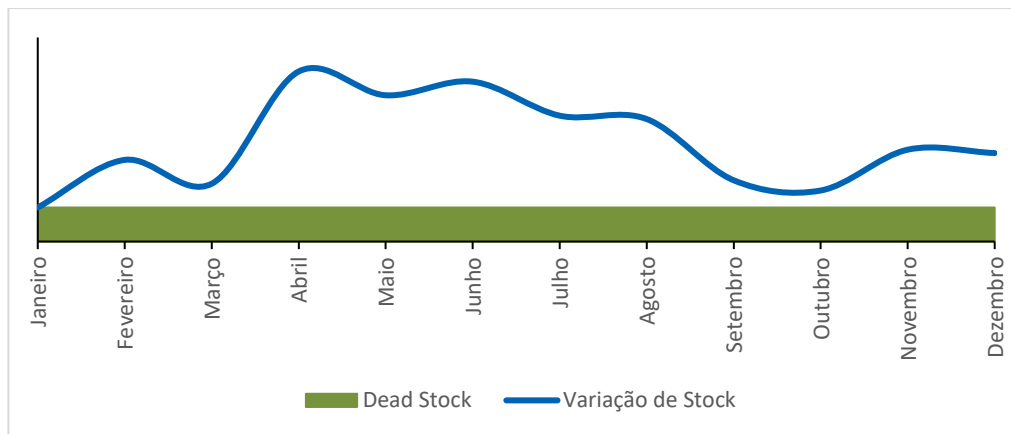


Figura 7: Representação gráfica de dead stock

Adaptado de "Inventory Optimization with GIB Controlling" (2021)

2.6 Gestão da Cadeia de Abastecimento em Produtos de Luxo

Segundo Luzzini & Ronchi (2010), os modelos tradicionais da cadeia de abastecimento foram desenvolvidos para empresas comuns e, dessa forma, têm pouca correspondência no setor do luxo, que tem uma dimensão conceptual e simbólica e surge como resultado de uma evolução histórica e cultural. No contexto empresarial, esta é uma área composta por empresas que oferecem produtos ou serviços inovadores e/ou clássicos, mas que têm como alvo os clientes que querem melhorar o seu estatuto e estilo de vida e que, por norma, pertencem a classes com rendimentos pessoais altos. Assim, as dinâmicas que regem o mercado destes bens são fortemente diferentes daquelas que regem nas empresas de bens não luxuosos e, tendo em consideração que o setor de luxo é dominado por fatores como a qualidade, marca e exclusividade, é importante estudar as práticas de gestão adotadas para assegurar estes fatores e procurar a liderança do mercado. Em relação à concorrência, apesar do que se possa pensar, todas as empresas de luxo são, embora em diferentes graus, concorrentes entre si, e por isso constroem frequentemente a sua vantagem competitiva através da raridade e da consequente exclusividade da marca, focando-se não apenas no produto, mas na promoção da marca em si. Isto pode resultar em ineficiências voluntárias do lado do processo, como a utilização de trabalho manual em vez de máquinas automatizadas e listas de espera propositadamente longas. Pode-se dizer então que existem ineficiências que acrescentam valor e ineficiências que não acrescentam valor, pois mesmo no setor do luxo existe espaço para a otimização da cadeia de abastecimento.

Em termos de poder de negociação, as empresas de luxo tiram certamente partido do seu poder e estatuto. Nesse sentido, os fornecedores podem até aceitar acordos ineficientes só para serem

associados às marcas e o mercado é continuamente explorado, a fim de garantir o acesso aos melhores recursos ou competências.

Em conformidade com a seleção cuidadosa dos fornecedores e em conjunto com a presença de um sistema interno de controlo da qualidade, o desempenho dos mesmos, tanto em termos de operações como da relação global, são sempre monitorizados. Este facto, normalmente leva à deteção atempada de problemas, que são principalmente resolvidos em colaboração, uma vez que, raramente os fornecedores são substituídos de forma permanente.

Luzzini & Ronchi (2010) concluem que no setor do luxo o papel das compras é cada vez mais relevante, o controlo sobre a cadeia de abastecimento é maior e mais complexo e o nível de subcontratação é relativamente baixo. Consequentemente, as relações com os fornecedores são mais longas, existe uma maior partilha de informação sobre a estrutura de custos e desenvolvem-se parcerias-chave.

De acordo com Brun et al. (2008), as empresas de luxo partilham um compromisso no que concerne à excelente qualidade dos produtos, por esta razão, para garantir que os requisitos elevados, exigidos pelos seus clientes, são cumpridos, o controlo e a monitorização da cadeia de abastecimento são questões críticas. No lado da oferta, o aumento deste controlo deve-se à necessidade de garantir as características e a disponibilidade do produto, enquanto no lado da distribuição, a fim de estabelecer uma relação direta com o cliente final, este fator é ainda mais importante

Para empresas que vendem produtos complexos, Caniato et al. (2011) afirmam que, em relação ao processo de fabrico, o ciclo de vida dos mesmos é bastante longo (normalmente anos), assim como os prazos de entrega e, para executar um planeamento de produção nivelado a longo prazo, com base em encomendas reais, e implementar técnicas *lean*, o mercado precisa de ter uma certa estabilidade. No entanto, a variabilidade e sazonalidade da procura, a vasta gama de produtos e personalização dos mesmos, bem como o trabalho mais artesanal dos trabalhadores, são geralmente considerados barreiras para atingir este fim (Carmignani & Zammori, 2015). De forma a tentarem alcançar uma maior flexibilidade, algumas organizações optam por recorrer à subcontratação da produção, contudo, na escolha entre produzir ou comprar os seus produtos, estas tendem a externalizar apenas algumas fases da produção, uma vez que, em geral, apresentam um nível mais elevado de integração vertical (maior controlo sobre os processos da cadeia de produção) em comparação com os segmentos em massa dos mesmos setores (Caniato et al., 2011; Chiarini et al., 2016).

Segundo o estudo de Brun & Moretto (2014), empresas com um elevado nível de trabalho manual, como a Louis Vuitton e a Hermès, adotam um critério de agrupamento por família de produtos, aumentando e maximizando assim o conhecimento técnico de cada produto, bem como a sua qualidade.

Pelo contrário, as empresas mais automatizadas são organizadas por área, onde a industrialização do processo enfatiza a relevância da qualidade em cada etapa do processo. Relativamente à gestão da qualidade total, o estudo concluiu que as situações específicas podem ser muito diferentes, desde a implementação total de um processo formalizado em toda a empresa (Cartier), até um processo informal em que a qualidade está implícita e é um requisito evidente (Hermès).

Nas empresas de luxo, as matérias-primas tendem a ser muito valiosas e o risco de obsolescência elevado. Desta forma, a redução dos custos de produção não é a principal prioridade, mas sim evitar o excesso de *stocks*. Tendo em conta este objetivo, algumas empresas preferem utilizar a estratégia "*make-to-order*", que significa produzir apenas quando o cliente encomenda o produto, e é maioritariamente utilizada por empresas que oferecem produtos com uma elevada taxa de personalização. Em contrapartida, este método não é ideal quando o *lead time* das operações é superior ao prazo de entrega previsto pelo mercado. Por esta razão, algumas coleções, ou peças consideradas pela empresa como "*best-sellers*", são produzidas antecipadamente, em quantidades mais elevadas, e imediatamente colocadas no mercado. Para estas linhas de produto, a estratégia utilizada será, por conseguinte, uma estratégia *push*, ou seja, "*make-to-stock*".

Todas as organizações tentam reduzir os desperdícios e tornar mais eficiente o seu modo de funcionamento. Nomeadamente, o setor de luxo, tem características muito particulares no que diz respeito à cadeia de abastecimento, e o controlo efetivo deste processo deve verificar se os fluxos ocorrem de acordo com os prazos inicialmente estabelecidos, verificar a quantidade e a qualidade dos produtos, prever opções alternativas em caso de interrupções ou falta de programação, evitar existências não utilizadas de bens ou informações e, finalmente, evitar gargalos, que geram atrasos no fluxo de materiais (Garofalo, 2022).

As técnicas de gestão de *stocks* implicam uma análise e uma previsão cuidadosa da procura do mercado e, para cada produto deve ser elaborada uma *Bill of Materials* (BOM), que é um documento que contém uma lista de todos os materiais necessários para produzir um produto específico. Contudo, dado que as características deste sector dificultam a previsão da quantidade a produzir, o que aumenta o risco de situações de excesso ou escassez de *stock* disponível e, com o objetivo de determinar a quantidade certa para garantir a continuidade da produção, algumas empresas optam por utilizar o *Master Production*

Schedule (MPS), que é, em suma, um plano que define os produtos a produzir, quando, e em que quantidades, com base na procura dependente e previsões de venda.

O MRP centra-se mais na gestão dos níveis de *stock* e garante que os materiais estão disponíveis para a produção com base na procura ou na necessidade de peças e matérias-primas. Estas estratégias, promovem a eficiência dos planos de produção, tornando-os mais adequados (Garofalo, 2022; Zhu et al., 2021).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo visa realizar a apresentação da empresa onde o presente projeto de dissertação foi desenvolvido, a Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A. A empresa dedica-se à produção de instrumentos e equipamentos óticos não oftálmicos e, nesta secção, irão ser evidenciadas as suas características e história, desde a sua fundação até à sua estrutura atual, descrevendo os seus produtos e processos, com especial foco na secção logística, e será ainda transmitida uma visão geral sobre os fornecedores e clientes da mesma.

3.1 Leica - Aparelhos Óticos de Precisão, S.A.

A empresa, originalmente intitulada de “*Optisches institut*” (instituto ótico), surgiu em 1849, em Wetzlar, uma cidade alemã. No seu início começou por produzir óculos e telescópios, mas rapidamente se expandiu para o mercado dos microscópios com a qualidade e precisão como principais pilares de referência. Com a crescente evolução tecnológica e mudança de gerência, o nome da empresa mudou naquela época para *Ernst Leitz – Optische Werke* e, com o aumento do número de trabalhadores, foi atingido o marco de vendas de 4000 microscópios num ano. A consciência social também cresceu, e graças à nova direção, foi instituído o turno de trabalho de 8 horas e seguro de saúde para todos os funcionários. Por esta altura, a produção de binóculos foi acrescentada ao portfolio da marca e esta continuava a prosperar.

Mais tarde, as primeiras máquinas fotográficas começam a ser desenvolvidas e a invenção do primeiro protótipo de 35 mm revolucionou o mundo da fotografia, mas só em 1924 começou a produção da primeira câmara fotográfica que foi para o mercado, a Leica I. Eventualmente, a empresa faz a mudança para o seu nome atual, que é uma junção de “Lei-tz” com “Ca-mera”, e chega a Portugal como Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A. no ano de 1973 como uma filial da alemã Leica Camera Wetzlar (LCW), e estabelece a sua fábrica em Vila Nova de Famalicão, dedicada apenas à produção de microscópios e, inicialmente, com 84 trabalhadores.

Atualmente, nas novas instalações em Lousado, a empresa conta com cerca de 800 trabalhadores e escalou a sua produção para máquinas fotográficas e objetivas (área *photo*), e gama *Sport Optics (SO)*, que se caracteriza por produtos de observação (binóculos, miras e *range finders*). Está também à responsabilidade desta filial o serviço de *Customer Care (CC)*, responsável pela manutenção e apoio ao cliente dos produtos pertencentes à gama SO.

O departamento de *Industrial Business*, está encarregue de lidar com clientes externos, designados por “terceiros” como forma de equilibrar a produção no caso de se verificar uma quebra de pedidos por parte da casa-mãe. Estão representados na Figura 8 alguns exemplos de produtos que a empresa Leica Camera Portugal (LCP) produz e que foram mencionados anteriormente.



Figura 8: Produtos Leica

A Leica desenvolveu um nicho de mercado com produtos de luxo, inovadores, e com uma qualidade incomparável, dadas as suas soluções *premium* e visão orientada para o cliente. A procura constante por instrumentos que oferecem uma experiência única aos utilizadores foi o que colocou a empresa no patamar em que se encontra, e faz com que a mesma se mantenha competitiva no mercado, com um elevado prestígio e reconhecimento associado.

3.2 Clientes e Fornecedores

A Leica é uma multinacional e, dado que opera internacionalmente, mantém uma extensa rede de parcerias por todo o mundo. No entanto, apesar de diversos, o principal cliente da LCP é a sua empresa mãe, a LCW, que coloca requisições que podem dar resultado a encomendas de componentes, semiacabados ou produtos finais. Simultaneamente, LCW atua também como fornecedora da filial em Portugal, ao fornecer algumas componentes, nomeadamente, lentes asféricas que só são produzidas em Wetzlar, ou quando se inicia a produção em Portugal de um novo produto. No que à seleção de fornecedores diz respeito, é maioritariamente a sede alemã que trata de tomar essas decisões, e a LCP mantém autonomia para gerir e negociar com alguns fornecedores estratégicos, nomeadamente aqueles que oferecem serviços de *outsourcing* e onde é fornecida a matéria-prima aos subcontratados.

Para além disto, em Portugal, a empresa exporta algumas quantidades para terceiros, que são maioritariamente empresas especializadas em aparelhos de alta precisão ótica e mecânica, mesmo que se enquadrem em mercados completamente diferentes.

3.3 Secções Produtivas

A LCP é constituída por 3 áreas produtivas: mecânica, ótica e montagem. Estas secções estão divididas fisicamente e apresentam características distintas no que aos seus processos diz respeito.

A mecânica é responsável por transformar as matérias-primas, como alumínio, latão, magnésio, aço e titânio, nos componentes pretendidos e, para isso, serve-se de duas áreas: a maquinagem, equipada com *Computer numerical control* (CNC) e equipamentos mais convencionais que se focam maioritariamente nos processos de torneamento, fresagem e gravação, e o tratamento de superfície, que se inicia com o polimento manual, passando depois pela anodização e cromagem, que conferem resistência às peças e finaliza com a pintura das peças.

A ótica divide-se também em duas subsecções, ótica plana e ótica esférica, sendo que na primeira produzem-se prismas para binóculos e máquinas fotográficas, e na ótica esférica o foco são as lentes para binóculos, miras e objetivas. O objetivo desta área é corrigir e guiar os raios solares à entrada do aparelho e as operações efetuadas passam por fresagem, esmerilagem, polimento, lavagem, centragem, colagem e lacagem.

Por fim, a montagem, é a última secção do processo produtivo e é aqui que são montados os materiais provenientes da ótica e da mecânica, bem como matérias-primas diretas, que é o caso dos componentes eletrónicos. Todo o processo da montagem é manual e sequencial e, é com esta produção quase artesanal que o produto final é formado e será posteriormente embalado e expedido para o cliente.

Para além destas 3 secções produtivas existem inúmeras outras, não produtivas, que não estão diretamente ligadas à produção, mas que fornecem apoio e suporte para um funcionamento eficiente da organização, como é o caso do Departamento Logístico onde foi desenvolvida esta dissertação.

3.4 Departamento Logístico

O foco deste projeto de dissertação enquadra-se no departamento da logística e este está dividido em várias secções, ilustradas na Figura 9.

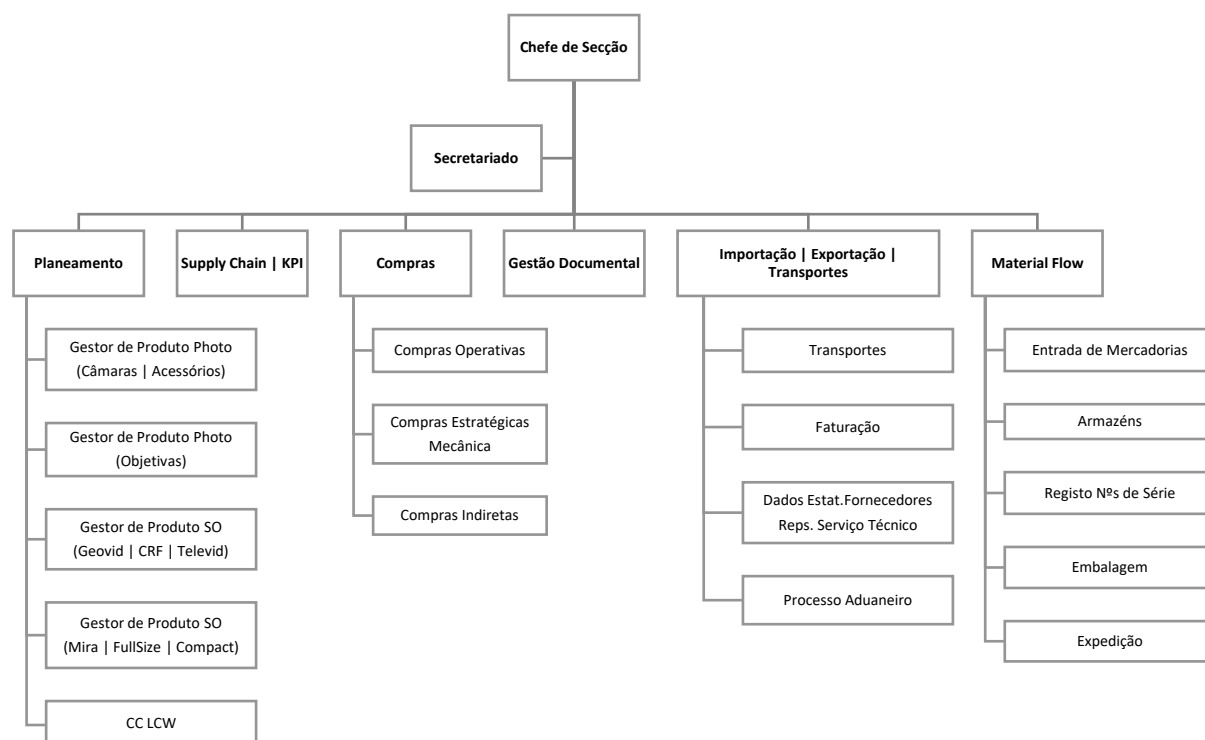


Figura 9: Organograma da secção logística

Para além do chefe principal de secção, cada um dos 7 departamentos apresenta uma pessoa responsável que o lidera e orienta, com o objetivo de alcançar as metas propostas.

A logística de armazéns está encarregue de tarefas como receber e verificar os produtos que chegam à empresa, dando posteriormente a sua entrada em sistema, e fazendo-os seguir para a qualidade, de modo a verificar a conformidade dos mesmos, ou diretamente para o armazenamento. Esta área, através de listas de *picking* (individuais para cada linha de produto – câmaras, objetivas, binóculos, entre outros), é responsável por realizar a entrega dos materiais à linha de produção e, no final, depois de recolhido o produto acabado, a embalagem prepara-os para a sua expedição.

Em relação ao planeamento, as funções desta área passam por, tal como o próprio nome indica, planear a produção dos produtos vendidos à casa mãe e correspondente orçamentação, desempenhada pela gestão documental.

A gestão de compras está dividida em compras operativas, estratégias e indiretas. As compras operativas estão relacionadas com os fornecedores selecionados pela LCW, pelo que os compradores não podem interferir em preços e contratos previamente definidos.

As compras estratégicas focam-se na subcontratação da produção de produtos mecânicos de modo a equilibrar a capacidade produtiva. Por fim, as compras indiretas são aquelas que não afetam as listas técnicas dos materiais, mas que são necessárias para o consumo da fábrica e funcionamento da mesma. Existe ainda um *controller* logístico responsável por monitorizar o desempenho da empresa nesta área, analisando resultados de produtividade através de KPI, com o objetivo de propor melhorias quando necessário e fornecer suporte aos gerentes na tomada de decisão.

3.5 Ciclo Produtivo

Todo o processo de planeamento da produção é despoletado através da colocação, por parte de LCW, de previsões das suas necessidades no sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) SAP. É através das encomendas e previsões de compra que se define o plano de produção. Estas previsões transformam-se em encomendas e são analisadas e confirmadas pelos planeadores de LCP. Cada planeador é, como referido anteriormente, responsável por um conjunto de produtos e, para cada um deles, com recurso a um sistema denominado *Production Management* (PM), é elaborado o planeamento, distribuindo-se as necessidades pelas semanas de cada mês, de modo a definir um *takt* (taxa de produção) consoante a capacidade produtiva e os *stocks* existentes.

