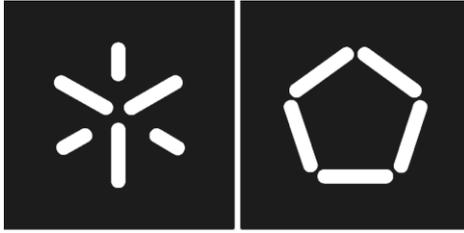


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Filipa Fernandes Martins

**Gestão de *stocks* e coordenação de
materiais de baixa rotação**

Outubro 2023



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Filipa Fernandes Martins

**Gestão de *stocks* e coordenação de
materiais de baixa rotação**

Dissertação de Mestrado

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Manuel Henriques Telhada
Professora Doutora Ana Cecília Dias Ferreira Ribeiro

Outubro 2023

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

Numa empresa onde em tão pouco tempo me permitiu crescer, um agradecimento não é suficiente.

Ao meu orientador Diogo Silva e ao chefe do departamento da Logística, Victor Costa, um agradecimento especial por me terem proporcionado a oportunidade de crescimento dentro deste setor.

Ao chefe dos armazéns, João Gomes, pelos dias no armazém 0099 e integração, com a ajuda do meu orientador, no conceito de obsoletos e sucata de materiais.

Ao Renato Pedroso e Cristina Silva do departamento do Customer Care pela sua disponibilidade por me esclarecerem relativamente a qualquer dúvida que surgisse no âmbito desta dissertação e ao seu chefe, Ricardo Silva, pela partilha de dados e suporte na sua leitura.

Aos meus orientadores, Ana Dias e José Telhada, por todo o acompanhamento e ajuda ao longo dos meses, assim como pela disponibilidade de horários demonstrada de modo que fossem compatíveis com os meus, mesmo quando não lhes era conveniente.

Por fim, à minha família (pais, irmãos, avós, tios e primo) por toda a paciência, durante todo este percurso.

Obrigada!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico 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.

Gestão de *stocks* e coordenação de materiais de baixa rotação

RESUMO

Uma gestão eficiente dos materiais aumenta os lucros de uma empresa. Reduzir os prazos de entrega e ajustar todos os parâmetros relativos ao planeamento e controlo da produção, facilita a fidelização dos consumidores e a aquisição de vantagem competitiva.

Os materiais que já não estão em produção, sendo de produção interna ou de compra, representam *stock* imobilizado, pelo que não havendo uma gestão clara das referências a manter e das referências a excluir, correm o risco de se tornarem obsoletos.

Com o projeto de dissertação procura-se desenvolver uma metodologia de gestão de *stocks*, melhorando o desempenho da empresa Leica Aparelhos Óticos de Precisão S.A., com maior incidência na área do *Customer Care* (CC), de modo a evitar *stocks* em excesso e obsoletos. A relação triangular entre o planeamento de materiais, os bens obsoletos e as perdas por imparidade afetam o crescimento e desempenho de uma organização, daí a importância de se proceder ao estudo desta relação.

Durante o projeto, primeiramente recolheram-se dados relativamente aos produtos existentes na área do CC para se poder analisar a eficácia do seu método de previsão. Englobando este tema num cenário que abrange obsoletos e imparidades, realça-se a importância de um equilíbrio entre todos os fatores de modo a haver uniformidade nos resultados, ou seja, o estudo deve ser realizado em conjunto e nunca individualmente.

Através do estudo à área do CC, pretende-se mostrar, como um planeamento incorreto dos materiais afeta não só o desempenho do departamento e o aumento do custo de posse, como contribui também para o aumento de materiais obsoletos e, conseqüentemente, para um aumento das perdas por imparidade dos inventários.

PALAVRAS-CHAVE

Imparidades, Obsoletos, Planeamento, *Stock*

Stocks management and low rotation materials' coordination

ABSTRACT

An effective material's management is able to increase the profits of a company. By reducing the lead times and adjusting all the production planning and control's parameters, it has a huge impact on maintaining customers' loyalty and achieving competitive advantage.

Materials that are no longer in production, whether internally produced or purchased, represent immobilized stock, meaning that if there is no clear management of the references to maintain and the references to exclude, they run the risk of becoming obsolete.

The dissertation project seeks to develop a stock management methodology, improving the performance of the company Leica Aparelhos Óticos de Preciência S.A., with a greater focus on the Customer Care (CC) area, in order to avoid excess and obsolete stocks. The triangular relationship between material planning, obsolete assets, and impairment losses affects an organization's growth and performance.

During the project, data was first collected regarding existing products in the CC area to be able to analyze the effectiveness of its forecasting method. Encompassing this topic in a scenario that covers obsoletes and impairments, the importance of a balance between all factors is highlighted so that there is uniformity in the results; that is, the study must be carried out together and never individually.

Through the study of the CC area, we intend to show how incorrect planning of materials affects not only the performance of the department and the increase in the cost of ownership but also contributes to the increase in obsolete materials and, consequently, to an increase in inventory impairment losses.

KEYWORDS

Impairments, Obsolete, Planning, Stock

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract	vi
Índice	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xi
Índice de Equações.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia da Investigação	2
1.4 Estrutura do documento	3
2. Revisão Bibliográfica	4
2.1 Gestão da Cadeia de Abastecimento	4
2.2 Gestão Logística.....	5
2.3 Planeamento e Controlo da Produção	6
2.3.1 Planeamento das requisições de materiais	7
2.3.2 Incerteza no Planeamento da Produção	8
2.4 Gestão do Armazenamento.....	9
2.4.1 Gestão de Armazéns	9
2.4.2 Gestão de <i>Stocks</i>	10
2.4.3 Obsolescência.....	11
2.5 Serviços de apoio ao cliente	12

2.5.1	Perceção de Valor.....	12
2.5.2	Orientação ao cliente	13
2.6	Perdas por Imparidade	14
2.7	Análise Estatística	15
3.	Caracterização da empresa	17
3.1	Enquadramento Histórico	17
3.2	Leica Portugal	18
3.3	Departamento da Logística	19
3.4	Clientes e Fornecedores	20
3.5	Secções Produtivas.....	21
3.6	Ciclo Produtivo	22
3.7	<i>Customer Care</i>	25
3.8	Perdas de imparidade de inventários a 31 de Março de 2023	25
4.	Análise do Sistema Atual.....	28
4.1	Procedimento do <i>Customer Care</i>	28
4.2	Previsão e gestão de materiais do <i>Customer Care</i> da Leica Portugal	29
4.3	Análise Crítica	32
4.3.1	Planeamento do <i>Customer Care</i>	32
4.3.2	Gestão de Obsoletos	35
5.	Propostas de Melhoria	39
5.1	Análise dos consumos reais em CC e dos últimos 3 meses	39
5.1.1	Teste de Correlação de <i>Pearson</i>	40
5.1.2	Análise da Autocorrelação	41
5.2	Relação entre as Vendas e as Reparações no CC	42
5.2.1	Análise <i>Cross-Correlation</i>	43
5.2.2	Gestão de Obsoletos	45

5.3 Inclusão de um planeador do CC produtos Photo	46
6. Conclusões e sugestões de trabalho futuro	48
Referências Bibliográficas	50
Anexo I – Tempo de Reparação e Ordens em Atraso no FY 22	56
Anexo II– Tempo de Reparação e Ordens em Atraso no FY 23	57
Anexo III - Base de Dados dos Rangefinders em R (no Rstudio)	58
Anexo IV - Output coeficiente de Pearson para lag = 3	59
Anexo V – Código Rifle Scopes (análise da correlação – coeficiente de Pearson).....	60
Anexo VI – Código Rifle Scopes (análise da correlação – coeficiente de Pearson).....	61
Anexo VII - Código Binoculars (análise da correlação – coeficiente de Pearson).....	62
Anexo VIII – Código Rstudio para a análise da autocorrelação dos Rifle Scopes	63
Anexo IX - Código Rstudio para a análise da autocorrelação dos Rangefinders	64
Anexo X - Código Rstudio para a análise da autocorrelação dos Spektive	65
Anexo XI - Código Rstudio para a análise da autocorrelação dos Binoculars	66
Anexo XII - Código Rstudio para a análise da autocorrelação dos Rifle Scopes	67
Anexo XIII - Cross-Correlation para Spektive (Rstudio).....	68
Anexo XIV - Cross-Correlation para Riflescopes (Rstudio)	69
Anexo XV - Cross-Correlation para Rangefinders (Rstudio).....	70
Anexo XVI - Cross-Correlation para Binoculars (Rstudio)	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Máquina M Digital.....	18
Figura 2 - Máquina M Analógica	18
Figura 3 - Máquina S Digital	18
Figura 4 - Organização interna do departamento da Logística.....	19
Figura 5 - Secções da LCP	22
Figura 6 - BPMN do processo produtivo	24
Figura 7 - Entradas mensais no CC por família de produto.....	33
Figura 8 - Quantidades Reservadas vs Consumos do CC no FY 22.....	33
Figura 9 - Quantidades Reservadas vs Consumos do CC no FY 23.....	34
Figura 10 - Exportação mensal de Produtos Finais	43
Figura 11 - Coeficientes de Pearson para um lag temporal entre 1 a 12 meses para cada família de produtos	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos Inventários da Leica FY 23.....	26
Tabela 2 - Peso Médio das Imparidades Líquidas no Inventário Líquido da Leica entre 01/04/2016 a 31/03/2023.....	27
Tabela 3 - Problemas e Causas encontrados no CC	35
Tabela 4 - Quantidade monetária e física sucutada por armazém	37
Tabela 5 - Dados de produto final e entradas em CC mensais por família de produtos nos FY 21, 22 e 23.....	40
Tabela 6 - Coeficientes de Pearson na Análise da Correlação para um lag temporal = 3	41
Tabela 7 - p-value de cada família de produto para um lag de 3 meses	42
Tabela 8 - Designação Antiga (vermelho) e Designação Atual (verde)	46