A proposta de um plano de produção, através da fixação das ordens planeadas, deverá cobrir as necessidades dos clientes (satisfazer as encomendas), nivelar o *stock* de forma a suportar as oscilações da procura e ter um *mix* de variáveis pouco complexo (menor número de modelos por semana). A Figura 10, fornecida pela empresa, representa uma página ilustrativa do PM, que demonstra como é exibido o plano de produção, dividido por semanas, entre outras funcionalidades que o mesmo dispõe, como o *stock balance* e o *backlog*, que representa a produção que está em atraso na respetiva semana.

Este plano é posteriormente apresentado aos responsáveis de cada secção produtiva e equipas de produto para que os mesmos possam acompanhar e fornecer *feedback*. Estas reuniões acontecem de duas em duas semanas e visam monitorizar o cumprimento do plano, expor e discutir alterações no mesmo, como o ajuste das quantidades semanais derivadas de algum atraso por parte de fornecedores externos ou problemas com a própria produção interna.

Production Management

LCW

M DIGITAL

M ANALOG & ST

M LENSES

RANGEFINDING

BINOCULARS

RIFLE SCOPES

SUBCONTRACTING

COMPONENTS

THIRDPARTIES

CC - LCP

CC - LCW

GARBAGE

LEICA BOTTLE GLASS

FORECAST

PROZEN

GO TO WEEK

WVWVWV

GROUPING

1 WEEK

OC1 2021

NOV 2021

		SEP 2021		OCT 2021		NOV 2021										
		36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47			
		WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK			
		WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS	WORKDAYS			
		PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS	PURCHASE ORDERS			
		PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN	PRODUCTION PLAN			
		STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE	STOCK BALANCE			
		REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE	REQUIRE			
M LENSES	PURCHASE ORDERS	231	375	50	5	514	461	329	375	353	412	304	419	397	331	388
	PRODUCTION PLAN	191	409	62	15	393	393	393	330	411	411	411	322	406	411	388
	STOCK BALANCE	-40	-6			-127	-195	-131	-176	-118	-119	-12	-109	-100	-20	-20
	REQUIRE	6				1	1		12							
M 2.0/28	PURCHASE ORDERS	48	54	0	0	10	40	42	44	38	40	36	20	28	24	
	PRODUCTION PLAN	79	35	0	0	35	35	35	28	35	35	35	20	35	35	12
	STOCK BALANCE	31	12			37	32	25	9	6	1	0	0	7	18	30
	REQUIRE	5														
M 2.8/28	PURCHASE ORDERS		23	0	0	25	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	PRODUCTION PLAN		25	0	0	25	25	25	20	25	25	25	20	25	25	25
	STOCK BALANCE	0	2			2	7	7	2	2	2	2	-3	2	2	2
	REQUIRE															
M 1.4/35	PURCHASE ORDERS	38	77	0	0	89	100	60	64	50	78	40	106	99	73	83
	PRODUCTION PLAN	20	70	0	0	70	70	70	64	80	80	80	64	80	80	80
	STOCK BALANCE	-18	-25			-44	-74	-64	-64	-34	-32	8	-34	-53	-46	-49
	REQUIRE	1														
M 2.0/35	PURCHASE ORDERS	28	4	0	0	76	48	36	36	36	47	25	25	35	43	35
	PRODUCTION PLAN		44	0	0	40	40	40	32	40	40	40	32	40	40	40
	STOCK BALANCE	-28	12			-24	-32	-28	-32	-28	-35	-20	-13	-6	-11	-6
	REQUIRE															
M 1.4/50	PURCHASE ORDERS		69	0	0	89	68	30	54	50	60	47	72	35	60	96
	PRODUCTION PLAN		50	0	0	50	50	50	48	60	60	60	48	60	60	60
	STOCK BALANCE		8			-31	-49	-29	-35	-25	-25	-12	-36	-11	-11	-47
	REQUIRE					1			12							

Figura 10: Programa de planeamento da produção retirado de documentos da empresa

As confirmações das encomendas geram, através da explosão do MRP, ordens planeadas para o produto final e respetivos componentes de produção interna, e requisições de compra de matérias-primas que o sistema considera necessárias, tendo em conta as necessidades de material e *stock* disponível. O sistema, para realizar estas sugestões, para além dos dados da procura, tem por base dados como a BOM do produto, o inventário existente, o *lead time* e/ou tempos de ciclo e as quantidades de encomenda pré-definidas. Por sua vez, o planeador analisa estes dados e concretiza em pedidos as requisições de compra, notificando o comprador correspondente, e consoante o valor da encomenda, as mesmas sofrem processos de liberação diferentes e só depois é enviado o pedido para o fornecedor.

As ordens planeadas sugeridas pelo SAP, quando aprovadas pelo responsável de produção, convertem-se em ordens de produção e são utilizadas na ótica e na mecânica, acompanhando todo o processo produtivo e à medida que cada parte do processo é realizada, certas etapas vão sendo confirmadas em sistema. Este documento serve como documento de identificação e nele é apresentado a quantidade do lote, a referência da peça, a data de início e fim da produção daquela ordem, o responsável pelo planeamento do produto e as respetivas operações (roteiro).

A montagem, por outro lado, utiliza ordens planeadas repetitivas, e utiliza a estratégia *backflush*, ou seja, as ordens só são lançadas no final do processo produtivo, de acordo com a quantidade de produto final existente.

No final do processo produtivo, os produtos finais (acabados ou semiacabados) são embalados na respetiva secção e encaminhados para o armazém de expedição onde se efetua posteriormente o movimento *cross company* para LCW ou, no caso de ser uma encomenda para terceiros, os produtos são enviados diretamente para o cliente final. Um fluxograma representativo do ciclo produtivo da Leica encontra-se exposto na figura 30 do Apêndice 1.

3.6 Sistema ERP da Empresa

O *software* “GIB Suite” é uma interface do MRP SAP e caracteriza-se por ser uma base de dados comum e acessível a todos os responsáveis. Este é um *software* de gestão da cadeia de abastecimento que visa automatizar processos, desde a encomenda à sua entrega, e inclui previsões, relatórios e análises. Para além disto, o objetivo do *software* de melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento passa por prever a procura, otimizar o inventário, programar a produção, a execução do planeamento e a aquisição de materiais. O GIB *Suite* conta com 6 módulos, sendo que, na realização deste projeto pretendia-se explorar o “GIB Controlling”. Este módulo foca-se maioritariamente na gestão de inventário, incluindo conteúdo como o planeamento das necessidades de materiais, logística e gestão da cadeia de abastecimento. Este permite manter uma visão geral do inventário e identificar materiais de risco, potenciar otimizações eficientes e sustentáveis e ainda, avaliar as consequências e riscos através de uma simulação dos parâmetros MRP, comparando diretamente o planeamento atual com o simulado.

As suas funcionalidades, representadas na Figura 11, passam por:

- Integração de índices de requisitos específicos;
- Classificações de materiais com base nas análises ABC e XYZ;
- Integração do ciclo de vida do produto;
- Simulação de parâmetros MRP;
- Uso efetivo da matriz de alcance;
- Navegação pelos números e centros de materiais;
- Administração de agrupamentos de materiais;
- Uso de conjuntos de regras e árvores de decisão;

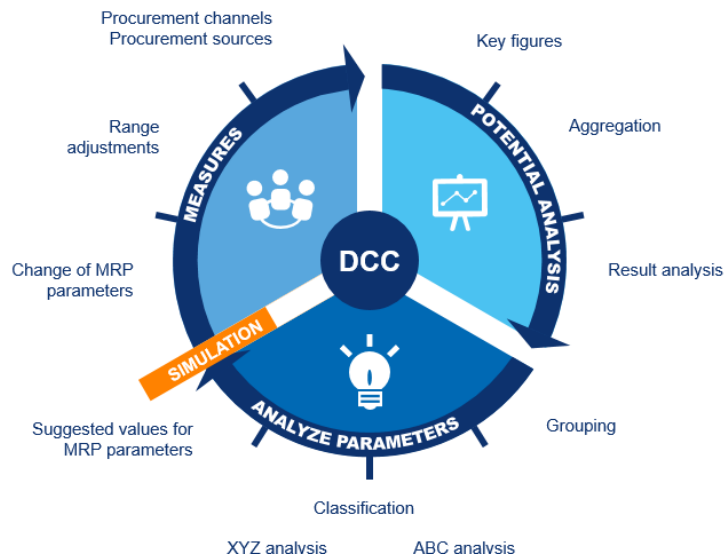


Figura 11: Controlling Circle

("Inventory Optimization with GIB Controlling", 2021)

A gestão do inventário requer objetivos, tais como, a existência de um nível máximo de inventário, níveis baixos de *dead stock* (idealmente iguais aos níveis de *stock* de segurança), tamanhos ótimos de lote e elevada disponibilidade de entrega e, esta sustentabilidade, só pode ser adquirida através de controlo contínuo. Um exemplo ilustrativo de uma *dashboard* da aplicação que contempla a análise de *stock* e classificação de materiais está representada na Figura 12.

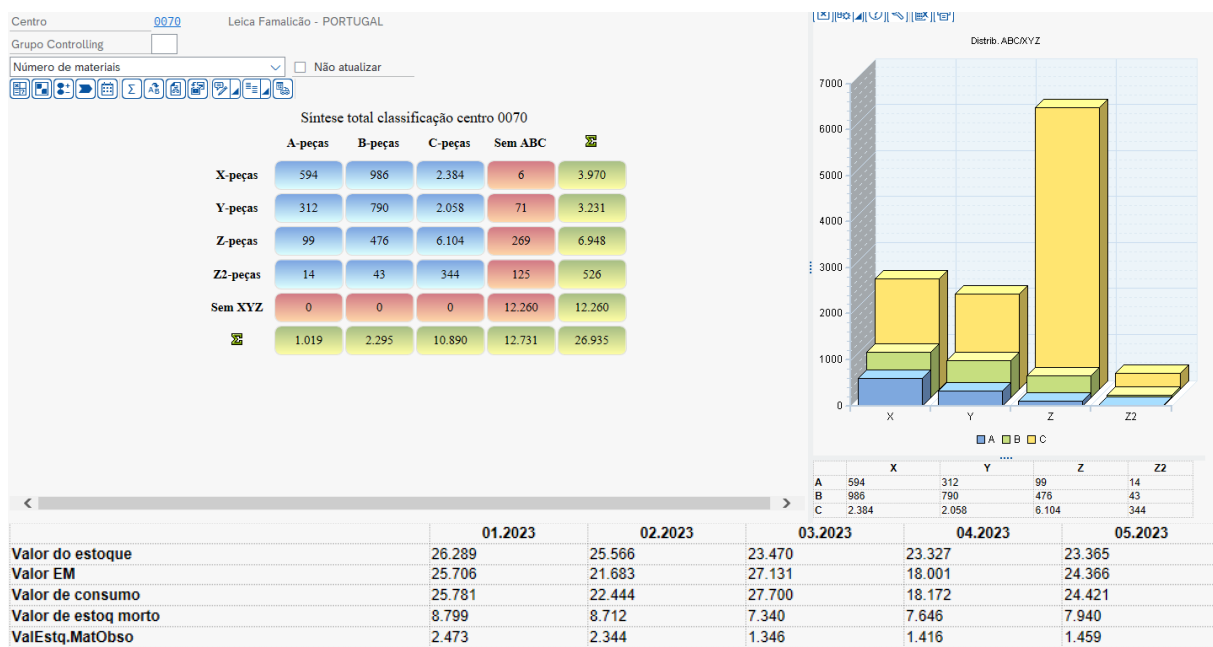


Figura 12: Dashboard do software GIB Suite

("Inventory Optimization with GIB Controlling", 2021)

Este programa surgiu na LCP, mas ainda tem uma utilização muito reduzida na empresa pelo facto de apresentar muitos parâmetros a serem melhorados ou definidos, nomeadamente na área da gestão de inventários. Existe, portanto, uma necessidade de configurar e estabelecer as diretrizes que regem as interfaces do programa de maneira apropriada. Isto é importante para garantir que o programa funcione conforme o esperado e as análises sejam o mais precisas possível. Assim, é crucial realizar uma configuração que simplifique os procedimentos operacionais, o que, por sua vez, promova a confiabilidade dos resultados obtidos a partir das informações inseridas.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL

O projeto em análise incide sobre a área da logística e a necessidade de gerar uma política de gestão de inventário adequada à empresa. Tendo isto em conta, neste capítulo apresentam-se as principais lacunas identificadas na gestão de *stocks* e no processo de compras. É apresentada a análise da procura e as suas irregularidades, e são apresentados os estudos realizados aos *stocks* do produto final selecionado para realizar a investigação.

4.1 Descrição do Produto em Estudo

Para realizar este projeto foi necessário selecionar um produto representativo da empresa que permitisse uma análise mais pormenorizada do processo de compra e definição de políticas de gestão de *stocks*. Este produto serve como base de avaliação da estratégia de aprovisionamento da Leica e sustenta os estudos em novos processos ou estratégias. A Leica, conforme já mencionado, dispõe de uma ampla gama de produtos, entre os quais se incluem as objetivas, sendo esta linha de produtos identificada pela empresa como uma área de particular interesse para análise e estudo. Neste grupo, o modelo de objetiva M 1.4/50 (*Bitburg*) foi o que se destacou, dado apresentar o maior número de necessidades para 2024 face às outras objetivas (2353 objetivas) e ser um produto que passa por todas as áreas produtivas da empresa para o seu desenvolvimento. Ao trabalhar com este modelo, pretende-se desenvolver políticas de gestão de *stocks* para alguns dos seus componentes e criar parâmetros que possam posteriormente ser replicados a outros componentes Leica.

A objetiva é resumidamente constituída pela junção do *schneckengang* com a cabeça ótica, como observável na Figura 13. Algumas etapas e fluxo de material e informação envolvidas na produção da mesma estão ilustradas no *Value Stream Mapping* (VSM) da Figura 31 do Apêndice 2. O VSM foi elaborado com base na identificação dos tempos de atravessamento mais longos, focando-se em dois processos principais: a montagem da objetiva e a montagem do *Schneckengang* que são os dois componentes que dão origem à objetiva final. Este mapeamento teve como objetivo detalhar todas as etapas envolvidas, desde o fornecimento de materiais até à entrega do produto final e foi estruturado com base no esquema produtivo do Apêndice 3 que ilustra todos os componentes da objetiva e os processos pelos quais estes passam. O VSM incorpora a análise dos processos mecânicos, óticos e, posteriormente, a montagem dos componentes que surgem dessas mesmas secções. Ao realizar uma

análise crítica do VSM, é possível identificar um potencial gargalo no processo de polimento, que apresenta um tempo de ciclo de 49 minutos e um tempo de *setup* de 240 minutos.

Estes fatores podem impactar negativamente a eficiência geral do processo e aumentar o *Work in Process* (WIP). Além disso, observam-se tempos de espera longos entre as etapas produtivas, particularmente nas seções da mecânica e ótica, o que também pode comprometer a fluidez do fluxo produtivo.



Figura 13: Objetiva M 1.4/50

O modelo em questão é fabricado em duas cores (preto e cinza) e apresenta um total de 137 componentes, ilustrados no esquema produtivo do Apêndice 3. Dos 137 componentes, existem 85 materiais de compra e 52 componentes agregados que advêm dos setores internos da mecânica, ótica, montagem e ainda componentes que dizem respeito materiais subcontratados. Contudo, focando-se esta dissertação no aprovisionamento da empresa, os materiais analisados serão apenas os de compra, e apenas aqueles que são exclusivos desta objetiva, reduzindo assim a amostra para um total de 13 componentes necessários para o fabrico da objetiva. Relativamente aos 13 componentes exclusivos que constituem a objetiva em estudo, foram realizadas diversas análises de modo a compreender como é gerido o inventário e ter uma visão clara da gestão dos seus *stocks* por parte da empresa.

4.2 Análise dos Componentes do Produto Final

Nesta secção são apresentadas as análises efetuadas aos dados dos componentes e cálculo de alguns indicadores de desempenho.

4.2.1 Análises do Valor do *Stock*

Na determinação do custo dos 13 componentes em análise, apurou-se que o custo de cada componente, tendo em conta o preço médio de cada artigo, e a sua utilização no produto final, obtendo-se um custo total de 58€. Dos 13 componentes em estudo (C1 a C13), para o fabrico de uma objetiva, apenas dois componentes apresentam uma utilização superior a 1 unidade, como se pode visualizar na Tabela 2.

Tabela 2: Utilização e custo dos componentes para o fabrico de uma objetiva

Referência do Material	Designação	Nº peças por objetiva	Preço médio unitário	Custo total/objetiva
421-056.150-015	C1	1	13,61 €	13,61 €
421-056.112-005A	C2	1	12,47 €	12,47 €
438-310.000-020	C3	11	0,796 €	8,75 €
421-056.123-010	C4	1	4,44 €	4,44 €
421-056.122-010	C5	1	3,15 €	3,15 €
421-056.112-008	C6	1	2,73 €	2,73 €
890-707.000-055	C7	1	2,37 €	2,37 €
421-056.121-010	C8	1	2,30 €	2,30 €
421-056.118-020	C9	1	2,12 €	2,12 €
421-056.110-002A	C10	1	2,30 €	2,10 €
421-056.118-021	C11	1	2,10 €	2,10 €
421-056.115-002A	C12	1	1,68 €	1,68 €
438-228.233-031	C13	3	0,06 €	0,18 €

Com base nesta informação foram realizadas análises ABC em relação ao valor médio em *stock* bem como relativamente à quantidade média anual de peças em *stock* no ano de 2023.

A Figura 14 ilustra o *stock* médio anual de cada componente, considerando os dois parâmetros referidos: o valor monetário (€) e a quantidade de peças em *stock*, ordenados pelo maior valor monetário. A análise permite uma visão da relação entre a quantidade de itens armazenados e o seu impacto financeiro, facilitando a identificação de componentes com maior peso económico e potencial de melhoria de gestão de inventário.

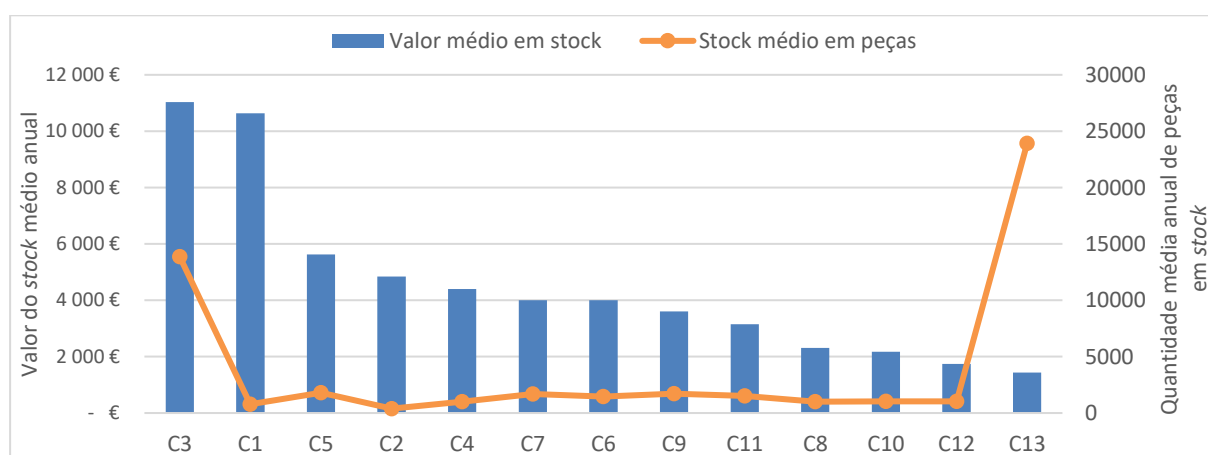


Figura 14: Análise do valor do stock médio anual versus quantidade média anual em stock (peças exclusivas)

A Figura 15 apresenta uma das análises ABC, com base no valor médio em *stock* dos componentes. Este gráfico oferece uma visão da distribuição do valor dos itens em *stock*, facilitando a identificação dos componentes mais relevantes em termos financeiros.