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Rácio do Peso das Imparidades Líquidas do Período	15
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BOM - Bill of Materials (lista de materiais)

CC – *Customer Care*

DOA – *Damage on Arrival*

ERP - *Enterprise Resource Planning* (Planeamento de recursos empresariais)

FY – Fiscal Year

IES - Informação Empresarial Simplificada

IT – Tecnologia de Informação

LCP – Leica Camera Portugal

LCW – Leica Camera Wetlzar

MP - Matéria Prima

MRP - Material Requirement Planning (Planeamento das requisições de materiais)

OEM - Original Equipment Manufacturer

PE – Planeamento Estratégico

PCP - Planeamento e Controlo da Produção

PM - Production Management

PP- Planeamento de Produção Agregada

PSI - Production Status Information

SC – Supply Chain (Cadeia de Abastecimento)

SI – Sistemas de Informação

1. INTRODUÇÃO

A dissertação desenvolveu-se num contexto empresarial, na Leica Aparelhos Óticos de Precisão S.A, responsável pela produção de instrumentos e equipamentos óticos não oftálmicos. A empresa mãe, Leica Wetzlar, tem a sede em Wetzlar, na Alemanha. Apesar dos produtos serem maioritariamente produzidos em Portugal, são finalizados lá. Esta característica faz da sede alemã o principal cliente da Leica Portugal, sendo responsável por aproximadamente 80% da sua exportação.

Neste capítulo efetua-se um enquadramento do tema proposto e revelam-se os objetivos da dissertação, assim como os motivos que tornaram necessário o seu estudo e desenvolvimento, a metodologia de investigação e, por fim, a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

O mundo empresarial tem-se tornado, ao longo dos anos, cada vez mais competitivo e exigente. A necessidade de mudança e a capacidade de adaptação às necessidades do mercado global são fatores cruciais para a sobrevivência de um negócio.

Para uma empresa adquirir vantagem competitiva perante os seus concorrentes, necessita de estabelecer estratégias. De acordo com Porter (1980), a competitividade pode ser obtida através de três diferentes formas: liderança de custos, centralização e diferenciação do produto.

A posição de uma empresa no mercado será sempre definida pelo cliente, visto que toda a cadeia de abastecimento é orientada à satisfação do consumidor final. A perceção dos mesmos perante a analogia expectativa/realidade relativamente ao desempenho do serviço prestado é o aspeto que traduz, efetivamente, o valor de um produto e o sucesso de uma organização (Dam & Dam, 2021).

Numa empresa reconhecida não só pela qualidade dos seus produtos, mas sim pela capacidade de garantir um apoio ao cliente vitalício, torna-se difícil gerir materiais que já não estão em produção, independentemente de se tratar de produção interna ou de compra. Estes representam *stock* imobilizado e, não havendo uma gestão clara das referências a manter e das referências a excluir, correm o risco de se tornarem obsoletos.

Segundo Ogbadu (2013) uma gestão (mais) eficaz dos materiais, desde a sua chegada, ao seu armazenamento estratégico e expedição aumenta os lucros de uma empresa. Reduzir os prazos de entrega e ajustar os parâmetros relativos ao planeamento e controlo da produção, facilita a fidelização dos consumidores e a aquisição vantagem competitiva (Güçdemir & Selim, 2017).

O propósito do projeto de dissertação passa por desenvolver uma metodologia de gestão de *stock* que melhore o desempenho da empresa, com maior incidência ao nível da satisfação dos clientes, sem, contudo, prejudicar a produção.

1.2 Objetivos

O objetivo principal da dissertação é o desenvolvimento de uma política de gestão de materiais. Para isso é necessário definir critérios relativos às quantidades a armazenar para o *Customer Care* (CC), de modo a evitar *stock* de obsoletos em excesso. A estrutura definida pretende servir os dois centros – Leica Portugal e Leica Wetzlar.

Pretende-se um estudo dos indicadores inerentes a este serviço ao cliente que conduzam a ações de melhoria e analisar a relação entre as entradas no CC e a exportação do produto final, de modo a estabelecer um método de previsão adequado ao departamento.

Pretende-se ainda aumentar a satisfação dos clientes reduzindo os prazos de entrega ao CC e espera-se contribuir para a melhoria do desempenho financeiro da empresa.

1.3 Metodologia da Investigação

O projeto de investigação será implementado em contexto de empresa, por esse motivo a metodologia mais adequada é a investigação-ação (*“Action Research”*). Esta metodologia promove a participação de um grupo ou organização de modo a identificar um problema e desenvolver e implementar soluções. A integração de colaboradores aumenta a confiabilidade e autenticidade do processo, tornando-o mais rigoroso e assertivo (Erro-Garcés & Alfaro-Tanco, 2020).

A metodologia de investigação-ação é composta por um conjunto de cinco fases: diagnóstico, planeamento, implementação de ações, avaliação e reflexão (Burns, 2005). O objetivo deste

método cíclico e colaborativo passa pelo desenvolvimento prático e recolha constante de conhecimento para definir corretamente uma ação futura.

Na fase de diagnóstico, pretendeu-se recolher dados relativamente aos serviços de CC dos últimos 3 anos e averiguar os motivos, artigos mais problemáticos e encomendas mais frequentes por parte do CC português e alemão.

Com base nestes dados, na fase de planeamento, constatou-se a existência de padrões ou tendência de alguns artigos que são mais propícios a sofrerem danos e que dão entrada com mais frequência no CC. Sem possibilidade de comparar todos os materiais comuns aos vários artigos devido à complexidade do sistema e à escassez de dados, sendo o CC um departamento recente, analisou-se o método de gestão dos materiais atual e propôs-se um novo. O novo método interfere na estrutura organizacional do departamento de logística visto que este passaria a incluir um colaborador dedicado exclusivamente ao CC.

Para além disso, implementaram-se processos de melhoria na análise de materiais dentro do sistema operativo da empresa, de forma a classificar o estado do material e facilitar o reconhecimento de materiais que estão em risco de transição para obsoletos.

1.4 Estrutura do documento

A dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos. O primeiro e presente capítulo é um capítulo introdutório, com a descrição do objeto de estudo, o método implementado e a estruturação do documento.

Posteriormente é realizada uma revisão bibliográfica relativamente aos temas mais pertinentes e abordados nesta dissertação, permitindo posteriormente relacionar conceitos científicos e empíricos no sistema em análise.

No capítulo três é iniciada a caracterização da empresa, onde é realizado um enquadramento histórico desde a sua raiz até aos tempos atuais, assim como a sua organização por departamentos e o seu modo de funcionamento.

O capítulo quatro e cinco são capítulos que trabalham em paralelo, sendo que o primeiro refere a situação atual a ser analisada e o segundo as soluções que se pretende implementar.

Por fim, uma conclusão que permite obter uma visão geral de todo o processo de estágio e elaboração desta dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo realiza-se uma revisão bibliográfica relativa aos temas abordados na dissertação. Para solucionar um departamento de apoio ao cliente, é importante ter em conta conceitos como gestão de cadeia de abastecimento, que por sua vez inclui a gestão logística, gestão de armazéns, concretamente gestão de *stocks* dos materiais obsoletos, com impacto nos serviços de apoio ao cliente e no planeamento e controlo da produção.

2.1 Gestão da Cadeia de Abastecimento

A definição de cadeia de abastecimento (SC) continua a causar controvérsias na medida em que é, muitas vezes, confundida com logística.

A cadeia de abastecimento é um conceito mais abrangente que o da logística, no sentido em que engloba todas as atividades logísticas, incorpora decisões e atividades que integram os fornecedores, produtores, armazéns, transportes, retalhistas e os consumidores finais. Desta forma, pretende-se que os produtos ou serviços estejam disponíveis e sejam distribuídos nas quantidades, datas, preços, locais e condições corretas (Vacar, 2019).

A atividade de *sourcing* que se refere à identificação, avaliação e seleção de fornecedores, e a atividade de *purchasing* que se refere à compra efetiva dos materiais adequados à produção, através dos fornecedores escolhidos durante o processo de *sourcing*, são duas características do *procurement* e caracterizam a SC, tornando este conceito por si só mais abrangente que o conceito de logística.

Os processos e operações inerentes ao negócio, desde o consumidor final até ao fornecedor primário, estão integrados na gestão da SC. Todas as atividades associadas à movimentação dos materiais, procura de fornecedores e parceiros estratégicos, gestão de inventário, transporte e serviço de cliente, isto é, tudo aquilo que adicione valor para o cliente, incorporam a gestão da SC. Para além disso, segundo Cooper, Lambert e Pagh (1997), o desenvolvimento do produto, desde a sua definição, desenvolvimento, *marketing* e aquisição de fundos, incluindo organizações externas que reduzam tempos de entrada no mercado de novos produtos, fazem também parte da mesma.

A SC é uma rede de organizações diretamente envolvidas no fluxo bidirecional entre uma fonte e um consumidor final, para quem produzem valor na forma de informação, produtos, serviços e/ou finanças (Mentzer et al., 2001).

O estabelecimento de relações com parceiros estratégicos em toda a SC, tirando o melhor proveito de cada um, seja a nível geográfico, financeiro ou produtivo, contribuem para a melhoria dos processos produtivos. Quando isto não se verifica, ocorrem consequências, como o efeito chicote (*bullwhip*). Este efeito resulta da ocorrência de erros na previsão ou falhas de entrega dos fornecedores, das irregularidades na procura, de falta de visibilidade da SC, pedidos pendentes, cancelamentos ou devoluções, para além de problemas de falta ou excesso de capacidade (Min, 2000).

A implementação de sistemas de comunicação e apoio à produção, como o ERP (planeamento de recursos empresariais), permite uma maior visibilidade de todos os dados e interligações de todos os processos dentro de uma empresa, contribuindo para uma gestão mais eficaz da SC. Esta tecnologia de informação (IT) potencia a partilha do estado atual do material que, por sua vez, proporciona uma melhor previsão das necessidades, contribuindo para a redução dos custos de inventário, rapidez na montagem dos produtos finais e melhoria das atividades operacionais, para além de promover a colaboração entre parceiros de negócio (Tarofder et al., 2019).

Globalmente, a gestão da SC é o que faz, efetivamente, uma empresa funcionar. Se a sua gestão for eficiente, pode ser o trampolim para um posicionamento competitivo de uma empresa no mercado.

2.2 Gestão Logística

O conceito de logística pode ser definido como um processo estratégico de abastecimento interno ou externo. Toda a gestão de aquisição, movimentação e armazenamento de materiais desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, sempre com o intuito de ir de encontro às requisições e necessidades do cliente, são funções logísticas.

As transições realizadas entre as várias partes da SC, assim como a coordenação dos seus objetivos, planos e políticas, derivam de comportamentos e decisões logísticas (Harrison & van Hoek, 2008).

Com a crescente complexidade na movimentação dos bens entre os diversos intervenientes da SC, o papel da logística tem sido crucial para a capacidade de adaptação face às variações das necessidades dos clientes, o aumento da competitividade e a globalização exponencial do mercado. Conforme a publicação em FarEye (2022), esta gestão fortalece a visibilidade das atividades de transporte envolvidas e permite otimizar as suas rotas e reduzir custos operacionais e de combustível.

A prioridade de qualquer organização é satisfazer o cliente. Para isso, é necessário que toda a logística abranja temas como fornecedores, encomendas, capacidade de produção e, não obstante, disponibilidade dos materiais. Um estudo que não envolva todos estes tópicos, não será suficiente para evitar quebras de produção e, conseqüentemente, investimentos monetários e tempo desperdiçados.

A gestão logística inclui normas de sustentabilidade, através do conceito *green logistics*. Com uma tentativa de produção e transporte mais ecológicos, o desenvolvimento sustentável passa também pela logística inversa, através da reutilização ou eliminação de recursos e resíduos sem prejudicar, ou prejudicando menos, o ambiente (Dinçel, 2023).

2.3 Planeamento e Controlo da Produção

O planeamento e controlo da produção (PCP) passa pela identificação dos recursos necessários para a programação, gestão de tarefas, quantidades a serem produzidas e a definição de prazos e objetivos.

Atualmente, as empresas procuram balancear os custos de posse de inventário, económicos e ecológicos (transporte, reciclagem de material obsoleto, custos de armazenamento), com os custos de *backlogging*, referentes a fatores como reclamações de clientes devido a atrasos dos envios das encomendas (Wang, Abbou, & Da Cunha, 2022).

O PCP permite uma gestão operacional, temporal e quantitativa de todas as operações necessárias à produção. Cichos e Aurich (2016) apresentaram uma divisão deste planeamento em três partes: planeamento da produção, planeamento dos recursos e controlo da produção.

O Planeamento da Produção é o primeiro passo a dar na iniciação de um processo de fabricação. É nesta fase que os objetivos de uma entidade são estipulados e a conceção das etapas para que este se cumpra são pensadas e definidas.

O conceito de Planeamento da Produção é muitas vezes confundido com o de Planeamento e Controlo da Produção. Muitos especialistas, assim como Vollmann et al (1992) assumem que planeamento é controlo a longo prazo e o controlo de produção a garantia do cumprimento de planos e programas de produção preparados pelo planeamento. Burbidge et al (1979) surge aqui com um intelecto, dividindo o Planeamento da Produção em duas fases principais: o Planeamento Estratégico, (PE), e o Planeamento de Produção Agregada, (PP).

Teoricamente, assume-se que, para um menor tempo de planeamento, mais importância e investimento é dedicado a um plano produtivo e, por isso, mais detalhado será. Quanto maior for esse tempo, mais agregada se torna a produção. Esta perceção tem a sua lógica, visto que fazer um planeamento de longo prazo de forma detalhada, limita a flexibilidade ou capacidade de adaptação a mudanças inesperadas que possam surgir (Wortman, Euwe, Taal, and Wiers, 1996). Deste modo, é necessário definir estrategicamente o planeamento dos recursos.

No caso de não ser realizado um preciso planeamento dos recursos e se os limites de capacidade forem ultrapassados, ocorre o *bottleneck*. O tempo perdido com este fenómeno é tempo perdido em todo o sistema e resulta em paragens na produção, desvios acumulados e *backlog* (Ungern-Sternberg, Fries, & Wiendahl, 2022).

O PCP quando elaborado de forma correta, possibilita a gestão eficiente do fluxo de materiais e todos os recursos necessários e envolventes, de forma direta ou indireta, na fabricação de algum material ou produto. Variando de empresa para empresa, devido às suas diferentes necessidades, um PCP mal estruturado gera desperdícios e gastos indevidos, logo, a diminuição de resultados.

2.3.1 Planeamento das requisições de materiais

A gestão do inventário e das necessidades de recursos e materiais para a produção, com base em previsões, encomendas e vendas, é uma tarefa alocada ao PCP, auxiliada pelo planeamento das requisições de materiais (MRP). Este método auxilia a calendarização da

produção com base em necessidades reais de produtos finais e prazos de entrega de fornecedores.

O MRP faz a identificação de todos os dados relativos aos materiais, isto é, a procura, os prazos de entrega, níveis de *stock* e a capacidade de produção e, com base neles, constrói um plano de produção viável. De forma sequencial e hierárquica, sugere a quantidade e o momento em que deve ser iniciada a produção e/ou a encomenda dos materiais aos fornecedores, sejam eles semiacabados, componentes, matérias-primas ou produtos finais, de modo a cumprir todos as requisições (Godinho Filho & Fernandes, 2006).

Este método, quando devidamente utilizada, permite uma redução de inventário, que, conseqüentemente, reduz os custos de posse e liberta espaço em armazém. A sua aplicação permite uma utilização eficiente dos recursos e tomadas de decisões mais assertivas, resultando num aumento dos lucros e numa maior capacidade de investimento (Lopes, Silva, & Rocha, n.d.).

A decisão sugerida pelo MRP para um determinado produto surge da sua lista de materiais (BOM). Segundo a definição de Cinelli et al. (2017), esta consiste numa lista técnica com todos os componentes e matérias-primas impreteríveis, e nas quantidades proporcionalmente ajustadas, para produzir um produto final.

O MRP tem por base a BOM que é a base de um PCP adequado. Se a lista técnica de um material for mal efetuada, pode causar problemas irreversíveis, como sobreprodução de um material com defeito e subprodução de outros materiais devido à ocupação incorreta da linha produtiva. Por esse motivo, é importante uma análise dos dados bem efetuada e garantir que está sempre atualizada.