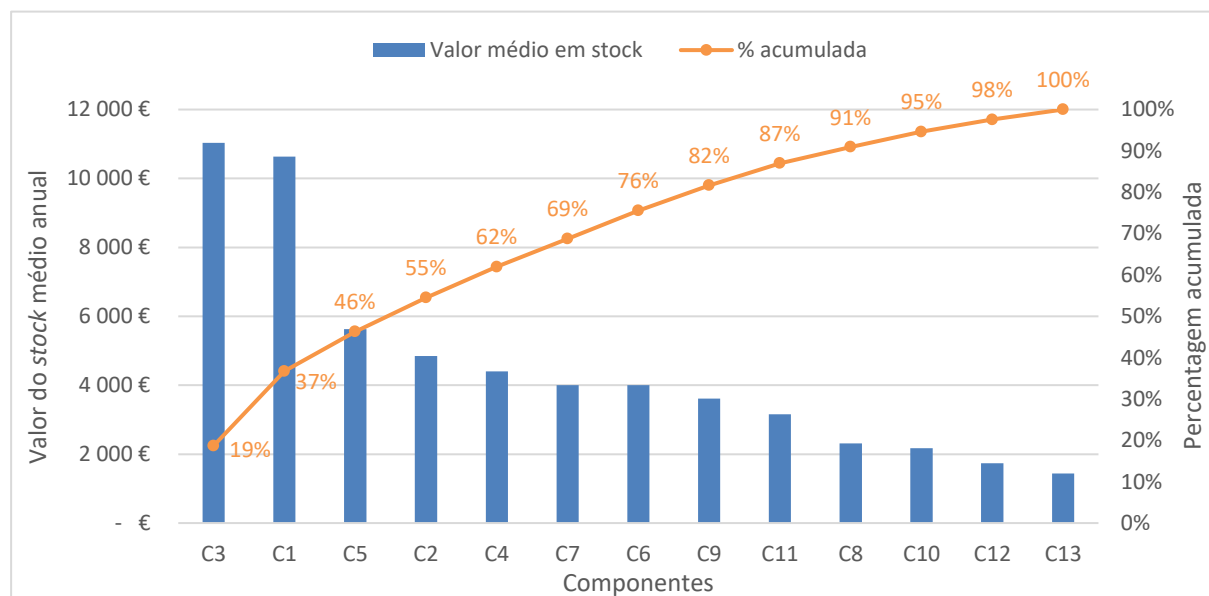


Figura 15: ABC - Valor do stock médio anual (peças exclusivas)

Com base na análise da Figura 15, os componentes C3, C1, C5, C2, C4, C7 e C6 são classificados como A, os componentes da classe B estão representados pelos componentes C9, C11, C8 e C10, e por fim, os componentes C categorizam-se por ser o C12 e o C13. É de referir que os componentes classificados como A e B apresentam um valor em *stock* substancialmente mais alto que todos os outros, com um valor aproximado médio de 10800 €, enquanto o componente seguinte representa para os 5628€ em *stock*. Assim, com esta análise, é possível entender aqueles componentes que representam a maior parte de valor em *stock* e por isso têm alto impacto financeiro.

Adicionalmente, foi realizada a análise ABC em quantidade, com base no *stock* médio anual em peças, apresentada na Figura 16. Esta análise revela que apenas os componentes C13 e C3 exprimem números consideravelmente altos de peças em *stock*. Com base nesta informação é possível afirmar que o componente C13, apesar do seu valor altamente reduzido é o componente com mais itens em inventário na média anual. Por outro lado, o componente C3, apresenta, tanto em valor como em *stock* físico, uma grande representatividade.

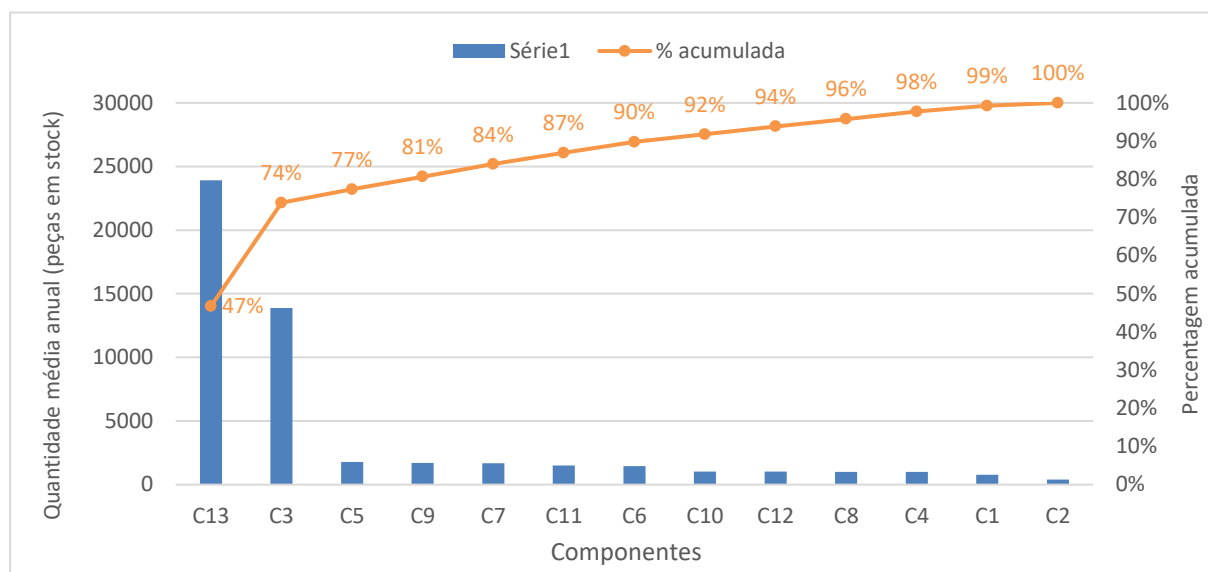


Figura 16: ABC - Stock médio anual (peças exclusivas)

Comparando estes estudos, retiram-se algumas conclusões, nomeadamente o facto de o componente C3 ter um alto custo e uma grande presença em armazém, tanto em custo como em utilização, contribuindo assim significativamente para os custos e impacto no inventário da empresa.

Observando o componente C1 contata-se que apesar do valor elevado, o mesmo não apresenta um elevado *stock* físico, demonstrando assim que a sua importância não está relacionada com a quantidade em armazém, mas sim com o seu elevado valor associado.

O componente C2 apresenta características bastantes semelhantes ao C1, apesar do seu valor médio de *stock* anual não ser tão elevado. Componentes como o C13, são claramente referências do tipo C nas análises relativas à análise em valor monetário, mas que, no entanto, representa a maior percentagem relativa do inventário. Este fator não representa provavelmente um problema dado a reduzida quantia que representa.

4.2.2 Análise da Rotação

Foi também elaborada uma análise da rotação dos componentes, tendo em conta a quantidade anual de produto final vendida, de forma a entender a eficiência com que o *stock* estava a ser utilizado, sendo que, uma rotação maior, representa uma melhor eficiência pois significa que o material está a ser vendido rapidamente e os produtos não estão parados em armazém durante muito tempo. Na Figura 17 está representado o número de vezes que o inventário de dado componente foi vendido e reabastecido no período de um ano.

Verifica-se que o componente C2 apresenta uma rotação substancialmente elevada em relação aos restantes componentes e, os componentes C1, C2 e C4 enquadram-se na categoria dos componentes com maior rotação, sendo estes, os componentes que apresentam um elevado valor monetário. Esta análise torna-se indispensável pois é importante identificar os componentes com elevado valor em inventário e com uma alta rotação.

Contudo, o componente C5, apresenta-se aqui como um dos componentes com menor rotação e, tendo em consideração o seu elevado valor de *stock* médio anual, representa um maior custo em imobilizado.

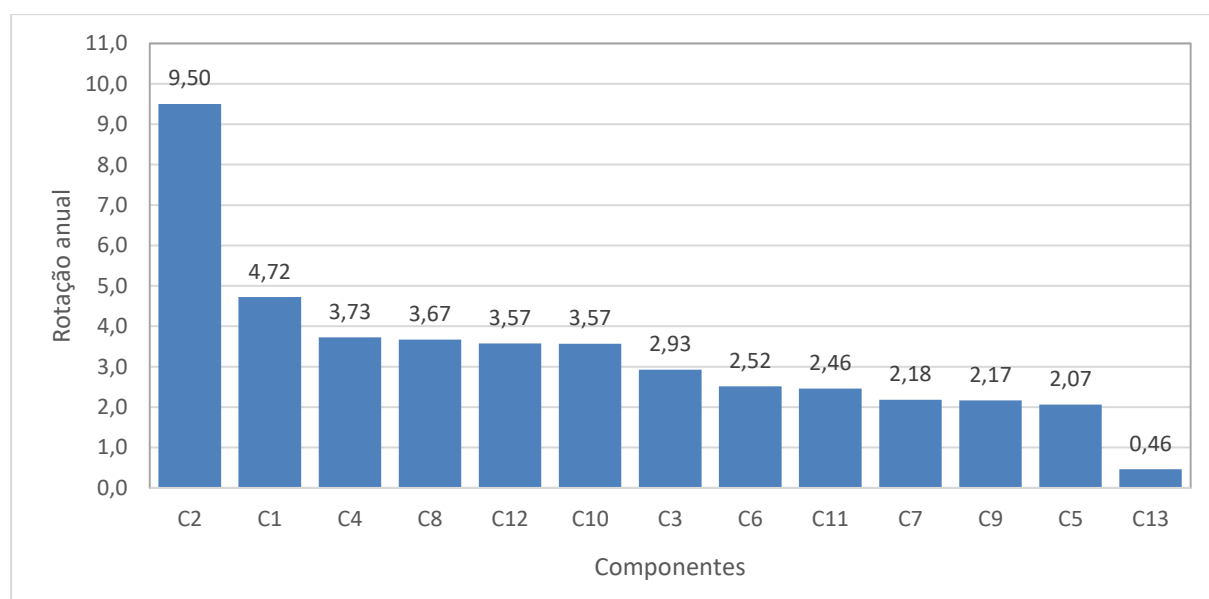


Figura 17: Análise da rotação dos componentes da objetiva ao longo de um ano

4.2.3 Análise da Cobertura de *Stock*

De forma a perceber por quanto tempo o inventário pode sustentar as operações sem necessidade de novas compras, é calculada a cobertura de *stock*, dividindo o *stock* existente no dia 01/01 pelo consumo médio, podendo esta ser usada como um indicador de desempenho pela empresa. A Figura 18 é original da empresa e representa a cobertura de *stock* tendo em conta o consumo, em dias, tanto dos anos anteriores como do último ano fiscal (2024), que tem início em abril de 2023 e termina em março de 2024. Está demonstrado ainda o valor do *stock* médio, em milhões, para cada período exibido.

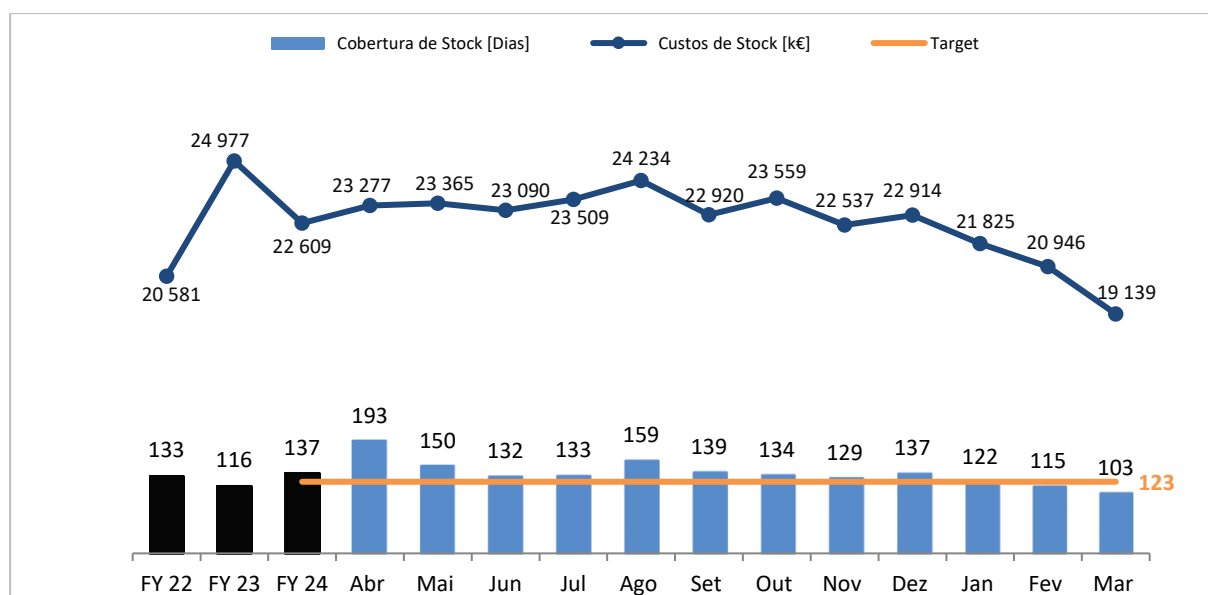


Figura 18: Cobertura de stock total

A empresa definiu um *target* de 123 dias para todos os componentes em *stock* e para o correspondente ano fiscal, tendo em conta valores do ano anterior. Ou seja, de acordo com a diferença percentual do *budget* definido de ano para ano, o *target* varia na mesma proporção. Assim, tendo em conta este dado como referência, foi calculada a cobertura de *stock* anual efetiva, em dias, para os materiais em estudo. O cálculo foi realizado com base no consumo dos componentes em 2023 e no *stock* no início do ano de 2023 ou aquando da primeira entrada de material, caso o *stock* se encontrasse a zero na data definida. A Figura 19 apresenta, deste modo, a cobertura de *stock*, em dias, de cada componente, bem como o respetivo valor de *stock* médio anual em milhares de euros, sendo que, apenas os componentes C1, C2, C4, C5 e C8 respeitam o objetivo definido pela empresa.

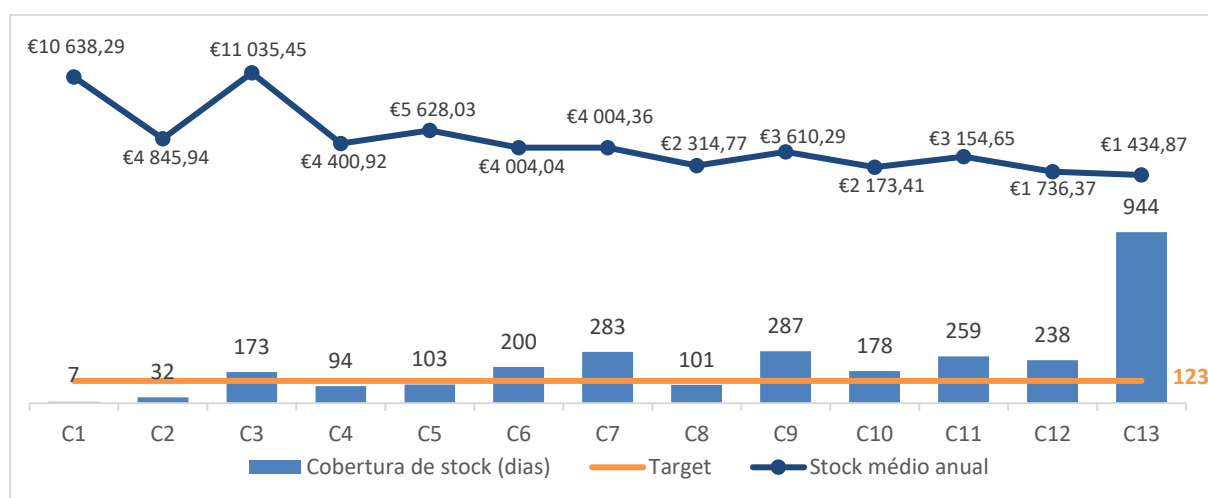


Figura 19: Cobertura de stock dos componentes das peças exclusivas (2023)

É possível constatar que, em comparação com a rotação, os quatro componentes mais representativos dessa análise (C1, C2, C4 e C8) correspondem aos componentes com menores coberturas de *stock*. No entanto, o componente C13 apresenta a maior cobertura de *stock* e a rotação mais reduzida, quando comparada com os restantes. Ou seja, uma grande quantidade de *stock* deste componente permanece em armazém e não se substitui com frequência.

Relativamente a 2024, a cobertura de *stock* foi realizada com base no plano de produção, ou seja, em vez de ter em conta os consumos reais, neste cenário é tido em consideração a procura. A Figura 20 apresenta esta análise e tem em conta o inventário existente no dia 01/01/2024 e uma procura de 2615 objetivas/ano. É de referir também que o *target* da empresa para este indicador se mantém em 123 dias para o ano em questão.

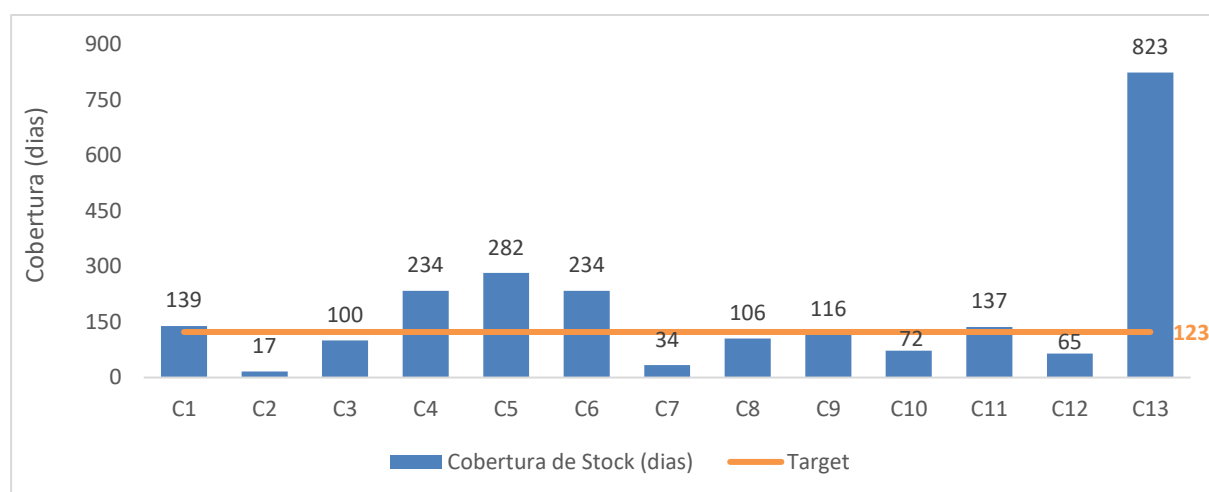


Figura 20: Cobertura de stock dos componentes (2024)

Ao refletir sobre a Figura 20 e comparando-a com a Figura 19 é evidente que existem algumas mudanças significativas nas coberturas de *stock*, nomeadamente nos componentes, C1, C5 e C4 que em 2023 encontravam-se abaixo do *target* e o mesmo não acontece nesta análise.

4.2.4 Variação do Inventário

As variações dos níveis de *stock* são importantes para identificar possíveis padrões sazonais, flutuações na procura e perceber se existem desafios na gestão de inventário. Assim, primeiramente verificou-se quais os prazos de entrega de todos os componentes e o respetivo tempo de processamento de entrada das mercadorias, de modo a esclarecer quanto tempo demora desde a confirmação de uma encomenda até a mesma se encontrar pronta para ser utilizada.