2.3.2 Incerteza no Planeamento da Produção

Apesar da melhoria contínua e da crescente evolução dos sistemas de apoio ao PCP, como o MRP, a subjetividade adjacente à procura traduz-se numa grande incerteza podendo ter grandes impactos no PCP.

A inexistência de um padrão regular na procura, exige mudanças excessivas no PCP, a nível temporal, no que se refere a alterações em datas de entrega e/ou em quantidades de encomenda. Estas mudanças suscitam flutuações de recursos, modificações no processo de

changeover, afetando a eficiência na produção e o tempo de inatividade da máquina, causando instabilidade no plano de produção e coagindo um replaneamento (Ozelkan, Torabzadeh, Demirel, & Lim, 2023).

Graves (2011) identificou os três maiores tipos de incerteza existentes em contextos fabris e que afetam um plano de produção:

1. Incerteza na previsão da procura;
2. Incerteza no processo de abastecimento externo;
3. Incerteza no processo de abastecimento interno.

A incerteza na previsão da procura é a mais comum. Todos os planos de produção são fundamentados por uma previsão da procura ou encomendas efetuadas. As previsões, por norma, assumem um horizonte temporal indeterminado, com base no histórico de pedidos.

Os processos de abastecimento são duas outras fontes de incerteza devido às expectativas relativas à entrega do pedido, seja ele proveniente de um fornecedor externo ou da produção interna da fábrica. A falha nos prazos de entrega, a rejeição por parte da qualidade e a incerteza nos tempos e quantidades de reposição, afetam a produção e contribuem para esta instabilidade e dificuldade em gerir a produção e estabelecer planos produtivos consistentes.

Apesar da imprevisibilidade estar sempre presente, é necessário estabelecerem-se estratégias para lidar com ela após o seu acontecimento, como a descrição de possíveis cenários e definição de planos de contingência (Makridakis, 1996)

2.4 Gestão do Armazenamento

A gestão do armazenamento consiste na logística e distribuição dos materiais dentro de uma empresa, de forma a tornar eficiente o fluxo de materiais entre as várias secções da mesma com um aumento da rapidez, qualidade e redução de custos.

2.4.1 Gestão de Armazéns

Qualquer material que dê entrada em armazém, proveniente de encomendas e/ou devoluções passa pela receção e controlo. Nesta etapa, as quantidades e qualidades são conferidas de forma a verificar se estão de acordo com as especificações. A armazenagem, o

aprovisionamento da área de *picking*, preparação das encomendas e a expedição são também atividades operacionais do armazém (Almeida, n. d.).

A estrutura técnica de um armazém tem um papel fundamental na sua eficiência. O seu *layout*, dimensionamento e a *interface* física para os armazéns ou sistemas adjacentes devem ser estrategicamente considerados. Segundo Hompel e Schmidt (2007), se estes critérios forem bem definidos, o fluxo de materiais, produção e informação ocorre com maior fluidez, reduzindo os tempos de imobilização dos produtos e aumentando a sua rotatividade.

Os sistemas ERP são os principais responsáveis pelo bom funcionamento de um armazém, controlando os dados da capacidade produtiva e da localização em armazém dos respetivos materiais - gestão de *stocks*.

2.4.2 Gestão de *Stocks*

Um dos principais problemas das empresas é a dificuldade em gerir o seu *stock*, quer em armazém, quer em linhas de produção. De um modo geral, os *stocks* representam um investimento muito significativo por parte das organizações e, portanto, é necessário haver uma racionalização dos mesmos.

A monitorização dos materiais existentes dentro das suas instalações é crucial para o controlo e planeamento da produção, de modo a evitar paragens e cumprir com a execução de todas as tarefas e de todos os prazos, quer de produção interna quer de vendas para terceiros, subcontratação e exportações. O ajustamento à procura, a prevenção da incerteza, o controlo e funcionamento do produto e a especulação, são propriedades de um inventário (Carvalho, Telhada & Figueiredo, 2011).

Ora, se há uns anos se verificava a estratégia de *make to stock*, em que o objetivo passava pela produção em massa, de modo a evitar ruturas, atualmente pretende-se equilibrar o fluxo de materiais, tornando-o relativamente constante, isto é, evitar tanto a falta como o seu excesso de *stock*. Segundo Cachon e Terwiesch (2006), elevados níveis de *stock* estão associados a maiores custos de armazenamento. Por outro lado, níveis reduzidos de *stock* podem resultar em interrupções não programadas na produção.

Farahani, Rezapour e Kardar (2011) afirmaram que o inventário representa entre 25% a 40% dos custos logísticos de uma empresa e representa também uma grande proporção dos seus

ativos. Ainda assim, a opção de o manter provém da prevenção contra variações na procura, prazos de entrega, tirar proveito de economias de escala, variações inesperadas no preço e qualquer tipo de contingências que possam ocorrer.

É imprescindível investir-se num nível ideal de inventário que vá ao encontro dos objetivos estabelecidos, pois este nível depende das circunstâncias envolventes, como o mercado em que a empresa está inserida e a procura adjacente (Deveshwar and Modi, 2011)

2.4.3 Obsolescência

Quando um produto atinge o seu fim de vida ou deixa de ser utilizado, passa a ser classificado como obsoleto. Os avanços tecnológicos, que ultrapassam as funcionalidades dos componentes, os danos irreversíveis, a impossibilidade de produzir ou comprar um dado componente na sua forma original ou qualquer motivo que torne inviável a sua utilização, pode resultar na obsolescência do mesmo (Adetunji, Bischoff & Willy, 2018). Assim, a obsolescência advém de diversos motivos, tornando-se muito difícil prevenir a sua ocorrência e, conseqüentemente, solucioná-la.

A canibalização de um produto numa versão mais recente, também influencia o estado de um material. Os lançamentos de produtos de gamas superiores devem ser estrategicamente pensados, não só para a empresa ser capaz de negociar os preços da versão antiga, mas também para gerir as peças sobressalentes ou passíveis de se tornarem obsoletas. Assim, está-se, grande parte das vezes, perante uma obsolescência planeada, estimulando a venda de um produto com vida útil limitada para impulsionar uma segunda compra futura pelos clientes (Kessler & Brendel, 2016). Contudo, a grande dificuldade e preocupação das empresas é gerir materiais obsoletos não planeados.

Segundo Rojo, Roy e Kelly (2012), para uma avaliação correta do risco de obsolescência de um conjunto de materiais, devem ser analisados dados como a taxa de consumo, o *stock* disponível, a criticidade do impacto operacional, a quantidade de fornecedores que o produzem, os *leads times* e o seu tempo de vida útil.

Após a identificação dos materiais mais críticos e de baixa rotatividade, é necessário atribuir-lhes um destino. Por vezes, mediante a condição do material, tenta-se negociar a sua venda,

devolução ao fornecedor ou onde deve ser alocado, como na reciclagem, sucata ou mesmo a possibilidade de ser reparado ou reutilizado (Tibben-Lembke, 2002).

2.5 Serviços de apoio ao cliente

Os serviços de apoio ao cliente promovem a resolução de problemas em encomendas, esclarecimento de dúvidas ou qualquer necessidade que possa surgir durante o processo de venda e pós-venda, promovendo, assim, a fidelização dos mesmos.

2.5.1 Percepção de Valor

A avaliação/percepção do nível de satisfação do cliente suscita uma certa dificuldade em compreender de que forma pode ser realizada. Ngo (2015) refere-se à lealdade dos consumidores como consequência da sua satisfação perante o serviço prestado.

Dwita et al. (2023) afirmam que a qualidade do serviço prestado tem um grande impacto no nível de satisfação do cliente e, conseqüentemente, na sua fidelização. A experiência que o consumidor tem com o serviço prestado contribui para uma nova requisição do mesmo.

Grande parte das empresas vê os consumidores como apenas compradores, assumindo que o valor de um produto está no produto em si e não na percepção que estes têm sobre o mesmo. Helkkula e Kelleher (2010) consideram que o valor dos clientes inclui o valor pessoal e social para além do valor utilitário, derivado de uma natureza multidimensional de construção individual. Tal dimensão cognitivo-afetiva torna imprescindível a avaliação do valor percebido pelo indivíduo a partir da sua experiência de consumo. Neste sentido, surge o conceito de cocriação, em que os consumidores devem ser vistos como participantes ativos do processo de criação de valor. O seu acesso às ferramentas de *design*, a oportunidade de dar *feedback* a novos produtos e colaborar com a empresa e outros clientes aumenta a sua fidelização, promove a inovação e reduz os custos (Prahalad & Ramaswamy, 2004).

A subjetividade associada à satisfação do cliente, devido à infinidade de motivos e definições que cada cliente considerada como prioridade, faz do serviço ao cliente uma tarefa bastante imprevisível. No entanto, se bem executada e orientada aos consumidores, contribui para o crescimento da organização.

2.5.2 Orientação ao cliente

Os serviços de apoio consistem num conjunto de atividades orientadas ao cliente de modo a promover a qualidade das tarefas prestadas. A retificação de falhas no serviço, o acompanhamento constante e rápido ao cliente, uma abordagem consistente e acessível são algumas das diversas formas de proporcionar um maior nível de satisfação dos clientes (Boss Magazine, 2021).

Ryan e Polyhart (2003) constataram a dificuldade em avaliar o serviço de cliente devido essencialmente a três fatores: intangibilidade dos serviços comparado com a tangibilidade dos produtos, a simultaneidade entre a produção e o consumo destes e a necessidade de coprodução ou participação dinâmica e subjetiva dos clientes na realização do serviço.

A capacidade de aprendizagem e de dar resposta às informações recebidas por parte do cliente, destaca a empresa perante a competitividade existente no exterior (Brady & Cronin, 2001). Esse posicionamento vantajoso traduz-se numa melhor perceção do consumidor face à empresa, induzindo a sua retenção e transmissão positiva, elevando o número de clientes e, portanto, os lucros da empresa.

O conceito de venda abrange todas as etapas entre o pré-venda e o pós-venda, esta última como potenciadora do desenvolvimento e melhoria da relação entre o consumidor e o vendedor. A procura de estabilidade do mercado exige cooperação de todas as partes, assim como a confiança e partilha de informações, características que podem ser consolidadas nesta fase. Apesar da pré-venda ser extremamente importante e decisiva no processo de compra, é no pós-venda que as empresas se conseguem diferenciar e potenciar a fidelização dos clientes (Magalhães, Unterleider & Damacena, [n.d.]).

A gestão de reclamações e solicitações dos clientes é a parte mais complexa dos processos de pós-venda. Não havendo um método de prevenção desta procura, a dificuldade de PCP é grande, aumentando os tempos de entrega e colocando em risco a perda de clientes.

Numa tentativa de solucionar estas adversidades, as empresas devem definir com clareza uma metodologia padrão para que ambos, clientes e empresa, saibam como proceder em situações pós-venda. Informações como preços, prazos de entrega estimados e orçamentos para diversos serviços devem ser previamente e corretamente estipulados, assim como as

informações relativas aos clientes devem ser devidamente armazenadas numa base de dados comum (Rebelo et al., 2021).

2.6 Perdas por Imparidade

A integração no processo de gestão de materiais obsoletos suscitou o interesse em acrescentar um novo tema nesta dissertação. Para além de todo o processo logístico, desde a identificação de critérios para os materiais a ser sucataados até à sua sucata efetiva, existe em paralelo uma abordagem contabilística para este efeito.

Como já referido anteriormente, os inventários são um dos ativos mais importantes e valiosos da empresa. Por esse motivo, é necessário que o seu valor esteja corretamente registado na sua contabilidade.

O estado físico dos bens e as oscilações do valor de mercado podem originar ajustamentos ao seu valor contabilístico.

A Autoridade Tributária (AT) também vem dando muita importância aos Inventários das empresas, pelo que a partir de 2015 e na tentativa de reduzir a evasão e fraude fiscal, tornou obrigatório, para entidades com volume anual da faturação superior a cem mil euros, que lhe comunicassem eletronicamente os seus inventários (artigo 3.º-A do Decreto-Lei n.º 198/2012, de 24 de agosto, aditado pela Lei n.º 82-B/2014, de 31 de dezembro - Orçamento de Estado para 2015). Esta comunicação era efetuada até ao dia 31 de janeiro de cada ano sendo que a AT fica com a informação das quantidades de todos os inventários no último dia do exercício anterior. Neste momento a obrigatoriedade de comunicação das quantidades de inventários está generalizado a todas as entidades com contabilidade organizada e a data-limite de entrega é o segundo mês seguinte ao termo do período de tributação das empresas. No próximo ano, esta comunicação incluirá também a informação sobre os valores dos inventários.

Os ajustamentos negativos ao valor dos inventários são efetuados através do reconhecimento de perdas de imparidade. Este conceito, segundo Cristina Silva (2015), ocorre quando o custo suportado na aquisição ou produção dos inventários não for totalmente, ou parcialmente, recuperável por estarem danificados, obsoletos ou por os seus preços se terem reduzido definitivamente.

O reconhecimento das perdas por imparidade de inventários influencia as contas da empresa, financeiramente (Balanço) e no seu desempenho (Demonstração dos Resultados). Conforme exposto por Martins, Silva e Gama (2014), os ativos devem ser mensurados e registados corretamente para que exista uma imagem verdadeira e apropriada da situação da empresa.

No sentido de avaliar o impacto do reconhecimento das imparidades e das reversões em inventários, Pinto (2015) analisou o peso das imparidades do período líquidas de reversões nas empresas portuguesas entre os anos de 2010 a 2014 nos diversos setores de atividades. Considerando os critérios de estratificação utilizado para grandes empresas industriais/transformadoras, é relevante perceber a conclusão que a autora retirou do seu estudo:

- O reconhecimento das imparidades de inventários vem aumentando de ano para ano (pg. 55);
- O setor das indústrias transformadoras assume o valor mais alto das imparidades líquidas em inventários (pg. 56);
- Para o período em análise, as grandes empresas transformadoras/industriais tiveram, em termos médios, um peso das imparidades líquidas nos inventários líquidos de 1,11%, calculado através da fórmula:

Equação 1 - Rácio do Peso das Imparidades Líquidas do Período

$$\frac{\text{Imparidades Líquidas de Inventários}}{\text{Inventários Líquidos}}$$

Esta percentagem demonstra que a média dos gastos anuais em imparidades líquidas de reversões é 1,11% do valor dos inventários líquidos.

2.7 Análise Estatística

Para um raciocínio ter credibilidade, é fundamental a definição de critérios que o sustentem. Por muito que o conhecimento empírico seja valorizado, sem uma base de dados quantitativa a tomada de uma decisão pode ser enviesada.

A estatística é utilizada como ferramenta para evidenciar possíveis causas e reduzir incertezas, fundamentando teorias empíricas tornando-as palpáveis e factuais. Através do planeamento e recolha de dados, definição de testes e interpretação de resultados de uma amostra, a

estatística melhora o desempenho dos setores empresariais e mesmo governamentais (Ignácio, 2012).

O vasto leque de testes estatísticos existentes permite adaptar a situação em estudo ao teste que melhor se adequa. No sentido de analisar relações entre duas variáveis, os mais apropriados são: o Teste de Correlação de *Pearson* e a Análise da Autocorrelação.

O primeiro permite analisar a dependência linear entre duas variáveis e o segundo permite identificar associações entre os valores de uma mesma variável, geralmente utilizado perante contextos temporais.

O coeficiente de *Pearson* é um valor situado entre $[-1, 1]$. Um valor igual ou aproximadamente 0, significa que não há relação entre as duas variáveis a serem estudadas. Um valor 1 ou -1 significa que existe uma associação positiva, isto é, sempre que uma variável aumenta, a outra também aumenta, e negativa, sempre que uma aumenta, a outra diminui, respetivamente.

A correlação entre duas variáveis é uma quantificação da associação entre elas. Este método tem em conta a dispersão entre os dados das duas variáveis. Quanto menos dispersos estiverem os dados, mais forte será a relação entre eles (Medri, 2011).

A análise da autocorrelação desempenha um papel decisivo na análise de séries temporais, sendo o seu propósito identificar padrões e relações, causais ou não causais, entre os valores atuais de uma variável e os seus valores passados (Barbosa Filho, 2023).

O teste de hipóteses é uma das formas de evidenciar possíveis autocorrelações. O seu objetivo passa por averiguar se um determinado valor hipotético é uma boa representação, ou não, de uma determinada situação (Rodrigues, 2020). Com um nível de confiança de 95%, a hipótese H_0 apenas é rejeitada se o *p-value* obtido, probabilidade de significância, for inferior a 5%.

Quando se procura relacionar duas variáveis no tempo, pode ser aplicada a análise *cross-correlation* (Derrick e Thomas, 2004). O coeficiente de *Pearson* é o *output* deste método.

A consistência de uma análise estatística é maior quanto mais testes forem realizados. A credibilidade de uma decisão resulta da coerência de resultados obtidos em diferentes métodos.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo dedica-se à descrição da empresa onde foi desenvolvido o projeto, desde a sua fundação, na Alemanha, até às suas instalações em Portugal. Inicialmente, efetuou-se um enquadramento histórico e, posteriormente, descreveu-se de forma mais detalhada o propósito e função da Leica Camera Portugal (LCP), bem como a sua estrutura organizacional.

3.1 Enquadramento Histórico

A origem da Leica Camera surgiu em 1849, em Wetzlar, na Alemanha, inicialmente denominada de "Optisches Institut". Esta recente organização dedicava-se à produção de microscópios que rapidamente se destacaram pela sua qualidade e precisão.