Para além disto, estão também na Tabela 3 os dados relativos à *Minimum Order Quantity* (MOQ) que é a quantidade mínima que cada fornecedor exige que seja requisitada na concretização de uma encomenda. Existe apenas a exceção do componente C2, onde é imposto um lote fixo de 750 unidades.

Tabela 3: Dados de aprovisionamento para os componentes em estudo

Componentes	Designação	Prazo de Entrega (dias)	Tempo de Processamento (dias)	Tempo total (dias)	MOQ (unidades)
421-056.150-015	C1	60	15	75	750
421-056.112-005A	C2	60	15	75	750 (lote fixo)
438-310.000-020	C3	90	25	115	2 500
421-056.123-010	C4	105	20	125	720
421-056.122-010	C5	105	20	125	1 000
421-056.112-008	C6	45	15	60	750
890-707.000-055	C7	90	2	92	6 750
421-056.121-010	C8	105	20	125	720
421-056.118-020	C9	50	15	65	750
421-056.110-002A	C10	45	15	60	750
421-056.118-021	C11	45	15	60	750
421-056.115-002A	C12	45	15	60	750
438-228.233-031	C13	7	3	10	30 000

As variações individuais ao longo de todo o ano de cada componente encontram-se no Apêndice 4 com as respetivas entradas e saídas de material. Adicionalmente, para comparar a estabilidade do *stock* dos diferentes componentes ao longo do ano foi calculado o coeficiente de variação para cada um com base na média mensal do *stock balance* ao longo do ano de 2023, estando esses valores apresentados da Tabela 4.

Tabela 4: Coeficiente de variação do stock para os componentes em estudo

Referência	Designação	Coeficiente de Variação	Média
421-056.150-015	C1	0,40	0,46
421-056.112-005A	C2	1,07	
438-310.000-020	C3	0,19	
421-056.123-010	C4	0,48	
421-056.122-010	C5	0,41	
421-056.112-008	C6	0,27	
890-707.000-055	C7	0,35	
421-056.121-010	C8	0,23	
421-056.118-020	C9	0,37	
421-056.110-002A	C10	1,01	
421-056.118-021	C11	0,39	
421-056.115-002A	C12	0,70	
438-228.233-031	C13	0,14	

Os componentes com coeficiente de variação mais elevado são aqueles cujos valores de *stock* estão mais dispersos em relação à média e, por isso, apresentam maior variabilidade ao longo do ano.

De forma a melhor perceber estas variações de *stock* ao longo do ano, estão representadas graficamente na Figura 21, Figura 22 e Figura 23 essas mesmas oscilações. Verifica-se que os materiais C3 e C13 (Figura 21) apresentam um nível de *stock* exponencialmente superior aos restantes inventários, no entanto, são aqueles que sofrem menos variações ao longo do ano. A Figura 22 representa os componentes cujo CV é mais elevado e está acima do valor médio para o conjunto dos componentes. A Figura 23, comparativamente, ilustra aqueles componentes com oscilações mais equilibradas e CV abaixo da média calculada na Tabela 4. O nível de *stock*, quando comparado com o nível de utilização é, aproximadamente, 20 vezes superior, o que indica um volume de materiais em inventário bastante maior que o necessário para corresponder aos consumos.

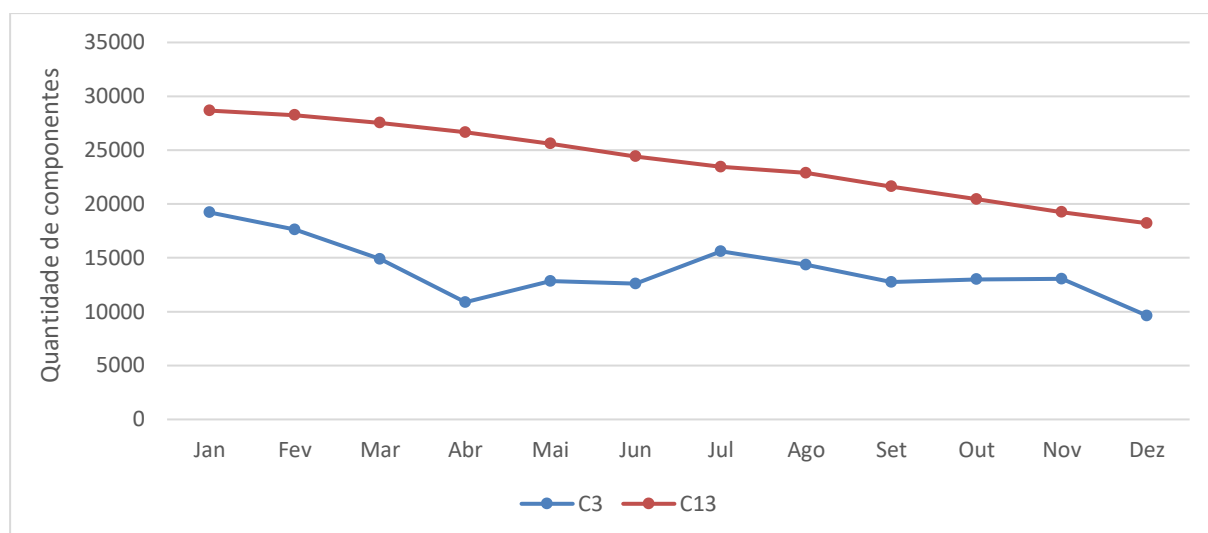


Figura 21: Variação mensal dos níveis de stock (C3 e C13)

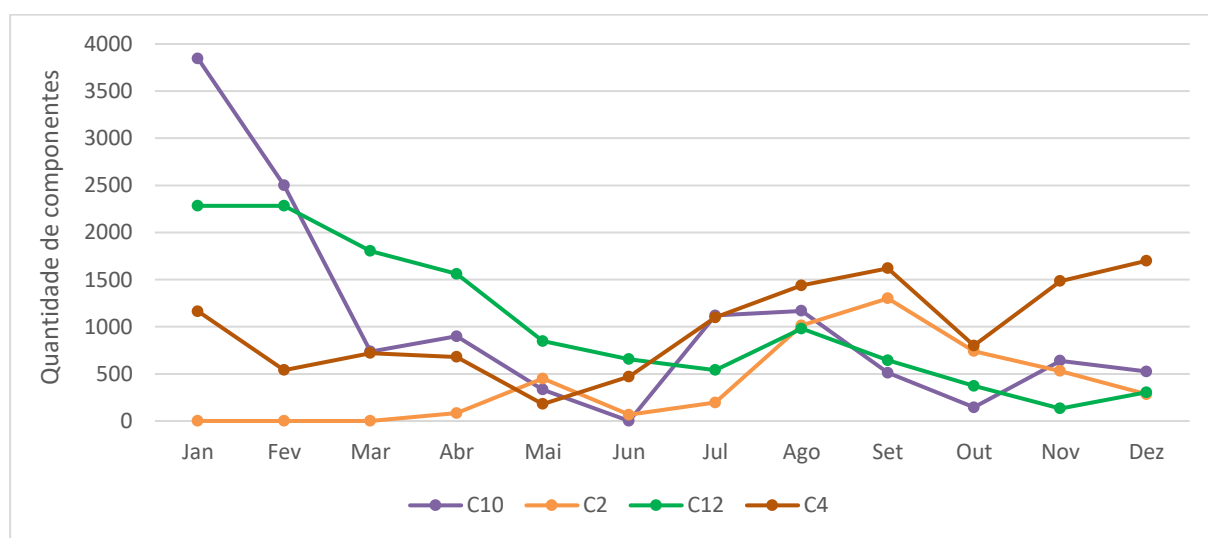


Figura 22: Variação mensal dos níveis de stock (C2, C4, C10 e C12)

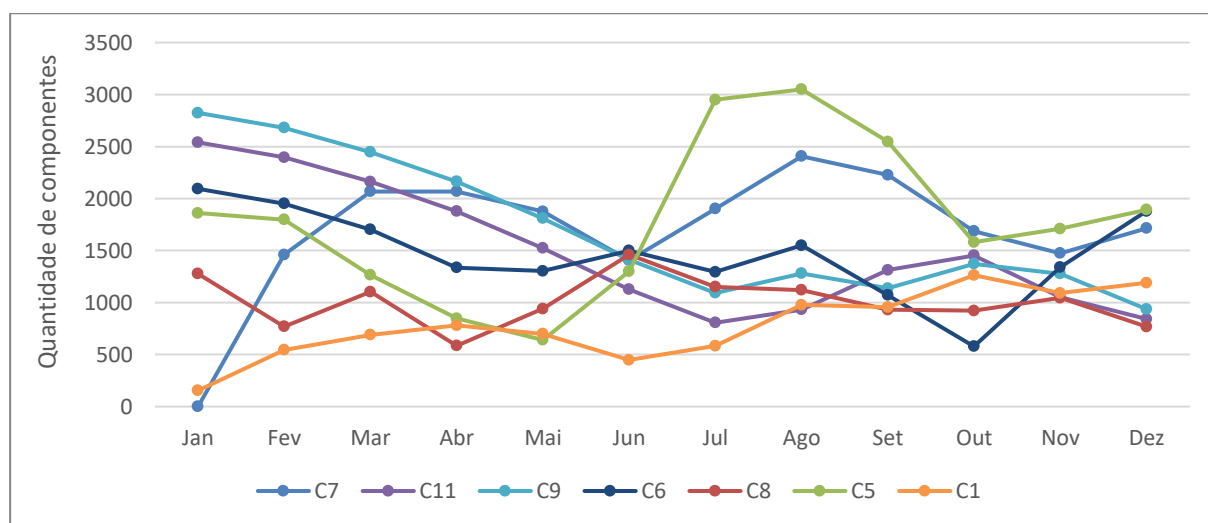


Figura 23: Variação mensal dos níveis de stock (C1, C5, C6, C7, C8, C9 e C11)

4.2.5 Análise ABC/XYZ

A análise XYZ visa proporcionar uma avaliação sobre a variabilidade da procura e classifica os materiais de acordo com critérios definidos para a variação do consumo. Assim, foi realizada esta análise para todos as referências pertencentes à objetiva em estudo, de modo a obter uma perceção o mais ampla possível para posteriormente proceder à classificação de cada uma, nomeadamente dos 13 componentes exclusivos em análise. Como descrito no Capítulo 2, a classificação das matérias como X, Y ou Z depende de um conjunto de fatores, nomeadamente do contexto empresarial de cada organização, no entanto, os valores mais comumente utilizados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Classificação XYZ comum

Coeficiente de Variação	Classificação
[0; 0,5[	X
[0,5; 1[	Y
[1; ∞ [	Z

Contudo, ao articular com LCW foi percebido que na Alemanha as categorias estão divididas de acordo com os valores da Tabela 6.

Tabela 6: Classificação XYZ - LCW

Coeficiente de Variação	Classificação
[0; 0,7[	X
[0,7; 1,5[	Y
[1,5; ∞ [	Z

É de referir que a análise não foi realizada tendo em conta a procura da objetiva, mas sim, de acordo com os consumos individuais de cada componente, uma vez que a procura tinha grande variabilidade e as análises realizadas ao longo da dissertação têm em conta o histórico de 2023. Os consumos individuais incluem movimentos como, consumos para ordem de fabrico, envios para a Alemanha ou para subcontratados, devoluções, correções e sucatas. Tendo isto em consideração, foram efetuados testes para ambos os intervalos de valores e, dado as especificidades dos materiais, os seus consumos e comportamento e a indústria em que se inserem, a indicação da empresa foi de que faria mais sentido optar pelos valores utilizados na Alemanha para a classificação dos materiais em Portugal, neste projeto. Assim sendo, para o caso de estudo em questão, 64% do total de componentes foram classificados como X, 22% como Y e 14% como Z.

Foi adicionalmente realizada a análise ABC (Figura 24) para todos os componentes de compra da objetiva (85 materiais) de modo a perceber onde se posicionam as 13 referências num contexto de todas as peças de compra.

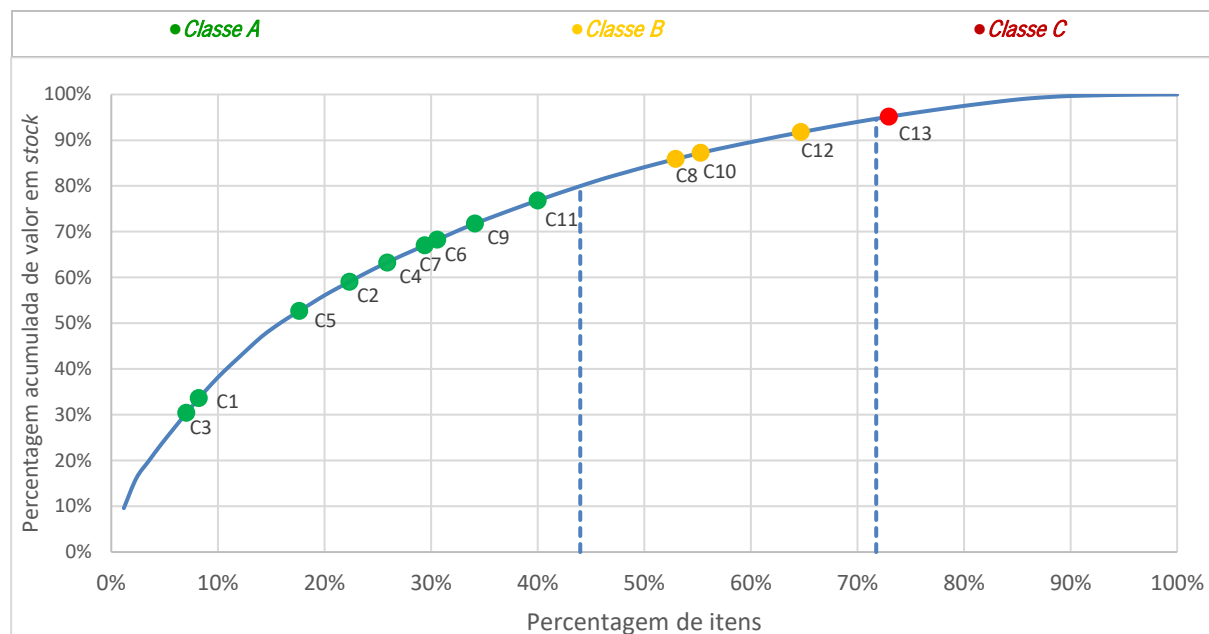


Figura 24: ABC - Valor do stock médio anual (todas as peças de compra)

É visível que os 6 componentes classificados como A na primeira análise continuam na mesma classe e, nesta avaliação os componentes C9 e C11 também se integram nesta classificação. É de ressaltar que os componentes A representam 44% dos itens, sendo esta uma grande parte do total. Nesta apreciação global foi adicionalmente verificado que a percentagem de itens B e itens C representam exatamente a mesma porção de 28%, e aqui, o componente C12 passa a ser considerado B.

Na Tabela 7 está representada a matriz ABC/XYZ onde estão evidenciados os 13 componentes, alocados às categorias XYZ correspondentes, tendo em conta as condições descritas, e ainda a análise ABC do valor médio em *stock* do referente ano (Figura 24).

Analisando a Tabela 7, verifica-se que os 13 componentes estudados se enquadram em quatro categorias distintas: AX, AY, BY e CX. Os componentes AX são de alto valor e possuem consumo estável e previsível, enquanto os AY, apesar de também serem de alto valor, apresentam um consumo mais variável. A categoria BY inclui componentes de valor médio e consumo variável, e o CX é um componente de baixo valor, mas com consumo regular.

Tabela 7: Matriz ABC/XYZ - Leica

	A	B	C
X	438-310.000-020 (C3)		
	421-056.112-008 (C6)		
	421-056.118-020 (9)		438-228.233-031 (C13)
	421-056.118-021 (C11)		
	421-056.150-015 (C1)		
Y	421-056.122-010 (C5)	421-056.115-002 (C12)	
	421-056.112-005 (C2)	421-056.121-010 (C8)	
	421-056.123-010 (C4)	421-056.110-002 (C10)	
	890-707.000-055 (C7)		
Z			

4.3 Análise da Procura

Como referido anteriormente, as encomendas dos materiais de compra são geradas através da explosão da BOM no SAP. A procura de cada material é definida pelo plano da produção e não exatamente pelos pedidos do cliente (LCW) pois, como descrito anteriormente, estes são analisados pelo planeador que confirma ou não os mesmos.

Apesar do MRP ter em consideração o *stock* existente, e o período no qual deverá ser efetuada a encomenda, tendo em conta o prazo de entrega de cada componente, a empresa não apresenta uma política de gestão de *stock* robusta. Desta forma, podem existir algumas limitações, nomeadamente na previsão da procura e, dado que o MRP depende da procura, em ambientes onde esta apresenta flutuações significativas, torna-se mais difícil para o MRP lidar com essa variabilidade e efetuar um ajuste dinâmico quando as previsões já estão confirmadas por LCP. A Leica é um claro exemplo de uma empresa que lida com procuras irregulares como é possível de verificar pela Figura 25, que representa a flutuação do plano/procura ao longo do ano de 2023.

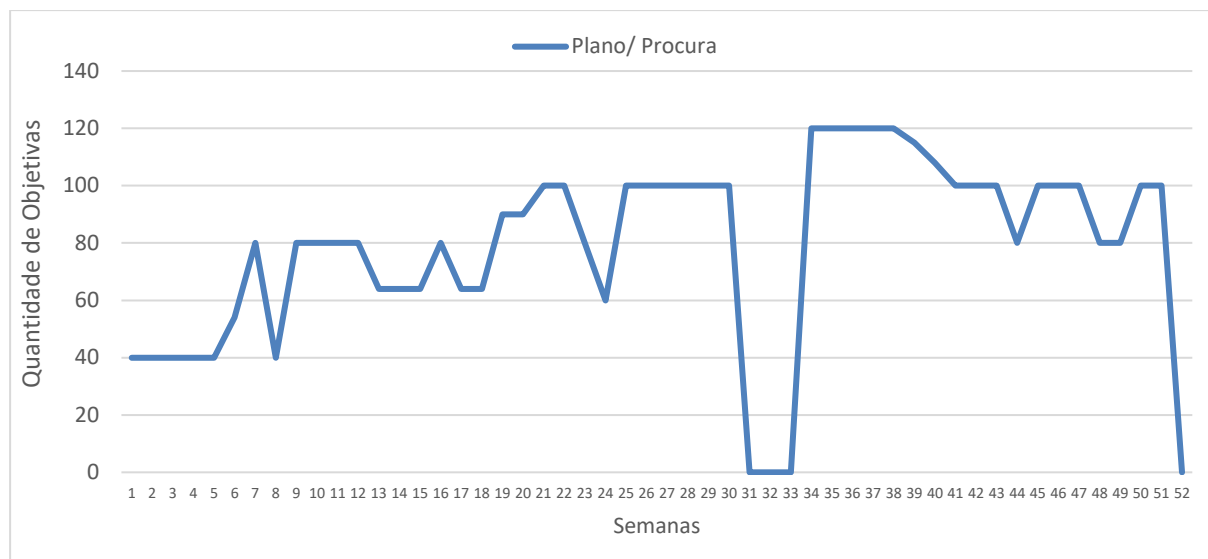


Figura 25: Plano de Produção semanal no ano de 2023

Para além disto, o foco de um MRP é garantir que a produção tem os materiais e componentes disponíveis quando requeridos e não necessariamente otimizar os níveis de *stock* da empresa.

No caso específico da empresa em estudo, a Alemanha coloca as suas encomendas com aproximadamente um ano de antecedência e o MRP coloca as necessidades dos materiais consoante o plano das mesmas, existindo, por norma, um horizonte fixo de 12 semanas em que a Leica alemã não deverá fazer alterações.

No entanto, dado os prazos de entrega elevados de muitos componentes de compra, o pedido das mercadorias é feito com base em previsões longínquas, que são muitas vezes alteradas ao longo do ano, podendo causar excesso ou falta de *stock*. Para evitar ao máximo que isto aconteça os planeadores tendem a manter-se constantemente atentos ao MRP numa tentativa de tentar adiar ou antecipar encomendas, realizadas anteriormente, para evitar problemas de inventário dado as mudanças das previsões de LCW e respetivo ajuste do plano. Relativamente ao produto analisado, foi possível obter dados do ano anterior, e verificou-se que na semana 1 de 2023 o plano apontava para uma necessidade anual de 4 151 objetivas, sendo que, ao longo do tempo, essa perspetiva foi-se alterando, acabando por totalizar um plano efetivo de 4 077 unidades. Estas mudanças devem-se maioritariamente a alterações por parte da Alemanha ou imprevistos na produção em Portugal. A Figura 26 representa os reajustes feitos ao plano mesmo após o mesmo estar estabelecido com as previsões confirmadas e ajustadas para o horizonte de 12 semanas.

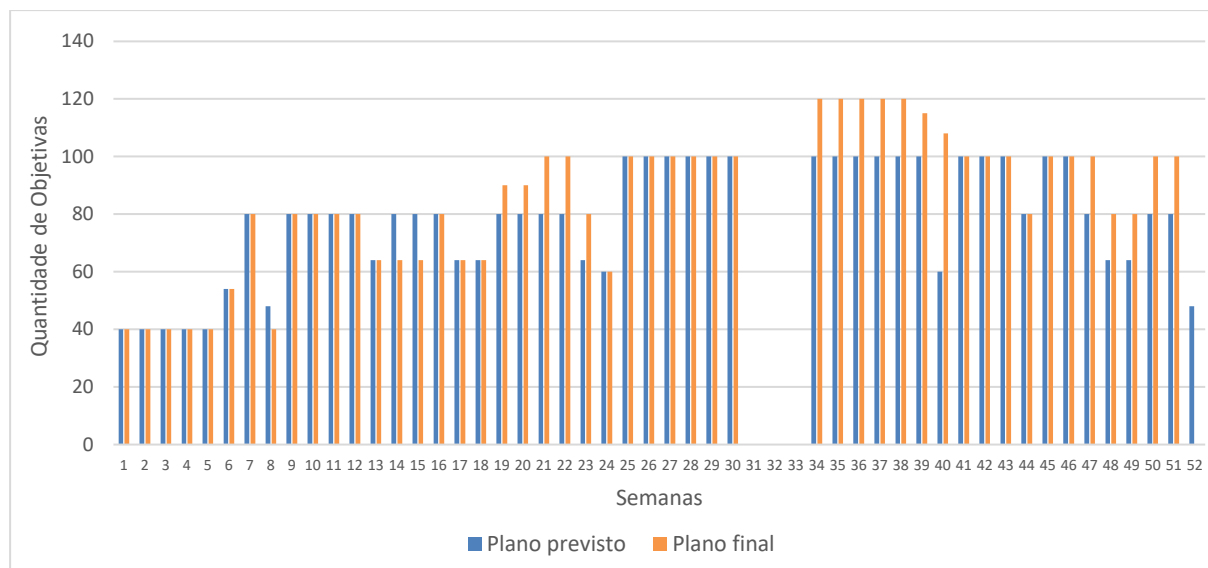


Figura 26: Alterações do plano de produção com base no horizonte fixo de 12 semanas.

Ademais, as quantidades encomendadas correspondem, por norma, a uma aproximação dos lotes mínimos definidos pelos fornecedores, o que pode não ser adequado para todas as situações. Os *stocks* de segurança também não estão corretamente definidos, não existindo nenhuma regra para determinar o valor dos mesmos. Tendo em conta este cenário e condições, a Leica apresenta grandes variações e dificuldade em dar resposta às quantidades exigidas na semana solicitada.

A Figura 27 mostra o plano de produção da objetiva e é possível identificar tanto as semanas previstas para a conclusão e envio dos produtos quanto as semanas em que as objetivas foram efetivamente enviadas. A análise realizada aos dados de 2023 revelou que, durante esse período, LCP enviou um total de 3693 objetivas M 1.4/50 para o seu cliente (Alemanha), tendo resultado numa carência de 384 unidades de produto que ficaram por enviar para a Alemanha, não correspondendo, à produção planeada.

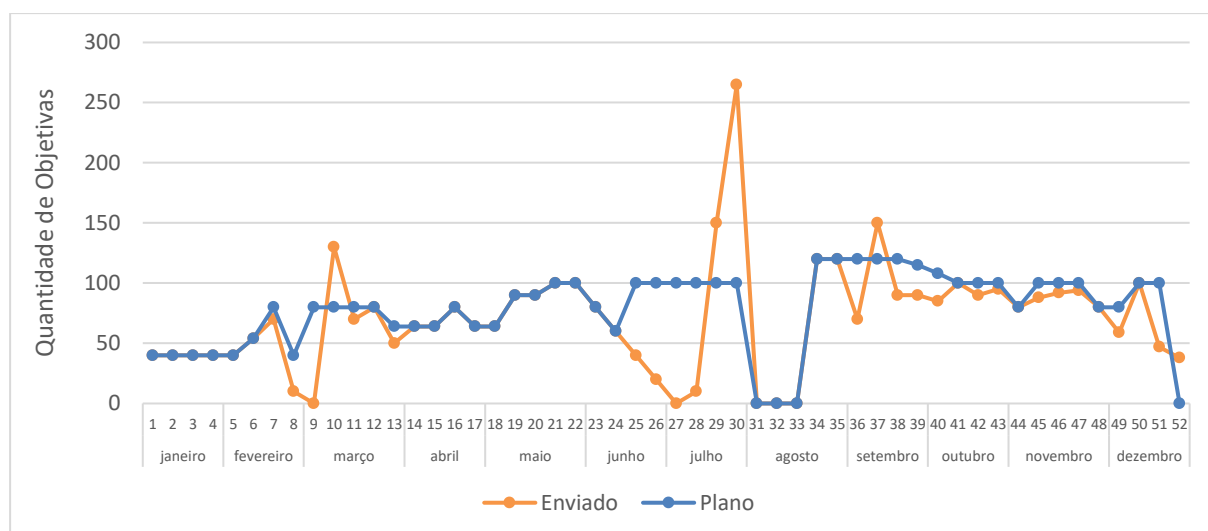


Figura 27: Comparação entre o plano de produção e as metas enviadas (2023)

Em 2024, de forma a dar resposta aos atrasos das encomendas em 2023, LCP começou o ano aumentando a *takt* da sua produção, como ilustrado na Figura 28, e depois estabilizou mais o seu plano, sendo possível observar neste gráfico comparativo, que o plano de produção, tanto em 2023 como em 2024 são semelhantes. Apesar de visível um comportamento semelhante, é também observável que 2024 apresenta vendas inferiores, totalizando um plano com menos 299 objetivos até à semana 26, face a 2023.

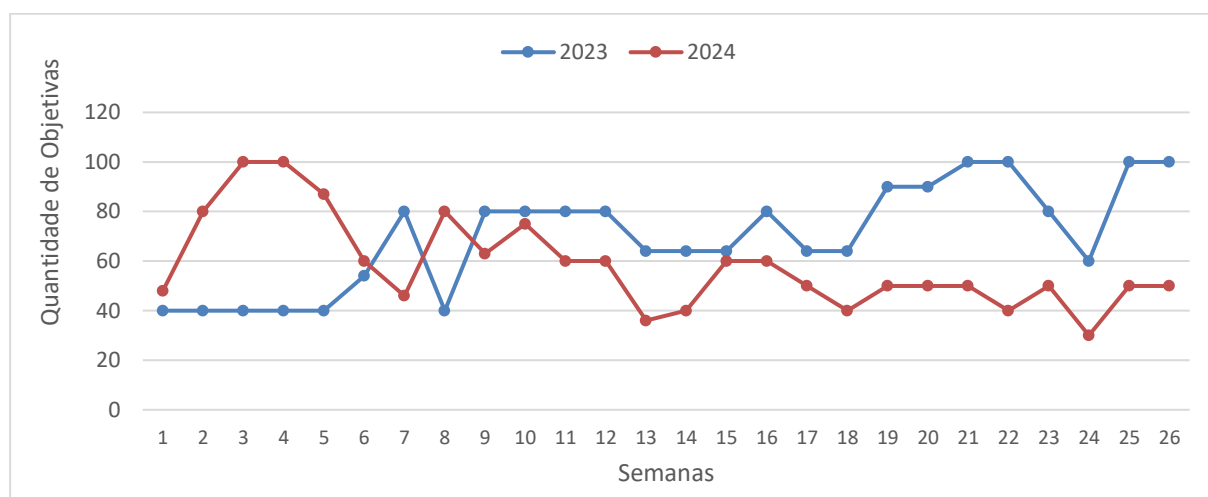


Figura 28: Comparação do plano de produção de 2023 versus 2024

5. ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DAS POLÍTICAS DE GESTÃO DE *STOCK*

Após a análise e diagnóstico da situação atual, o presente capítulo passa por estudar as políticas de gestão de *stock* para a objetiva em estudo. Apresentam-se os resultados de simulação das políticas de gestão de *stocks* com base no modelo de revisão contínua e no modelo de revisão periódica, sendo os resultados obtidos comparados com os valores reais da Leica no ano de 2023.

5.1 Simulação e Ajuste das Políticas de Gestão de *Stocks*

Tendo em consideração a problemática dos *stocks* elevados da empresa Leica descrita no capítulo anterior, foram elaboradas políticas de gestão de *stock* para cada um dos 13 componentes em estudo. Estas políticas realizaram-se com base nas políticas de ponto de encomenda e ciclo de encomenda descritas na revisão da literatura e para os dados de 2023.

Apesar da utilização da procura como base na conceção destas políticas ser a regra, tendo em conta que os materiais utilizados são de compra e vão posteriormente ser utilizados para a fabricação do produto final, a empresa Leica tem a particularidade de fazer o plano de produção e comunicá-lo à casa mãe, e por esta proximidade, a compra dos produtos não é definida tendo em conta as necessidades iniciais da Alemanha, mas sim o plano elaborado por LCP. Por este motivo, o plano de produção assumiu o papel da procura nos modelos estocásticos realizados.

Primeiramente, foram parametrizados os níveis de serviço, e admitiu-se que estes seriam iguais aos que a Alemanha considerou, por representar a referência mais próxima da realidade de LCP. Com os níveis de serviço definidos a partir dos dados da Alemanha, foi determinado o fator de segurança (Z) e, posteriormente, calculado o custo de rutura com base nesses mesmos níveis de serviço. O custo de encomenda foi facultado pela empresa que atribuiu um valor médio de 100 € por encomenda e por último, o custo de posse anual foi definido tendo em conta o mercado em que a empresa se insere e os valores de referência usados na literatura (Azzi et al., 2014), chegando-se a uma percentagem de 30% sobre o custo unitário de cada material.

Assim sendo, conforme as equações do Capítulo 2, foram efetuados estudos para cada política de gestão de *stock*, para cada um dos componentes em estudo, que se apresentam na Tabela 8.

Tabela 8: Dados das políticas de gestão de stocks

<i>Material</i>		<i>Classificação</i>	<i>Nível de Serviço</i>	<i>Custo de Posse</i>	<i>Custo de Rutura</i>	<i>Q* (DDLT)</i>	<i>S (DDPP)</i>
421-056.150-015	<i>C1</i>	AX	80%	0,07852	2,6	448	1 843
421-056.112-005A	<i>C2</i>	AY	85%	0,07194	3,31	468	1 493
438-310.000-020	<i>C3</i>	AX	80%	0,00459	0,19	6 131	19 640
421-056.123-010	<i>C4</i>	AY	85%	0,02562	1,98	783	2 376
421-056.122-010	<i>C5</i>	AY	85%	0,01817	1,67	930	2 442
421-056.112-008	<i>C6</i>	AX	80%	0,01575	1,16	999	2 355
890-707.000-055	<i>C7</i>	AY	85%	0,01366	1,44	1 072	2 251
421-056.121-010	<i>C8</i>	BY	87%	0,01327	1,64	1 088	2 503
421-056.118-020	<i>C9</i>	AX	80%	0,01223	1,02	1 133	2 357
421-056.110-002A	<i>C10</i>	BY	87%	0,01212	1,57	1 139	2 580
421-056.118-021	<i>C11</i>	AX	80%	0,01212	1,02	1 139	2 269
421-056.115-002A	<i>C12</i>	BY	87%	0,00969	1,4	1 273	2 671
438-228.233-031	<i>C13</i>	CX	85%	0,00035	0,13	11 659	12 606

Após obter todos os dados necessários para a parametrização das políticas de gestão de *stock*, estas foram simuladas para o ano de 2023 com suporte ao Microsoft Excel. No modelo estão inseridas as entradas de material, dependendo da política em teste, e as saídas/ consumos reais que ocorreram durante esse ano para cada material.

Estes consumos incluem saídas para ordens de produção, remessas de mercadoria para subcontratados, envios para a Alemanha, retificações, sucatas e devoluções de mercadoria a fornecedores. Assim, através deste processo, foi calculado o *stock balance* ao longo do ano para cada material, permitindo avaliar as políticas testadas em comparação com o *stock balance* real da empresa, determinado de modo semelhante, com base nas entradas e saídas reais de material.

Na Tabela 9 estão os resultados da média semanal do *stock balance* das políticas testadas (modelo de revisão contínua e modelo de revisão periódica), bem como a comparação com a realidade da empresa no respetivo ano.

Os números a vermelho representam os casos em que, com a aplicação do modelo testado, previa-se a ocorrência de ruturas de *stock* no decorrer do ano e, dado que durante esse tempo a empresa Leica nunca apresentou ruturas de *stock*, esses casos foram considerados como inválidos. Os números a verde correspondem às políticas nas quais, não só não ocorrem quebras, mas a média de *stock balance* foi inferior à média dos valores reais da empresa, e deste modo, refletem um melhor resultado. Os valores a preto são aqueles em que não acontecem ruturas, mas a média de *stock balance* da Leica é inferior. É importante referir que para a construção e estudo das políticas não foram tidas em consideração as MOQ dos materiais definidas pela empresa, de forma a posteriormente ser realizada uma análise comparativa e entender se as mesmas estariam ou não bem definidas ou se seria benéfico uma alteração.

Tabela 9: Comparação entre as médias do *stock balance*

<i>Material</i>	<i>Classificação</i>		<i>Média Stock Balance (modelo de revisão contínua) 2023</i>	<i>Média Stock Balance (modelo de revisão periódica) 2023</i>	<i>Média Stock Balance 2023 (Leica)</i>
421-056.150-015	C1	AX	-875	2 310	788
421-056.112-005A	C2	AY	88	978	397
438-310.000-020	C3	AX	5 797	11 750	13 862
421-056.123-010	C4	AY	-794	974	988
421-056.122-010	C5	AY	-524	602	1 777
421-056.112-008	C6	AX	1 195	1 281	1 467
890-707.000-055	C7	AY	906	1 299	1 710
421-056.121-010	C8	BY	723	1 339	1 010
421-056.118-020	C9	AX	1 546	1 565	1 703
421-056.110-002A	C10	BY	-28	1 062	1 009
421-056.118-021	C11	AX	1 345	1 390	1 496
421-056.115-002A	C12	BY	1 064	1 250	1 026
438-228.233-031	C13	CX	23 905	23 905	23 905

É evidente que ambos os modelos têm mais facilidade em obter resultados viáveis quando os materiais são classificados como X devido aos seus consumos constantes e previsíveis. Quando estes se tornam mais variáveis, tendem a ocorrer ruturas ou médias de *stock balance* maiores para suportar essas oscilações.

É de referir que o componente C13 não apresenta variações nos resultados pelo facto de nenhuma política de gestão de *stock* implicar a realização de encomendas durante o ano de 2023, dado o elevado *stock* deste componente em inventário. De facto, a Leica também não realizou encomendas para esse material durante o mesmo período, resultando, assim, em resultados concordantes com os modelos.

Os quatro componentes (C4, C5, C8, C10) em que nenhuma das políticas é válida devido à existência de ruturas, são justificáveis dado que, por exemplo, no caso do componente C10, existe uma sucata incomum de 3845 materiais para a qual os modelos estocásticos apresentados não conseguem dar resposta, uma vez que se baseiam apenas no consumo efetivo dos componentes. Ao testar as políticas de gestão de *stock* para um cenário em que os consumos considerados fossem apenas os das saídas para ordem de produção, o componente C10 já não teria quebras de *stock*, resultados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Comparação entre as médias do stock balance - Componente C10

<i>Material</i>		<i>Média Stock Balance (modelo de revisão contínua) 2023</i>	<i>Média Stock Balance (modelo de revisão periódica) 2023</i>
421-056.110-002A	<i>C10</i>	2 032	2 093

Relativamente aos restantes 3 componentes, estes representam lentes da objetiva, representando uma grande quantidade de refugo ao longo do processo na secção ótica, nomeadamente durante o revestimento. Por este motivo, a empresa envia lentes para as ordens de produção, além do que o plano previa para conseguir lidar com estas perdas (refugo). Outro fator tido em consideração, aquando da realização dos ensaios, foi o custo de cada política (modelo de revisão contínua e modelo de revisão periódica), de forma a perceber o impacto das mesmas se fossem aplicadas.

Na Tabela 11 está apresentado o custo anual de cada uma das políticas e a comparação com o custo que a empresa suportou no ano de 2023. Verifica-se que praticamente para todos os componentes, ambos os modelos de gestão de stock são, do ponto de vista monetário, melhores opções que a estratégia utilizada pela empresa de momento. Quando se analisam os custos é perceptível que, mesmo com um inventário superior, os custos das políticas testadas são menores e, por isso, mais vantajosas.

Tabela 11: Comparação entre o custo anual

Material		Custo Anual (modelo de revisão contínua) 2023	Custo Anual (modelo de revisão periódica) 2023	Custo Anual 2023 (Leica)
421-056.150-015	C1	3 043,07 €	3 093,44 €	3 718,35 €
421-056.112-005A	C2	2 429,30 €	2 529,20 €	1 984,60 €
438-310.000-020	C3	1 783,24 €	1 835,36 €	4 108,50 €
421-056.123-010	C4	1 360,35 €	1 405,36 €	2 016,03 €
421-056.122-010	C5	1 146,28 €	1 175,91 €	2 579,29 €
421-056.112-008	C6	1 127,56 €	1 140,60 €	1 601,63 €
890-707.000-055	C7	831,82 €	884,03 €	1 314,44 €
421-056.121-010	C8	854,10 €	900,70 €	1 296,88 €
421-056.118-020	C9	853,58 €	872,91 €	1 383,23 €
421-056.110-002A	C10	1 061,94 €	1 075,42 €	1 135,75 €
421-056.118-021	C11	820,91 €	844,17 €	1 242,41 €
421-056.115-002A	C12	747,37 €	776,43 €	817,25 €
438-228.233-031	C13	211,66 €	222,68 €	430,33 €
Total		16 271,18 €	16 756,21 €	23 628, 69 €

No caso do componente C2, apesar de apresentar uma política de revisão periódica válida, ou seja, em que se conseguiu dar resposta aos consumos sem existirem ruturas de *stock*, o sistema utilizado pela empresa oferece melhores resultados tanto a nível de quantidades em inventário como a nível monetário. Tendo em conta todos os resultados apresentados no Capítulo 5, as políticas que apresentaram uma melhor resposta para cada material tendo em conta a não existência de ruturas estão apresentadas na Tabela 12.

Comparando os modelos de revisão de *stock* simulados com os dados reais da Leica, verifica-se uma melhoria de 33% no custo total, passando de 15 752 € nos dados da Leica para 10 583,64 € com as políticas propostas. Apesar de alguns componentes apresentarem um *stock balance* superior ao da Leica, como o caso do C1 (2 310 unidades no modelo versus 788 na Leica), os seus custos são significativamente mais baixos. No geral, os modelos de revisão resultaram em custos menores, mesmo com uma diferença no *stock balance* total pouco acentuada (46 053 unidades nos modelos simulados e 46 966 na Leica).