Com a evolução da tecnologia e mudança de gerência, sendo o controlo da empresa assumido por Ernst Leitz e pela sua inovadora consciência social, o número de trabalhadores foi crescendo e iniciou-se a produção de binóculos. O nome da companhia foi alterado para Ernst *Leitz – Optische Werke*.

Desde então, a força da marca impulsionou o crescimento e aquisição de conhecimento, fazendo da *Leitz* o palco para a inovação e invenção do primeiro modelo de máquina fotográfica de 35mm. Este acontecimento é considerado, até aos dias de hoje, um marco revolucionário no mundo da fotografia.

A constante inserção de novos produtos, como a produção de lentes e a diversidade de modelos de câmaras, levou a *Leitz* a construir uma fábrica em Portugal no ano de 1973, em Famalicão, dedicada à produção de microscópios. No ano seguinte, a Leica Portugal mudou as suas instalações para Lousado, ainda em Famalicão, até onde se mantém atualmente.

Aos poucos, a produção de outros produtos passou a ser realizada em Portugal, sendo que a fábrica foi ajustando as suas dimensões com base nas suas necessidades e especificidades produtivas. No presente, é responsável pela montagem de grupos para a linha M, quer de câmaras quer de objetivas e pela produção de quase totalidade dos produtos pertencentes à gama *Sport Optics (SO)*, assim como a sua reparação. Acessórios de máquinas M (Figuras 1, 2 e 3) e S são também fabricados em Portugal.



Figura 1 - Máquina M Digital



Figura 2 - Máquina M Analógica



Figura 3 - Máquina S Digital

A qualidade diferenciada dos produtos Leica, inseriram a empresa num patamar bastante elevado e competitivo no mercado. A seleção estratégica de um público-alvo imune às exigências económicas dos produtos Leica, permite atribuir-lhe um reconhecimento e prestígio que dificilmente se deixam influenciar por fatores externos.

3.2 Leica Portugal

A sede portuguesa da Leica, como referido, surgiu apenas para contexto fabril, mas ao longo do tempo, o seu crescimento introduziu novas responsabilidades e necessidades dentro da organização.

Apesar da sede portuguesa não ser independente, visto que todas as decisões são analisadas e por vezes aprovadas pela casa-mãe, Leica Wetzlar, a Leica Portugal é, no entanto, responsável por produtos *made in Portugal*, da gama *SO*.

Para além da ampliação das suas instalações, inseriram-se departamentos administrativos e de tecnologia e inovação. Esta organização facilita a gestão e supervisão do vasto leque de setores dentro da empresa, de modo a prevenir e/ou reduzir possíveis irregularidades e contribuir para um desempenho positivo da mesma.

A LCP, para além dos produtos finais que são expedidos para a Leica Camera Wetzlar (LCW), possui ainda um departamento de *Industrial Business* responsável pelo planeamento de produtos para outros clientes independentes, denominado de “Terceiros”. Este grupo de consumidores surgiu no sentido de balancear a produção quando se verificava uma quebra de pedidos por parte da casa-mãe.

3.3 Departamento da Logística

A LCP possui diversos departamentos, no entanto, o foco do projeto é o departamento da logística.

Cada departamento é liderado por um responsável, encarregue de definir o seu modo de organização e disposição, através do método que acha mais adequado para atingir os objetivos propostos.

Ao departamento de logística estão atribuídas as funções de planeamento da produção, compras, gestão de armazéns e análise de indicadores referentes ao desempenho da SC. A Figura 4 esquematiza as duas grandes áreas operativas da logística e as atividades gerais exercidas por cada uma delas.

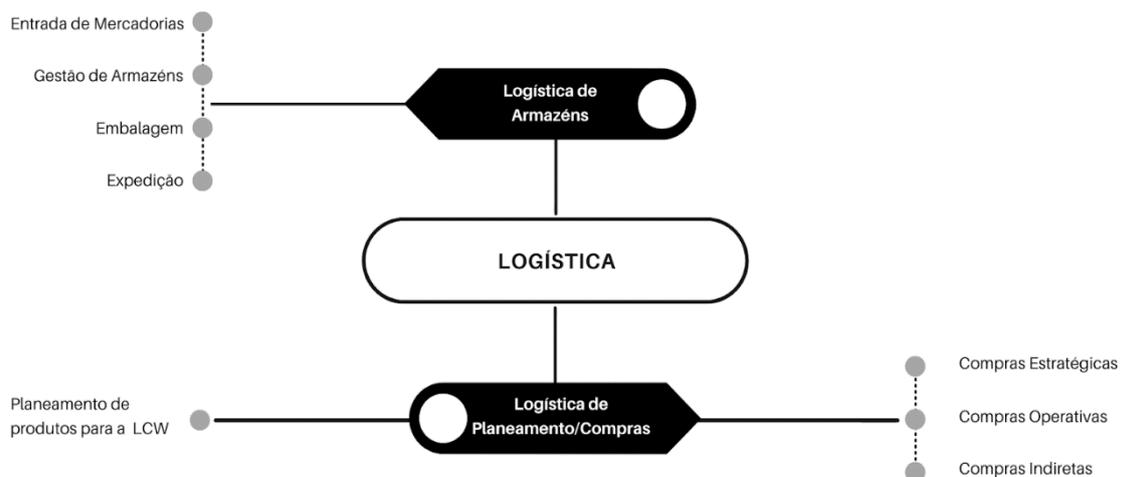


Figura 4 - Organização interna do departamento da Logística

No que concerne à logística de armazéns, todos os materiais que dão entrada na Leica são recebidos, verificados e provisionados. Após ser registado em sistema, a gestão de armazéns responsabiliza-se pelo seu armazenamento e alocação. A entrega dos materiais às linhas de produção é também uma tarefa desta gestão, através de listas de *picking* individuais. Finalmente, os produtos acabados e intermédios são entregues à embalagem, para que sejam

devidamente preparados para a última fase desta área operativa: a expedição. Todas as sextas-feiras é realizado o transporte de mercadorias entre a LCP e a LCW.

O planeamento de produtos para a LCW passa pelo planeamento de produtos finais que são vendidos à casa mãe, assim como a sua orçamentação.

As compras estratégicas pretendem otimizar e equilibrar a capacidade produtiva com as necessidades do cliente, através da subcontratação de produtos maioritariamente da secção da mecânica (com ou sem fornecimento de MP).

As compras operativas são compras estabelecidas com fornecedores definidos em LCW, sem possibilidade de interferência a nível de preços e contactos.

As compras indiretas referem-se a materiais subsidiários no mercado interno e externo, isto é, produtos de consumo necessários ao bom funcionamento da fábrica, mas sem afetar diretamente a lista técnica de um material.

3.4 Clientes e Fornecedores

A Leica exporta em grandes quantidades e a nível internacional, com fornecedores e clientes de diversos lados do mundo.

A LCW, casa-mãe, assume a dualidade cliente/fornecedor mais significativo da empresa. Como cliente, é responsável pela colocação de requisições de compra que, posteriormente, poderão dar origem a encomendas de componentes, semiacabados ou produtos finais. No entanto, assume também o papel de fornecedor ao abastecer a LCP com componentes necessários, nomeadamente de produtos que nunca foram fabricados em Portugal e de lentes esféricas. A produção destas lentes exige uma tecnologia que só existe em Wetzlar e, portanto, têm de ser importadas.

Os restantes fornecedores estratégicos, principalmente os alemães, são definidos pela LCW. Os fornecedores *Original Equipment Manufacturer* (OEM) fazem parte deste lote, fabricando componentes que são montados em Portugal e futuramente vendidos como equipamentos originais Leica.

A empresa portuguesa tem poder de decisão e negociação com alguns fornecedores que realizam serviços de *outsourcing*. Este regime de subcontratação é utilizado de forma

estratégica, na falta de capacidade de produção interna ou outros motivos que o justifiquem. Normalmente, a LCP fornece a MP ao subcontratado.

A LCP exporta, em pequenas quantidades, alguns produtos para terceiros, um segmento de mercado em que as organizações são também produtoras de aparelhos de alta precisão ótica e mecânica, apesar de abranger diferentes áreas de atuação e mercados, como a indústria aeronáutica. No entanto, representam apenas uma pequena percentagem das vendas da Leica.

De um modo geral, a Alemanha assume a liderança no volume de compras com 43%, seguida de Portugal, 35%, e 22% correspondentes a empresas localizadas na restante Europa e Ásia.

3.5 Secções Produtivas

A Leica Portugal é constituída por três secções produtivas: a mecânica, a ótica e a montagem. As operações realizadas em cada uma destas fases produtivas possuem características que as diferenciam e, portanto, estão separadas fisicamente. A ótica e a mecânica são secções independentes, funcionando como fornecedores da montagem, onde se finaliza o produto com o seu embalamento e, posterior, expedição.