Tabela 12: Comparação dos custos e stock balance baseados nos modelos de revisão propostos, com os dados reais da Leica em 2023

<i>Material</i>		<i>Modelo de Revisão</i>	<i>Custo</i>	<i>Stock Balance</i>	<i>Custo (Leica)</i>	<i>Stock Balance (Leica)</i>
421-056.150-015	<i>C1</i>	Periódica	3 093,44 €	2310	3 718,35 €	788
438-310.000-020	<i>C3</i>	Periódica	1 835,36 €	11750	4 108,50 €	13 862
421-056.112-008	<i>C6</i>	Contínua	1 127,56 €	1195	1 601,63 €	1 467
890-707.000-055	<i>C7</i>	Contínua	831,82 €	906	1 314,44 €	1 710
421-056.118-020	<i>C9</i>	Contínua	853,58 €	1546	1 383,23 €	1 703
421-056.110-002A	<i>C10</i>	<i>Contínua (com base na abela 10)</i>	1 061,94 €	2032	1 135,75 €	1 009
421-056.118-021	<i>C11</i>	Contínua	820,91 €	1345	1 242,41 €	1 496
421-056.115-002A	<i>C12</i>	Contínua	747,37 €	1064	817,25 €	1 026
438-228.233-031	<i>C13</i>	Contínua	211,66 €	23905	430,33 €	23 905
Total			10 583,64 €	46 053	15 752 €	46 966

Em retrospectiva e olhando para as quantidades fixas de encomenda do modelo de revisão contínua, na Tabela 13, é possível comparar essas quantidades com as MOQ definidas pela Leica e perceber se estão ou não bem definidas.

Tabela 13: Comparação entre quantidade fixa de encomenda e MOQ

<i>Material</i>		<i>Modelo de Revisão</i>	<i>Quantidade ideal Q^*</i>	<i>MOQ</i>
421-056.112-008	<i>C6</i>	Contínua	999	750
890-707.000-055	<i>C7</i>	Contínua	1 072	6 750
421-056.118-020	<i>C9</i>	Contínua	1 133	750
421-056.110-002A	<i>C10</i>	<i>Contínua (com base na tabela 10)</i>	1 139	750
421-056.118-021	<i>C11</i>	Contínua	1 139	750
421-056.115-002A	<i>C12</i>	Contínua	1 273	750
438-228.233-031	<i>C13</i>	Contínua	11 659	30 000

Analisando a Tabela 13, verifica-se que, para quase todos os componentes analisados, a MOQ foi respeitada, e, portanto, está bem definida. Existem, no entanto, as exceções para o C7 e C13 que apresentam uma MOQ muito superior à quantidade ideal de encomenda do modelo. É importante ressaltar que só foram analisados os componentes para os quais se aplica o modelo de revisão contínua, uma vez que os restantes (componentes onde melhor se ajusta o modelo de revisão periódica) apresentam quantidades de encomenda variáveis ao longo do tempo e por isso não é possível comparar.

5.2 Indicadores de Desempenho

De forma a demonstrar a efetividade das políticas de gestão de *stock* sugeridas foram calculados alguns indicadores de desempenho, nomeadamente a cobertura de *stock* para a procura de 2024 com base no *stock* de cada material a 01/01/2024, exceto para aqueles cujo os modelos não apresentaram eficácia (C5, C4 e C8) ou os resultados não beneficiariam a empresa (C2). Tendo em conta o modelo de revisão correspondente e seus resultados, a Figura 29 demonstra a cobertura de *stock*.

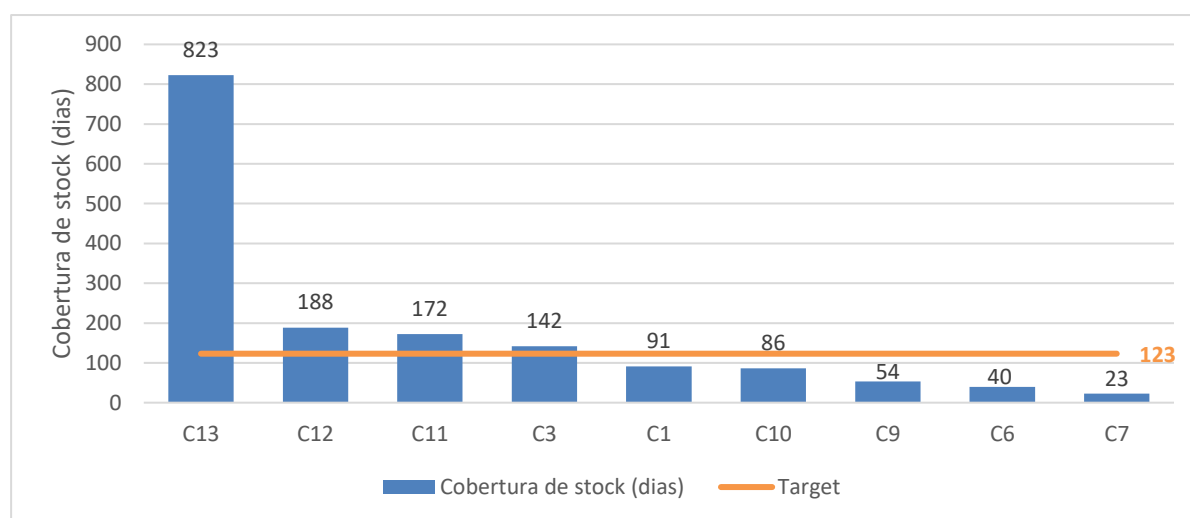


Figura 29: Cobertura de stock para a política de gestão de stocks (2024)

Para melhor compreender e explorar este aspeto foram comparadas diretamente as coberturas de *stock* entre os dois anos e calculada a respetiva média, apresentada na Tabela 14. Os componentes a vermelho representam aqueles que têm uma cobertura de *stock* superior ao objetivo de 123 dias e, apesar de em ambos os casos o número de materiais acima e abaixo do *target* ser o mesmo, quando se utiliza as políticas de gestão de *stock* estudadas a média da cobertura é inferior, o que revela um melhor resultado para a empresa em termos de quantidade de inventário.

Tabela 14: Comparação entre as coberturas de stock

Material		Stock 01/01/2024	Plano mensal 2024	Cobertura em dias – Política Gestão Stocks	Cobertura real da Leica
421-056.150-015	C1	659	218	91	139
438-310.000-020	C3	11 312	2 397	142	100
421-056.112-008	C6	289	218	40	234
890-707.000-055	C7	166	218	23	34
421-056.118-020	C9	389	218	54	116
421-056.110-002A	C10	624	218	86	72
421-056.118-021	C11	1 249	218	172	137
421-056.115-002A	C12	1 369	218	188	65
438-228.233-031	C13	17 943	654	823	823
Média da cobertura				180	191

Outro indicador calculado foi o da taxa de rotação, excluindo os mesmos materiais que não apresentaram políticas vantajosas, e tal como anteriormente, os resultados desta análise correspondem à política de gestão indicada para cada material e ilustrada na Tabela 12. Os resultados da rotação foram mais uma vez comparados com a realidade da Leica em 2023 e a análise está representada na Tabela 15. Foram assinalados a verde e a vermelho os materiais cuja rotação que concerne à política de gestão de *stocks* apresenta um valor superior à realidade da Leica no respetivo ano, ou um valor inferior, respetivamente.

Tabela 15: Comparação entre a rotação

Material		Stock médio (unidades)	Enviado	Rotação - Política de Gestão Stocks	Rotação Real da Leica
421-056.150-015	C1	2 284,48	3693	1,62	4,72
438-310.000-020	C3	11 787,56	40 623	3,45	2,93
421-056.112-008	C6	1 194,34	3 693	3,09	2,52
890-707.000-055	C7	915,78	3 693	4,03	2,18
421-056.118-020	C9	1 552,03	3 693	2,38	2,17
421-056.118-021	C11	1 358,42	3 693	2,72	2,46
421-056.115-002A	C12	1 076,36	3 693	3,43	3,57
438-228.233-031	C13	23 914,48	11 079	0,46	0,46

É, desta forma, perceptível que aplicando os modelos em estudo, a maioria dos materiais aumenta a sua rotação. Isso ilustra uma maior eficiência operacional com produtos a serem vendidos e substituídos mais rapidamente e, conseqüentemente reduz os custos de armazenamento e risco de obsolescência para a empresa.

6. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste capítulo é apresentada uma síntese de todas as conclusões obtidas através da realização deste estudo bem como as limitações e dificuldades encontradas ao longo do mesmo. São ainda dadas sugestões a ter em conta para possíveis trabalhos futuros.

6.1 Principais Conclusões

O objetivo principal desta dissertação foi melhorar a gestão de *stocks* da empresa Leica – Aparelhos Óticos de Precisão S.A., com o intuito de reduzir tanto o inventário quanto os custos associados. Para alcançar esse objetivo, o estudo começou com uma análise detalhada dos materiais exclusivos de uma objetiva considerada representativa dos produtos da empresa, focando especificamente no ano de 2023. Realizaram-se várias análises ABC para identificar os materiais mais e menos importantes, avaliando a rotação, a cobertura de *stock* e a variação de *stock* ao longo do ano, incluindo todas as entradas e saídas de materiais, fornecendo uma visão clara sobre os padrões de consumo e as necessidades de reabastecimento.

Após o entendimento mais profundo sobre como a empresa gere seus *stocks* e efetua as compras de matéria-prima, foram elaborados estudos específicos para 13 componentes exclusivos da objetiva. O objetivo desses testes foi verificar se a aplicação de modelos estocásticos de gestão de *stock*, como o modelo de revisão contínua e o modelo de revisão periódica, seria benéfica para a empresa. Após a realização dos cálculos, observou-se que para 9 dos 13 componentes analisados, os resultados foram positivos e vantajosos. Assim, foi alocada a melhor política de gestão para cada um desses 9 componentes, e os custos relacionados foram calculados.

Concluiu-se que as MOQ da maioria dos materiais estariam bem definidas, dado que essa quantidade mínima por encomenda foi sempre respeitada exceto no componente C7 que apresentava uma MOQ de 6 750 unidades, mas a quantidade ideal do modelo de revisão contínua revelou ser de 1 072 unidades. Relativamente ao componente C13, este apresentava uma MOQ de 30 000 unidades e a quantidade ideal do modelo de revisão contínua revelou ser de 11 659. Estas seriam duas situações a rever e, propor um novo acordo com o fornecedor para melhor o aprovisionamento destes componentes. Nos componentes para as quais o modelo de revisão periódica se demonstrou benéfico, a existência de uma

MOQ é um fator limitativo pelo facto de este tipo de modelo ser caracterizado por alterações constantes no lote de encomenda.

Contudo, a implementação das políticas definidas para os 9 materiais resultou numa redução de 33% dos custos, a qual corresponde a uma diminuição de 5 168 €/ano. Além disso, houve uma diminuição aproximada de 900 unidades no inventário médio. Dado que estes resultados foram obtidos considerando uma amostra de apenas 9 materiais, é plausível esperar que uma aplicação mais ampla de políticas de gestão de *stocks* adequadas poderia levar a reduções de custos ainda mais expressivas e a um impacto substancial para a gestão do aprovisionamento da empresa.

6.2 Limitações

Apesar dos resultados promissores, o estudo enfrentou algumas limitações, sendo a principal dificuldade a impossibilidade de utilizar o *software* GIB *Suite* para realizar os testes, classificar os materiais e aplicar as políticas conforme esperado. Essa limitação deveu-se ao facto de a empresa ainda não ter familiaridade suficiente com o programa, o que dificultou a navegação e a utilização eficaz da ferramenta. Como resultado, todas as análises foram realizadas em Microsoft Excel, e os resultados foram extraídos dessa forma, não sendo possível aplicar as políticas diretamente na empresa.

A falta de um custo de posse definido pela empresa também foi um fator limitativo, tendo-se optado por utilizar uma percentagem fixa do custo unitário do material e que fosse o mais adequada possível, de acordo com a revisão da literatura.

Contudo, o estudo demonstrou claramente que a aplicação de políticas de gestão de *stock* adequadas pode, de facto, reduzir os níveis de *stock* e os custos associados para a Leica. Assim, os objetivos principais deste projeto foram alcançados, fornecendo uma base para futuras implementações de estratégias de gestão de *stock* mais eficientes na empresa.

6.3 Trabalho Futuro

De forma a dar continuidade ao trabalho realizado, como propostas futuras seria fundamental uma compreensão detalhada da funcionalidade da ferramenta GIB para que fosse possível classificar os materiais de acordo com as metodologias ABC e XYZ, definir e ajustar o nível de serviço desejado para cada categoria de material, entre outras possíveis configurações. Com o GIB devidamente parametrizado, o próximo passo seria introduzir as políticas de gestão de *stocks* ideais para cada material baseando-se em análises detalhadas dos padrões de consumo e das características específicas de cada material.

Realizar estes testes para uma amostra mais extensa seria crucial para identificar tendências e padrões que podem ser aplicados a outros materiais na fábrica, aumentando a confiança dos resultados para ser possível expandir as políticas de gestão de *stock* a todos os materiais da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aissaoui, N., Haouari, M., & Hassini, E. (2006). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers and Operations Research*, 34(12), 3516–3540. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.01.016>
- Alejo-Reyes, A., Mendoza, A., & Olivares-Benitez, E. (2021). A heuristic method for the supplier selection and order quantity allocation problem. *Applied Mathematical Modelling*, 90, 1130–1142. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.10.024>
- Al-Rushood, M., Rahbar, F., & Dweiri, F. T. (2020). Benchmarking Key Performance Indicators and Metrics on Inventory Turnaround Practices in Middle East Petroleum Projects. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Azzi, A., Battini, D., Faccio, M., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2014). Inventory holding costs measurement: A multi-case study. *International Journal of Logistics Management*, 25(1), 109–132. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2012-0004>
- Barros, J., Cortez, P., & Carvalho, M. S. (2021). A systematic literature review about dimensioning safety stock under uncertainties and risks in the procurement process. *Operations Research Perspectives*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2021.100192>
- Battini, D., Grassi, A., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2010). Consignment stock inventory policy: Methodological framework and model. *International Journal of Production Research*, 48(7), 2055–2079. <https://doi.org/10.1080/00207540802570669>
- Brun, A., Caniato, F., Caridi, M., Castelli, C., Miragliotta, G., Ronchi, S., Sianesi, A., & Spina, G. (2008). Logistics and supply chain management in luxury fashion retail: Empirical investigation of Italian firms. *International Journal of Production Economics*, 114(2), 554–570. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.02.003>
- Brun, A., & Moretto, A. (2014). Organisation and supply chain for quality control in luxury companies. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 18(2), 206–230. <https://doi.org/10.1108/JFMM-11-2012-0070>
- Buliński, J., Waszkiewicz, C., & Buraczewski, P. (2013). Utilization of ABC/XYZ analysis in stock planning in the enterprise. In *Agricultural and Forest Engineering* (Vol. 61).
- Buzacott, J. A., & Shanthikumar, J. G. (1994). Safety Stock versus Safety Time in MRP Controlled Production Systems. *Management Science*, 40(12), 1678–1689. <https://doi.org/10.1287/mnsc.40.12.1678>

- Caldeira, J. (2012). *100 Indicadores da Gestão - Key Performance Indicators* (1st ed.). Actual Editora.
- Caniato, F., Caridi, M., Castelli, C., & Golini, R. (2011). Supply chain management in the luxury industry: A first classification of companies and their strategies. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 622–633. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.030>
- Carmignani, G., & Zammori, F. (2015). Lean thinking in the luxury-fashion market: Evidences from an extensive industrial project. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 43, 988–1012. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-07-2014-0093>
- Carvalho, J., Guedes, A., Arantes, A., Martins, A., Póvoa, A. P., Luís, C., Dias, E., Dias, J., Menezes, J. C., Ferreira, L. M., Carvalho, M. do S., Oliveira, R., Azevedo, S., & Ramos, T. (2020). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (M. Robalo, Ed.; 3rd ed.). Silabo.
- Cavinato, J. L. (1992). Evolving Procurement Organizations: Logistics Implications. *Journal of Business Logistics*, 13(1). <https://www.proquest.com/scholarly-journals/evolving-procurement-organizations-logistics/docview/212651777/se-2?accountid=39260>
- Chackelson, C., & Errasti, A. (2010). Validation of an expert system for inventory replenishment using case studies. *Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica*.
- Chiarini, A., Found, P., & Rich, N. (2016). *Understanding the Lean Enterprise: Strategies, Methodologies, and Principles for a More Responsive Organization* (1st ed.). Springer Cham. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-19995-5>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management : strategy, planning, and operation* (6th ed.). Pearson.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (4th ed.). Pearson Education. www.pearson-books.comwww.pearson-books.com
- Clevert, D. A., Stickel, M., Jung, E. M., Reiser, M., & Rupp, N. (2007). Cost analysis in interventional radiology-A tool to optimize management costs. *European Journal of Radiology*, 61(1), 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2006.08.011>
- Cunha, A. L., Santos, M. O., Morabito, R., & Barbosa-Póvoa, A. (2018). An integrated approach for production lot sizing and raw material purchasing. *European Journal of Operational Research*, 269(3), 923–938. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.02.042>
- Cyplik, P., & Hadas, L. (2007). *Stock management-a component of production planning model with simultaneous production of spare parts*. <https://doi.org/10.1109/LINDI.2007.4343504>

- Dadaneh, D. Z., Moradi, S., & Alizadeh, B. (2023). Simultaneous planning of purchase orders, production, and inventory management under demand uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109012>
- Engbrethsen, E., & Dauzère-Pérès, S. (2023). Transportation strategies for dynamic lot sizing: single or multiple modes? *International Journal of Production Research*, 61(20), 7064–7084. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2145516>
- Erceg, Ž., Starčević, V., Pamučar, D., Mitrović, G., Stević, Ž., & Žikić, S. (2019). A new model for stock management in order to rationalize costs: ABC-FUCOM-interval rough CoCoSo model. *Symmetry*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/SYM11121527>
- Erro-Garcés, A., & Alfaro-Tanco, J. A. (2020). Action Research as a Meta-Methodology in the Management Field. *International Journal of Qualitative Methods*, 19. <https://doi.org/10.1177/1609406920917489>
- Garofalo, C. (2022). *Analysis of logistics in Fashion & Luxury market*. Institut National des Sciences Appliquées Lyon.
- Gleissner, H., & Femerling, J. C. (2013). *Logistics Basics – Exercises – Case Studies*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01769-3>
- Graves, S. C. (1987). *Safety stocks in manufacturing systems*. <https://www.researchgate.net/publication/37593526>
- Hugos, M. (2024). *Essentials of Supply Chain Management* (J. Wiley, Ed.; 5th ed.). JOHN WILEY & SONS INC.
- Inventory optimization with GIB Controlling* (pp. 1–29). (2021). ifm - business solutions.
- Juman, Z. A. M. S., M'Hallah, R., Lokuhetti, R., & Battaia, O. (2023). A multi-vendor multi-buyer integrated production-inventory model with synchronised unequal-sized batch delivery. *International Journal of Production Research*, 61(2), 462–484. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2009586>
- Kumar, P., Herbert, M., & Rao, S. (2017). Population Based Metaheuristic Algorithm Approach for Analysis of Multi-Item Multi-Period Procurement Lot Sizing Problem. *Advances in Operations Research*. <https://doi.org/10.1155/2017/3601217>
- Luzzini, D., & Ronchi, S. (2010). Purchasing management in the luxury industry: Organization and practices. *Operations Management Research*, 3(1), 7–21. <https://doi.org/10.1007/s12063-009-0024-4>

- Mozota, B. B. (1998). Structuring Strategic Design Management: Michael Porter's Value Chain. *Design Management Journal*, 9(2), 26–31. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7169.1998.tb00201.x>
- Pajić, V., Andrejić, M., & Kilibarda, M. (2021). Evaluation and Selection of KPI in Procurement and Distribution Logistics using swara-qfd approach. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 11(2), 267–279. [https://doi.org/10.7708/ijtte2021.11\(2\).07](https://doi.org/10.7708/ijtte2021.11(2).07)
- Pajić, V., Radivojević, G., & Kilibarda, M. (2021). Influence of KPI of Logistics Processes on Logistics Costs. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 11(4), 613–628. [https://doi.org/10.7708/ijtte2021.11\(4\).09](https://doi.org/10.7708/ijtte2021.11(4).09)
- Pandya, B., & Thakkar, H. (2016). A Review on Inventory Management Control Techniques: ABC-XYZ Analysis. *Journal on Emerging Trends in Modelling and Manufacturing*, 2(3), 82–86. www.restpublisher.com/journals/jemm
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students* (8th ed.). pearson education limited. www.pearson.com/uk
- Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C., & Bergmann, J. (2012). Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: Practical investigation at an industrial company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 445–451. <https://doi.org/10.1108/17410401211212689>
- Shekarabi, S. A. H., Gharaei, A., & Karimi, M. (2019). Modelling and optimal lot-sizing of integrated multi-level multi-wholesaler supply chains under the shortage and limited warehouse space: generalised outer approximation. *International Journal of Systems Science: Operations and Logistics*, 6(3), 237–257. <https://doi.org/10.1080/23302674.2018.1435835>
- Stojanović, M., & Regodić, D. (2017). The Significance of the Integrated Multicriteria ABC-XYZ Method for the Inventory Management Process. *Acta Polytechnica Hungarica*, 14(5), 29–48. <https://doi.org/10.12700/APH.14.5.2017.5.3>
- Susman, G., & Evered, R. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. In *Source: Administrative Science Quarterly* (Vol. 23, Issue 4).
- Telhada, J. (2017). *Modelos Estocásticos de Investigação Operacional*. Apontamentos Pedagógicos. Universidade do Minho.
- Valentini, G., & Zavanella, L. (2003). The consignment stock of inventories: industrial case and performance analysis. *International Journal of Production Economics*, 215–224.