A mecânica responsabiliza-se pela produção e transformação de metais nos produtos desejados, no ramo da indústria metalúrgica, através da maquinaria e do tratamento de superfície. Os metais trabalhados mais comuns são o alumínio, magnésio e latão.

A ótica divide-se em duas áreas produtivas: a ótica plana e a ótica esférica. A primeira dedicada a prismas para monóculos, binóculos e câmaras fotográficas. A segunda, responsável pela produção de lentes para objetivas, miras, monóculos e binóculos.

A montagem recebe produtos dependentes, provenientes das secções da ótica, e ainda outras matérias-primas diretas, como componentes eletrónicos, consolidando os vários componentes de forma a montar o produto final. Esta secção possui ainda uma linha dedicada exclusivamente a produtos para terceiros.

Para além destas três secções produtivas, existem secções não produtivas, representadas na Figura 5. Estes departamentos não estão diretamente ligados à produção, mas são necessários para o seu correto e eficiente funcionamento e gestão.

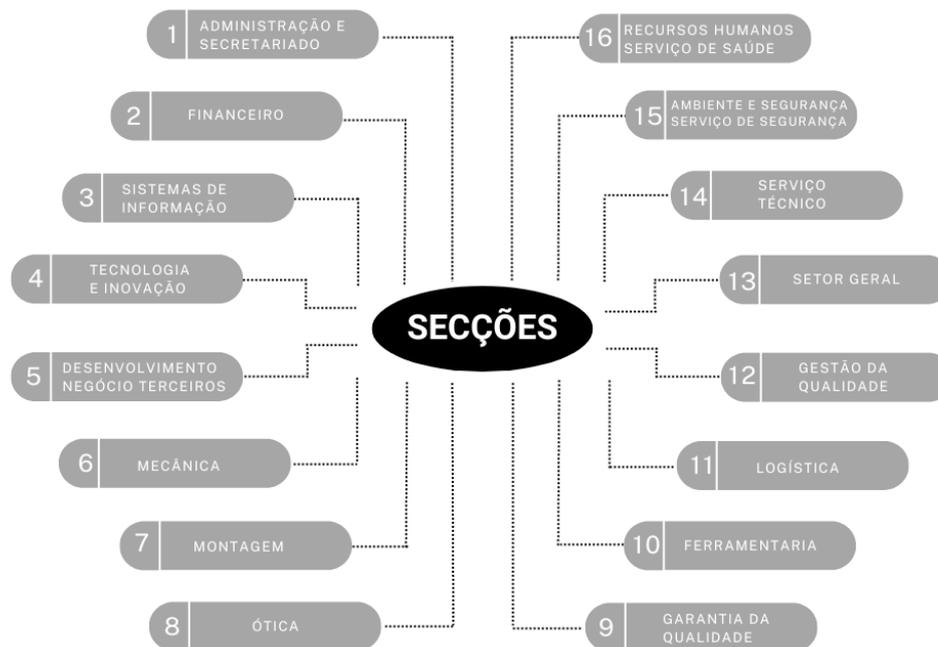


Figura 5 - Secções da LCP

Apesar de os produtos fabricados em Portugal serem maioritariamente utilizados para produção interna, existem produtos semiacabados que são vendidos após a passagem pela secção ótica: 1% para LCW e 9% para terceiros, e pela mecânica: 20% para LCW e 10% para terceiros. Já a secção montagem produz essencialmente para a casa-mãe, que posteriormente introduz os produtos no mercado, e apenas cerca de 10% para terceiros.

A secção da ótica e da mecânica trabalham segundo ordens de produção, através de necessidades despoletadas pelo MRP em sistema informático (SI). Já na secção de montagem, isso não se verifica. Nesta secção, o lançamento das ordens rege-se pelo método *backflush*, de acordo com a quantidade de produtos finais produzidos, ou seja, no final do processo produtivo, de forma retroativa.

3.6 Ciclo Produtivo

O processo produtivo da Leica é gerido através do SI, com um sistema ERP. No entanto, a empresa utiliza um sistema de apoio denominado de *Production Management (PM)*, mais visual e intuitivo, com informação relativa às necessidades de cada produto final distribuídas semanalmente.

Mensalmente, ocorre o *Production Status Information (PSI)*, uma reunião com o responsável pelas operações da LCP e o chefe de departamento da Logística, os responsáveis da equipa de vendas e *marketing* e a equipa de planeamento da LCW onde se ajusta o *forecast* para um horizonte temporal de pelo menos seis meses.

Estes dados chegam ao departamento da logística, mais concretamente aos planeadores, sob a forma de previsão da procura mensal e, consoante a capacidade produtiva, distribuem as necessidades pelas semanas de cada mês. Todas as segundas-feiras, ao meio-dia, o PM é atualizado e, portanto, as quantidades semanais podem ser ajustadas até essa hora de acordo com o desempenho das semanas anteriores.

O *stock* existente está disponível em SI e deve ser consultado para que não haja *stock* em excesso ou quebras na produção. Este *software* despoleta o MRP de cada produto, mediante as necessidades do mesmo, e sugere requisições de compra e ordens planeadas. Desta forma, o planeador averigua as informações do sistema e, se necessário, converte as requisições de compra em encomendas e analisa a possibilidade de execução da ordem planeada. Neste sentido, o responsável por a respetiva gama de produtos, alocado no departamento das compras, notificado e decide a sua confirmação.

As sugestões do MRP derivam de um tempo de passagem pré-definido em dias, com base nos tempos de ciclo de cada produto, introduzidos em SI. Paralelamente a estes cálculos, definem-se as cargas de cada centro de trabalho e equilibra-se a produção diária com base no *takt time*, sobretudo do produto final. O atraso da produção nas diferentes secções devido a falhas de fornecedores, ou eventuais falhas no processo produtivo, obriga a uma comunicação constante entre o planeamento e as linhas produtivas, de modo a reduzir as perdas de capacidade e garantir o volume de faturação semanal. A Figura 6 representa, através de um BPMN, como funciona este processo.

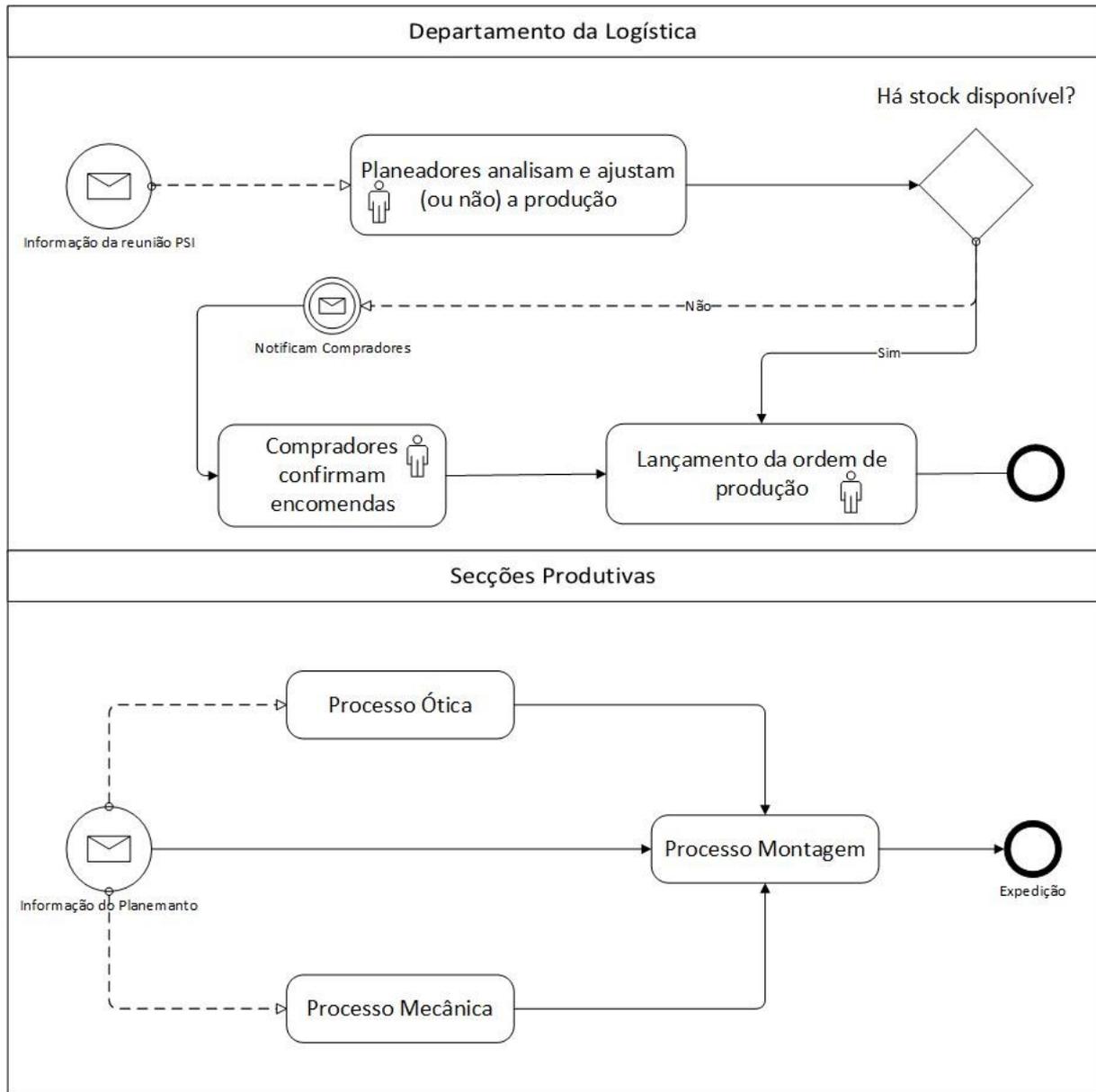


Figura 6 - BPMN do processo produtivo

As ordens de produção vão sendo confirmadas à medida que o produto sofre as devidas alterações nas várias secções produtivas. Por fim, após a chegada do produto final à embalagem, são preparados para serem exportados semanalmente.