- Vipin, S. (2010, August). Supply Chain Benchmarking Process and Methodology. *The Conference Board*. <https://www.conference-board.org/publications/publicationdetail.cfm?publicationid=1839>
- Wang, L., Abbou, R., & da Cunha, C. (2022). Production Planning and Control for Sustainable Management Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 1968–1973. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.687>
- Yu, Y., Wang, X., Zhong, R. Y., & Huang, G. Q. (2016). E-commerce Logistics in Supply Chain Management: Practice Perspective. *Procedia CIRP*, 52, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.002>
- Zhu, B., Li, Y., & Zhang, F. (2021). A Credibility-Based MPS/MRP Integrated Programming Model Under Complex Uncertainty. *International Journal of Fuzzy Systems*, 23(5), 1414–1430. <https://doi.org/10.1007/s40815-020-01041-2>

APÊNDICES

Apêndice 1 – Ciclo Produtivo

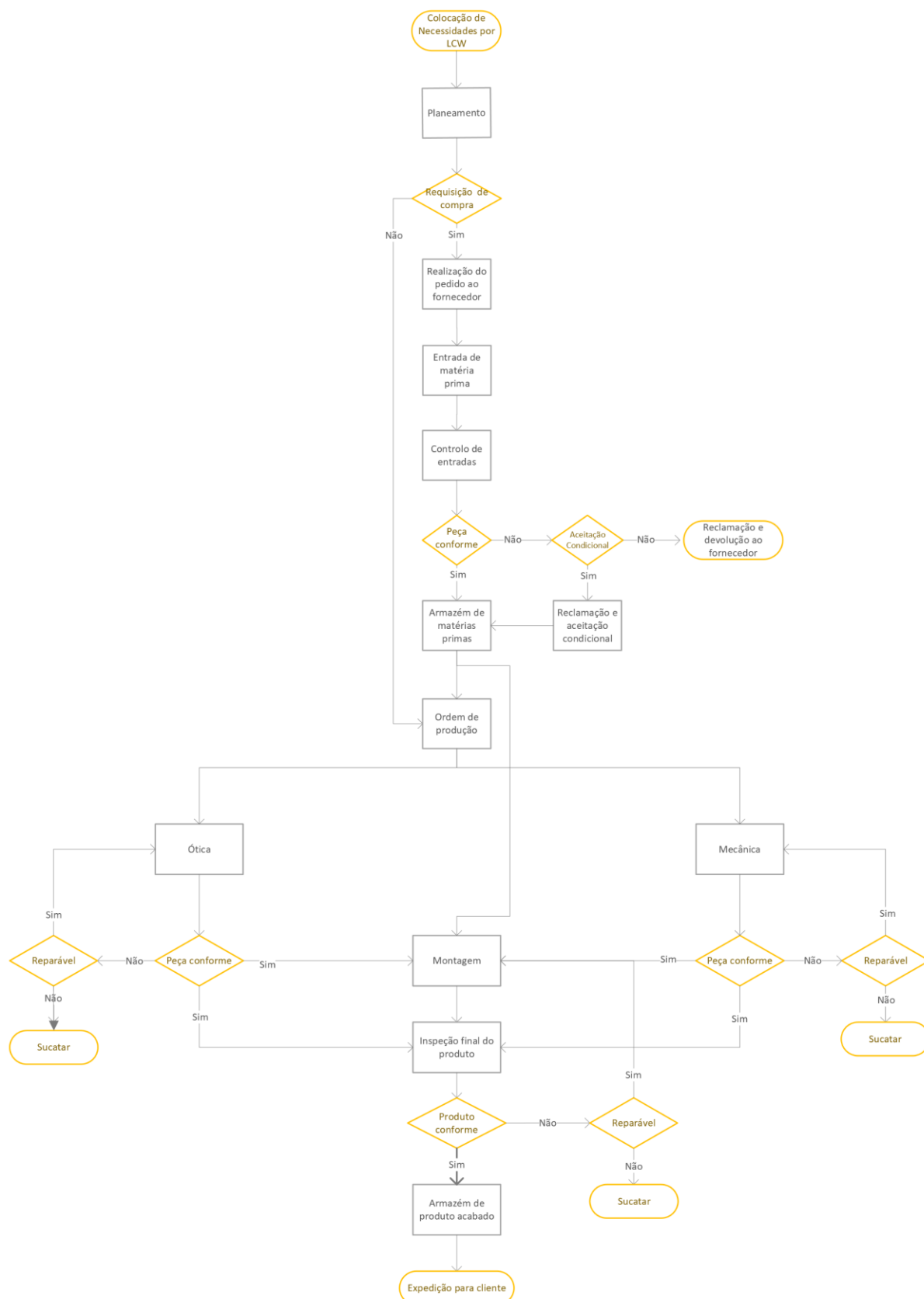


Figura 30: Ciclo Produtivo

Apêndice 2 – VSM

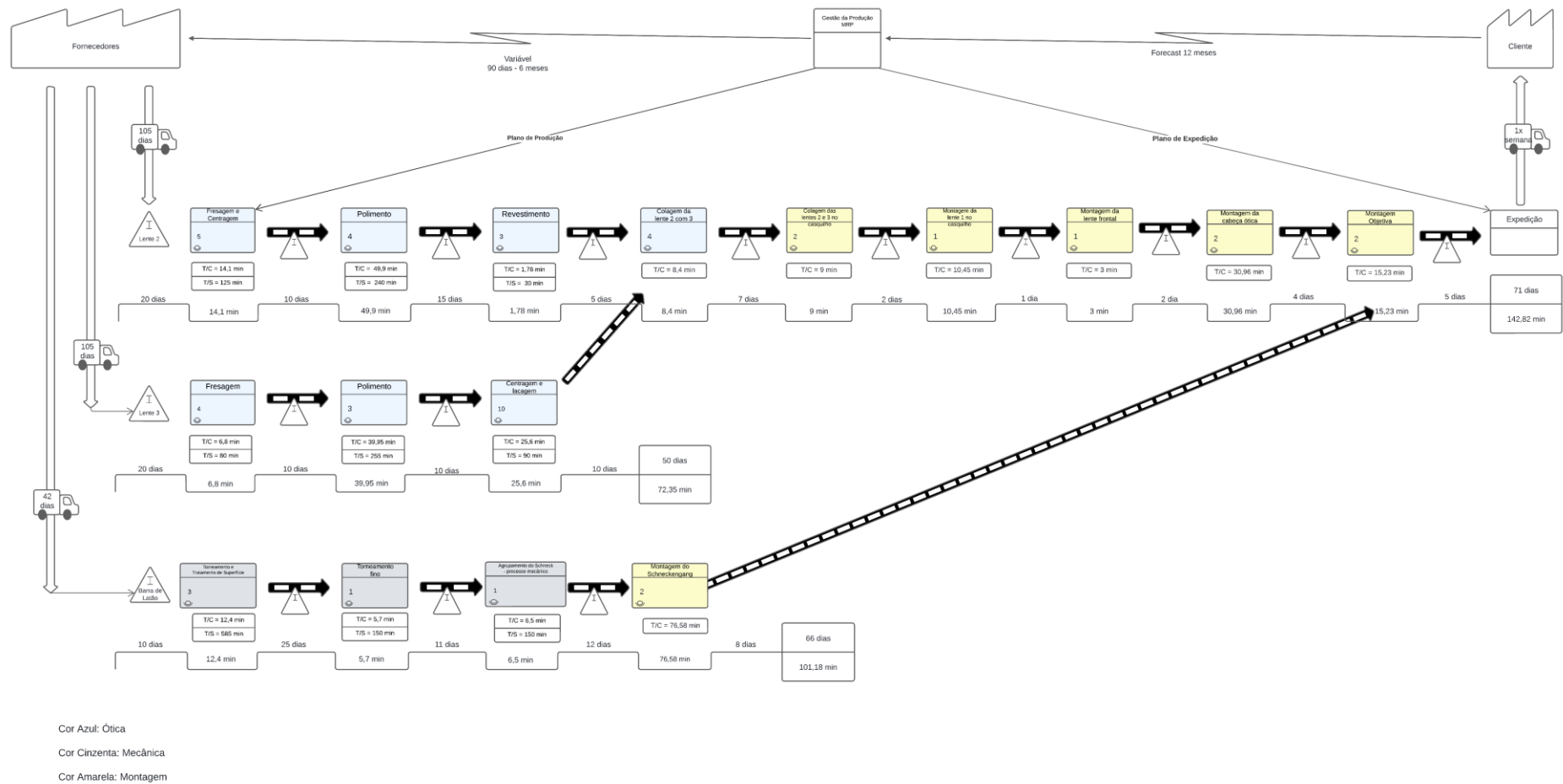


Figura 31: Value Stream Mapping

Apêndice 3 – Esquema Produtivo

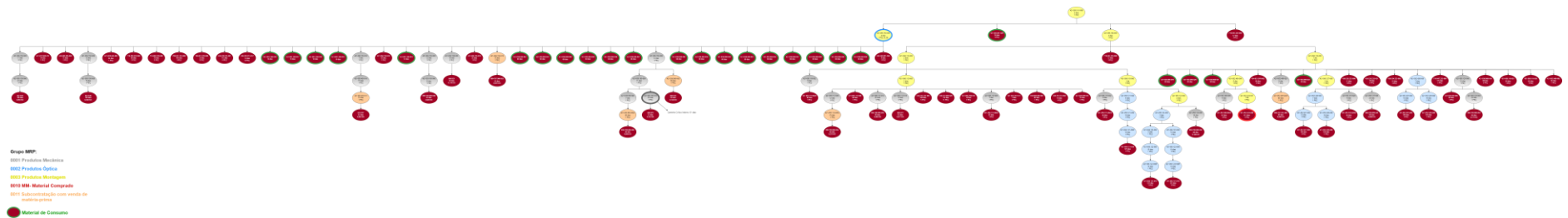


Figura 32: Esquema Produtivo

Para consultar o esquema produtivo com melhor resolução, aceder ao *Link*: https://www.dropbox.com/scl/fi/p3xr69g633llfzrx7ap37/Figura-31_Esquema-Produtivo.png?rlkey=yil6b25939mir430klpwj96ft&dl=0

Apêndice 4 – Variação do Inventário

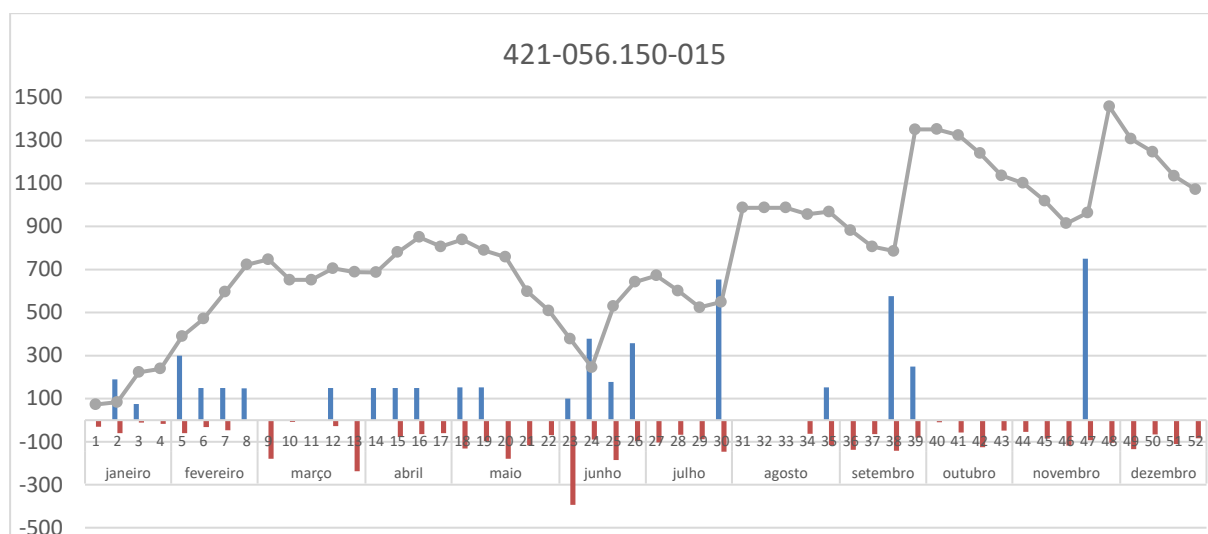


Figura 33: Variação Anual do Stock – C1

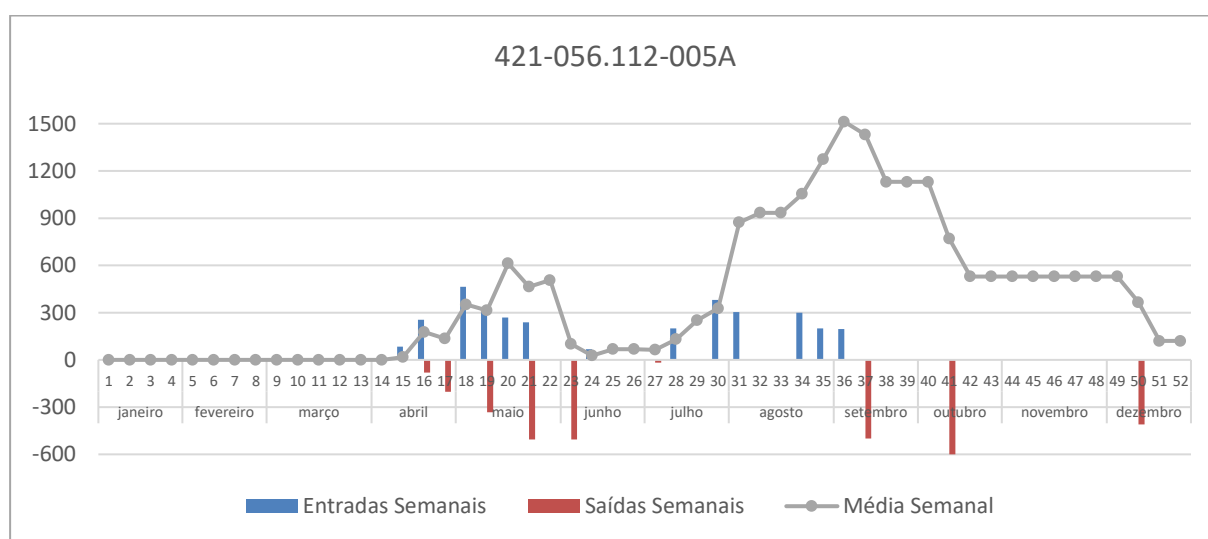


Figura 34: Variação Anual do Stock – C2

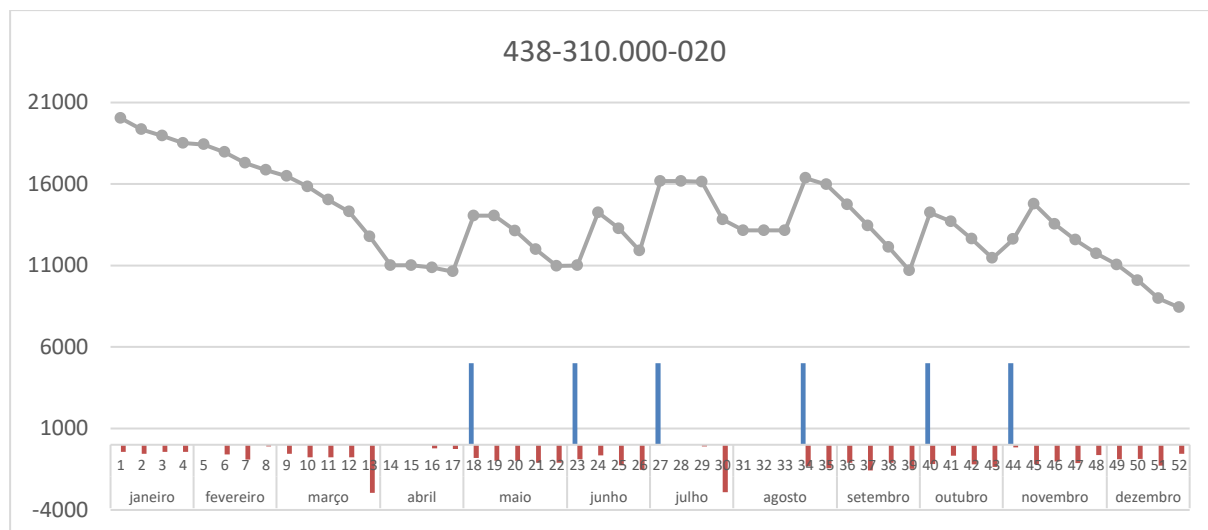


Figura 35: Variação Anual do Stock – C3

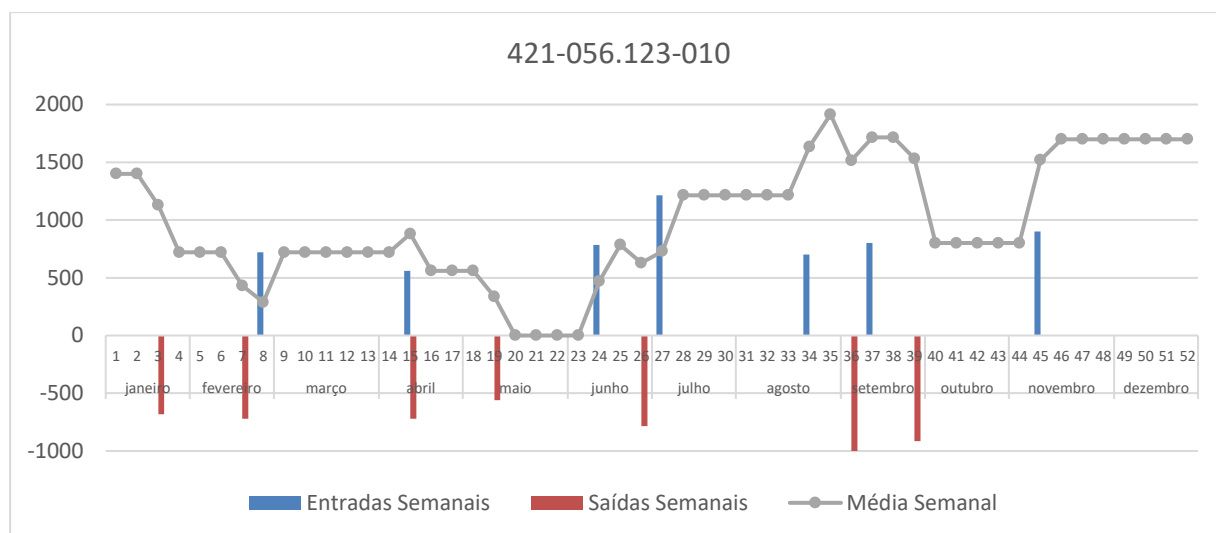


Figura 36: Variação Anual do Stock – C4

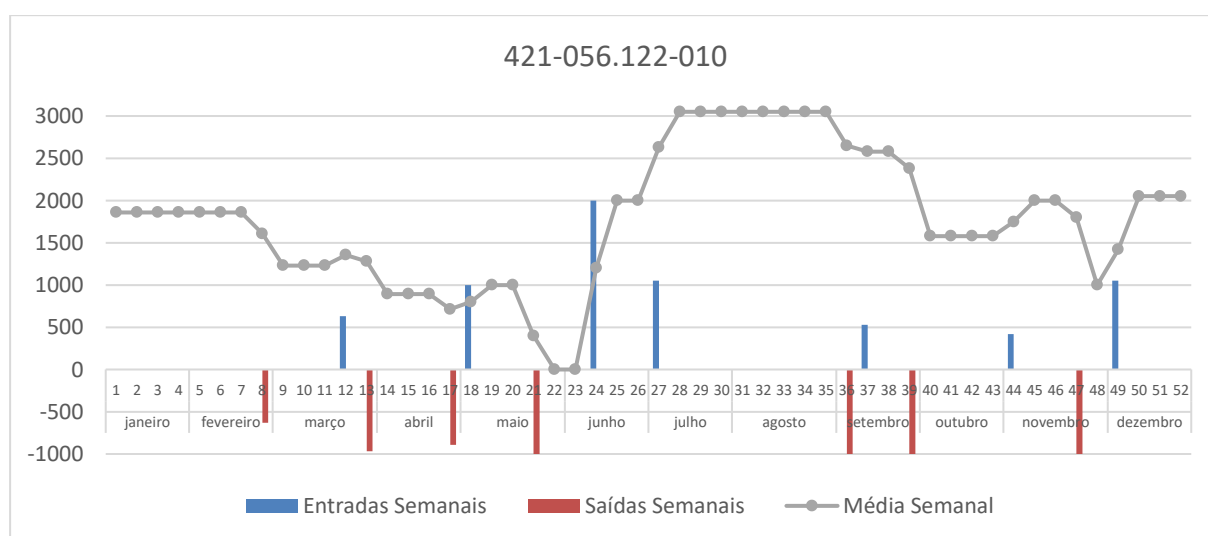


Figura 37: Variação Anual do Stock – C5

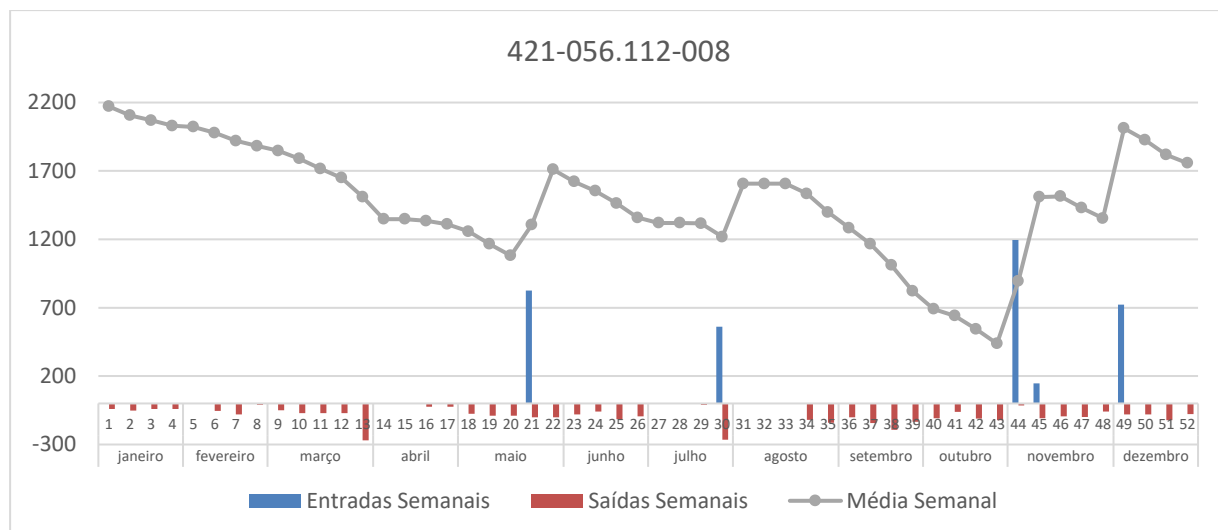


Figura 38: Variação Anual do Stock – C6

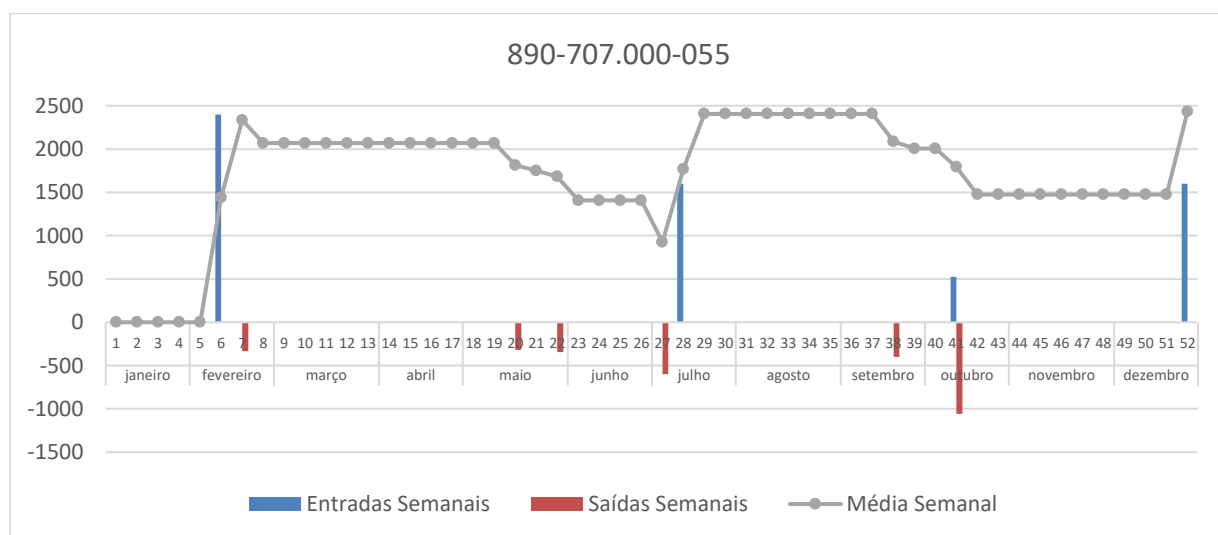


Figura 39: Variação Anual do Stock – C7

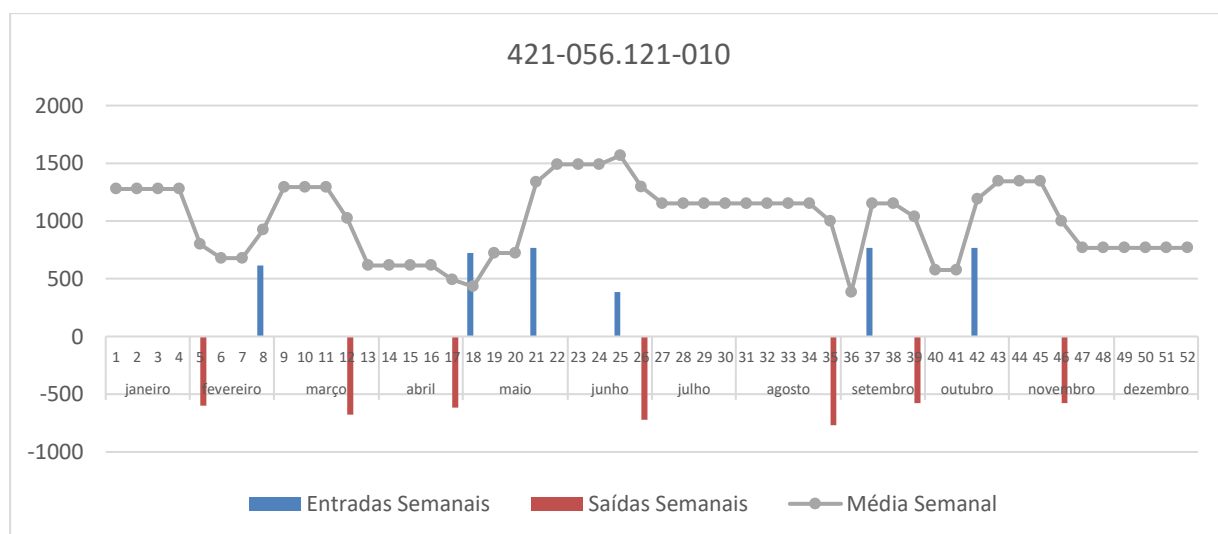


Figura 40: Variação Anual do Stock – C8

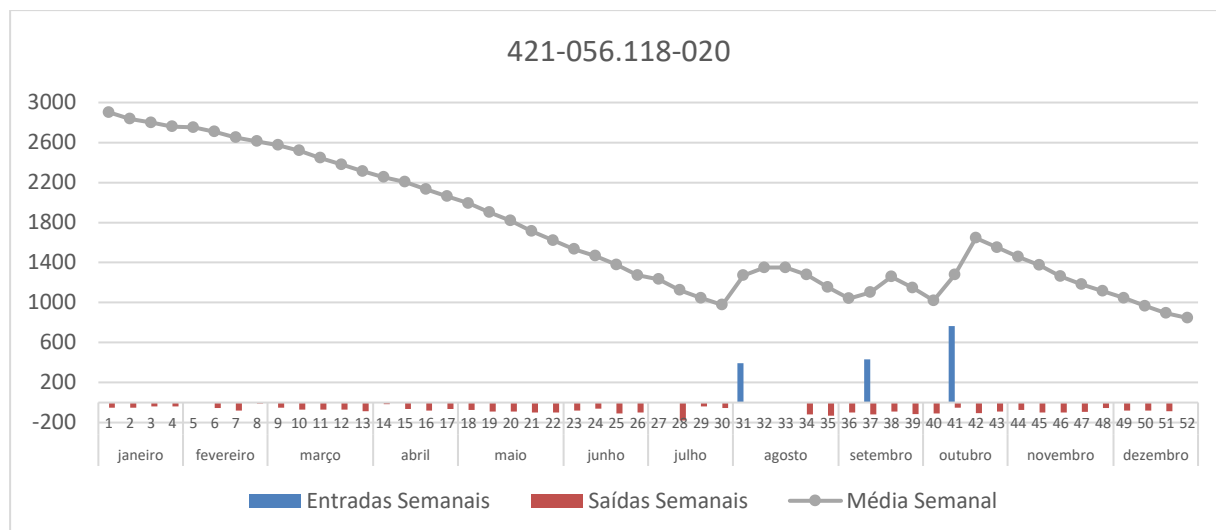


Figura 41: Variação Anual do Stock – C9

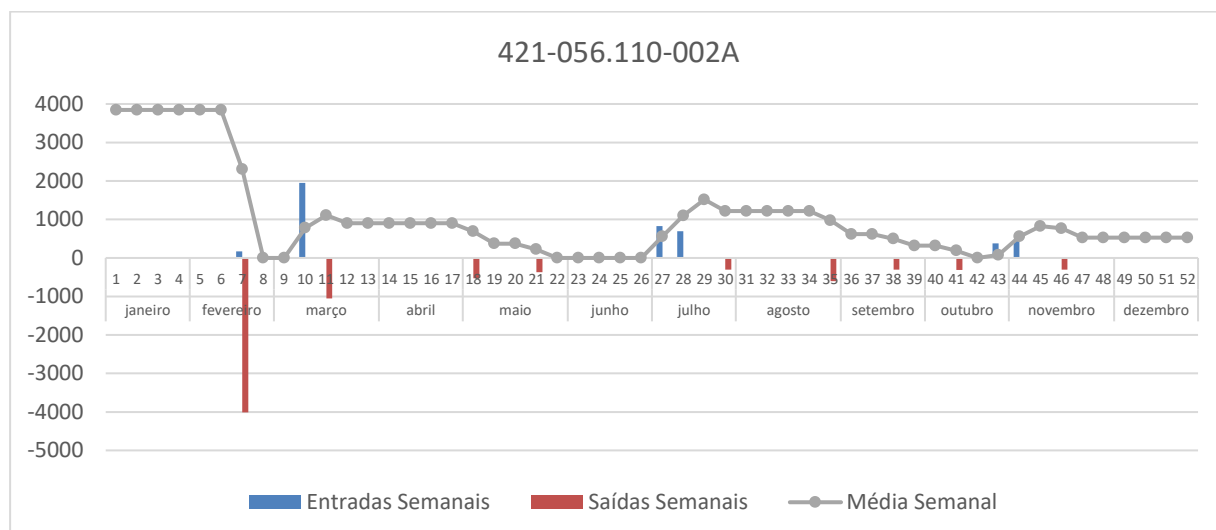


Figura 42: Variação Anual do Stock – C10

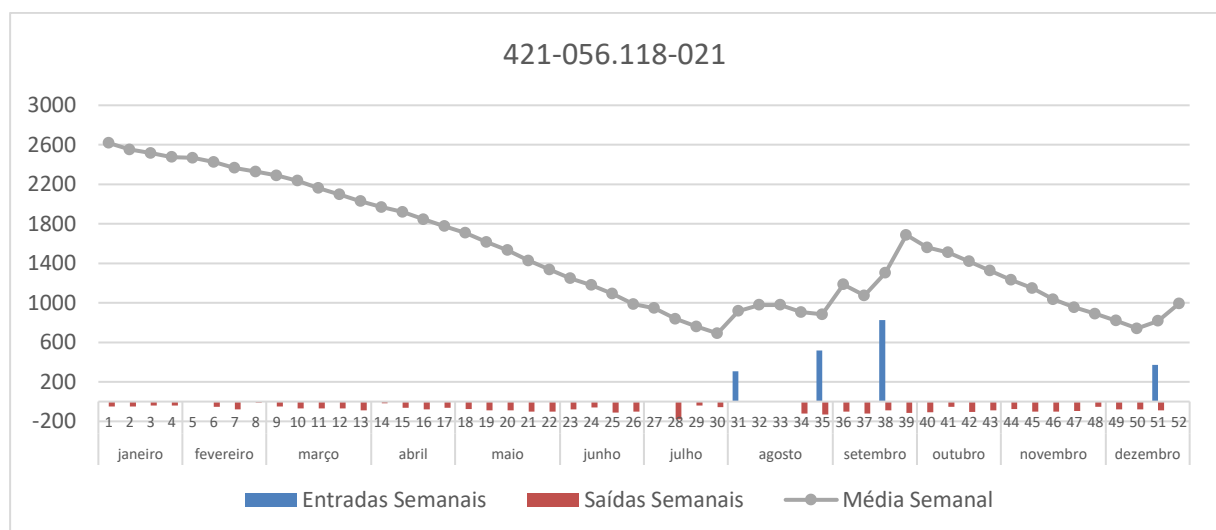


Figura 43: Variação Anual do Stock – C11

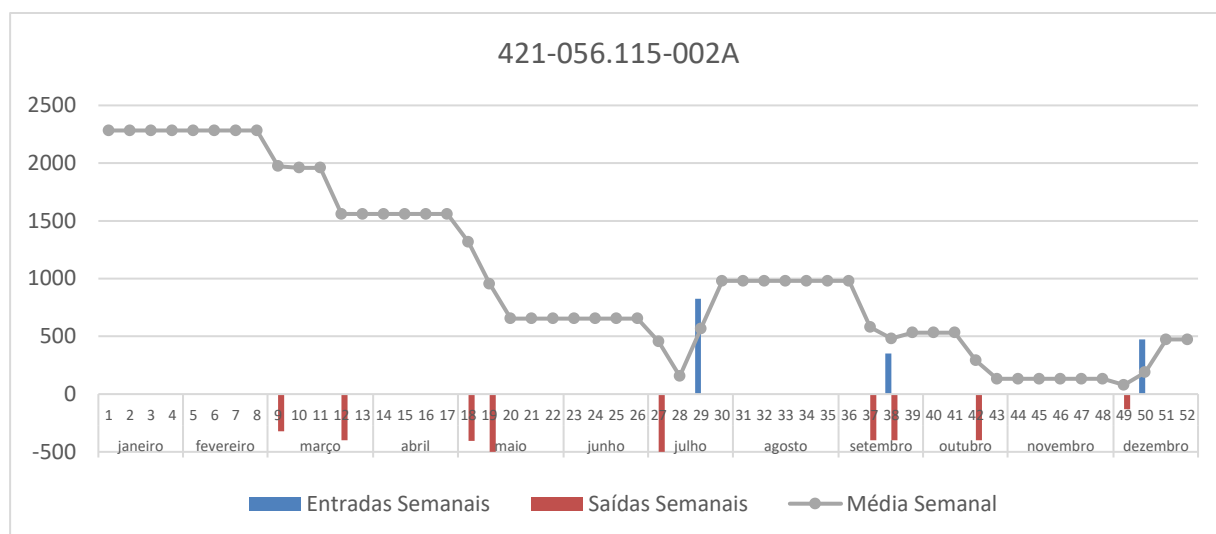


Figura 44: Variação Anual do Stock – C12

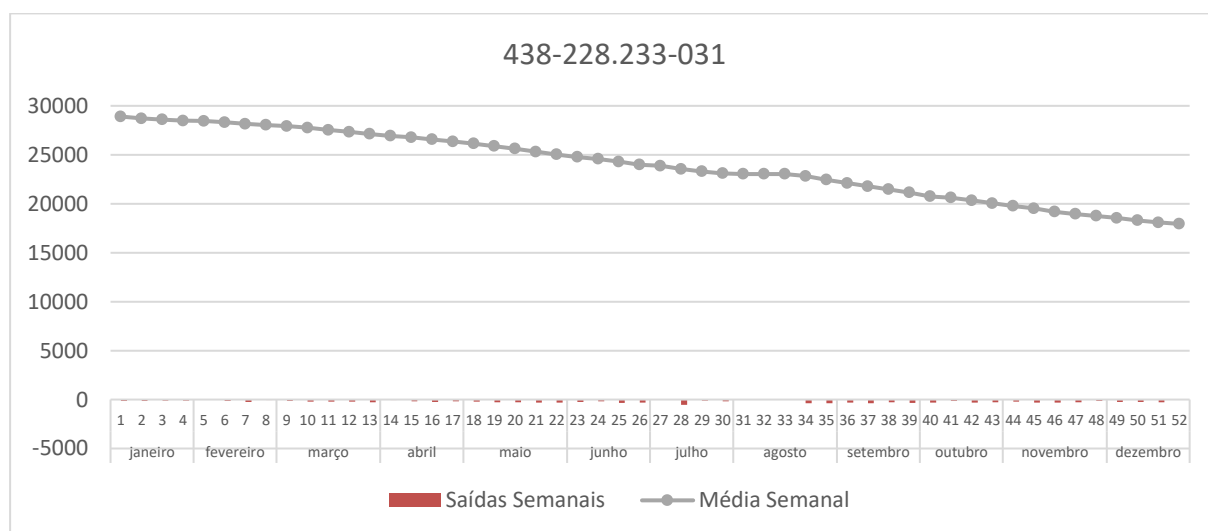


Figura 45: Variação Anual do Stock – C13