Os produtos finais são associados às respetivas solicitações de entrega, para o caso da LCW, ou ordens de cliente, no caso de terceiros, e emitidas as respetivas faturas.

O movimento *cross company* ocorre todas as semanas. Devido ao elevado volume de compras da LCW, e para não sobrecarregar as exportações, a sexta-feira é dedicada apenas ao envio

para a casa-mãe. Nos restantes dias da semana enviam-se as encomendas, em menores quantidades, para terceiros.

3.7 Customer Care

O serviço ao cliente é proporcionado pela LCP e LCW, sendo que cada centro possui uma secção de atendimento pós-venda, o *Customer Care* (CC), responsável por uma gama específica de produtos. A Alemanha responsabiliza-se pela reparação da gama *Photo* e Portugal pelos produtos *SO*.

A grande maioria da produção de *Photo* e *SO* é realizada em Portugal, implicando um elevado número de referências necessárias para produção interna e para os serviços do CC. Por oferecer garantias de vários anos sobre alguns produtos, há uma necessidade de gerir vários produtos, sendo que alguns atualmente já não estão em produção, quer sejam internos ou de compra, correndo o risco de se tornarem obsoletos.

Os produtos que chegam à Leica Portugal para serem reparados, entram e são expedidos por um armazém exclusivo, fisicamente próximo do departamento do CC. Este departamento foi incorporado na empresa apenas em 2017, como consequência não há muitos dados históricos, lacuna essa inflacionada pelas circunstâncias envolventes que afetaram todas as empresas produtivas: a pandemia da Covid-19.

Como já referido, a fábrica portuguesa é responsável pela produção dos produtos *Sport Optics* e pelas câmaras e objetivas M, sendo que são exportados para a Alemanha quase como artigos completos e prontos a serem utilizados. Isto significa que estes produtos da gama *Photo* são produzidos internamente, ou seja, as peças necessárias para as reparar são geridas pela LCP, a quem são encomendadas pela LCW para que o conserto dos produtos seja possível. A necessidade de peças para os produtos *SO* é registada em SI como reservas de material e para os produtos *Photo* como encomendas.

3.8 Perdas de imparidade de inventários a 31 de Março de 2023

A abordagem das perdas de imparidade na empresa LCP foi realizada através da análise da declaração da Informação Empresarial Simplificada (IES) de 2022, sendo este o documento mais recente.

No Balanço, que define a situação financeira da empresa à data 31 de março de 2023, o ativo totalizava 61.128.369 euros, valor retirado da IES, dos quais cerca de 37% corresponde ao valor dos inventários.

Na Tabela 1 está representada a constituição dos inventários líquidos, na referida data.

Tabela 1 - Composição dos Inventários da Leica FY 23

		Mercadorias	Matérias-primas	Produtos acabados	Subprodutos	Produtos em curso	Total
Inventário bruto	A)	141 008	15 385 835	8 589 628		0 2 245 121	26 361 592
Imparidades acumuladas	B)	0	4 002 762	0		0 0	4 002 762
Inventário líquido	C)=A)-B)	141 008	11 383 073	8 589 628		0 2 245 121	22 358 830

As perdas de imparidade acumuladas em inventários existentes a 31 de Março de 2023 foram calculadas de acordo com a política contabilística da empresa. Segundo o relatório do IES, para o ano em análise, ocorreu uma perda de imparidade negativa, isto é, uma reversão no valor de 450,205 euros (página 21, IES).

No entanto, o valor acumulado de perdas de imparidade, à data em análise era de 4.002.762 euros, e está relacionado com as matérias-primas, subsidiárias e de consumo e correspondem a cerca de 26% do valor bruto desses bens e 15% de todos os inventários brutos existentes na empresa.

A política contabilística da LCP reconhece imparidades de inventários utilizando os seguintes critérios:

1. Se a análise da previsão futura de utilização dos materiais for inferior a 30% do *stock*, considera-se imparidade a 100% do valor desses bens.
2. Rácio mediante rotação passada e quantidade atual de um material em *stock*.

Este valor é calculado automaticamente pelo SI, desvalorizando o material nessa percentagem, ou seja, se um material tiver o valor de 100 euros em *stock* e o rácio for de 60%, isso significa que 60 euros será imparidade.

É importante referir que materiais integrantes de novos projetos e/ou de entrada recente (últimos seis meses), não são desvalorizados.

Para além das imparidades acumuladas, é possível analisar a perspetiva do peso médio das imparidades do período nos inventários líquidos na LCP nos últimos 6 períodos contabilísticos, através do rácio proporcionado por Pinto (2015) e referido no capítulo 2.6 da revisão da bibliográfica (Tabela 2).

Tabela 2 - Peso Médio das Imparidades Líquidas no Inventário Líquido da Leica entre 01/04/2016 a 31/03/2023

Ano fiscal na perspetiva da Leica	Periodo contabilístico	Inventário bruto	Imparidades acumuladas	Imparidades do período líquidas de reversões	Inventário Líquido de imparidades acumuladas	Rácio
		A	B	C	D = A-B	E = C/D
FY 17	01-04-2016 a 31-03-2017	16 651 444	1 368 366	-258 456	15 283 078	-1,69%
FY 18	01-04-2017 a 31-03-2018	20 798 963	1 971 481	603 114	18 827 483	3,20%
FY 19	01-04-2018 a 31-03-2019	18 816 842	2 037 490	66 009	16 779 352	0,39%
FY 20	01-04-2019 a 31-03-2020	17 144 808	2 765 163	727 673	14 379 645	5,06%
FY 21	01-04-2020 a 31-03-2021	18 330 093	3 766 398	1 001 235	14 563 695	6,87%
FY 22	01-04-2021 a 31-03-2022	25 739 263	4 452 967	686 569	21 286 296	3,23%
FY 23	01-04-2022 a 31-03-2023	26 361 592	4 002 762	-450 205	22 358 830	-2,01%
	Média	20 549 001	2 909 232	339 420	17 639 768	1,92%

Aplicando o rácio à informação contabilística da LCP nos 6 períodos fiscais de 01-04-2017 a 31-03-2023 chega-se a 1,92% valor superior à conclusão de Pinto (2015), isto é, as imparidades reconhecidas anualmente correspondem a 1,92% dos inventários líquidos em termos médios. Sendo que a conclusão retirada de Pinto é que de ano para ano o aumento de imparidades vem aumentando e que os anos analisados na LCP são posteriores aos da sua investigação, a conclusão é coerente: $1,92\% > 1,11\%$.

Em empresas de produção de materiais físicos, dependentes das existências em *stock* para manter o fluxo produtivo e da flexibilidade para se adaptar ao mercado, há uma obrigação de equilibrar o *stock* de modo a evitar tanto quebras como excedências.

Para tal, é necessário haver uma gestão eficaz e uma avaliação constante dos *stocks*, de modo a evitar perdas financeiras causadas por um mau planeamento e controlo da produção.

4. ANÁLISE DO SISTEMA ATUAL

O capítulo em análise reporta os problemas inerentes à gestão de materiais do CC e a sua interdependência nos dois centros de produção, LCP e LCW.

Numa fase inicial, procedeu-se à observação e consciencialização do fluxo de informação e procedimentos concretizados pelo CC, e, posteriormente, identificaram-se os principais problemas e dificuldades.

Recolheram-se e analisaram-se dados com o propósito de apurar a causa dos problemas identificados.

4.1 Procedimento do *Customer Care*

Os produtos a necessitar serviço pós-venda, por defeito ou dano, dão entrada no armazém do CC, à consignação, com a informação relativa ao motivo do pedido de reparação. Desta forma, os técnicos deste setor averiguam os problemas do produto e decidem se a reclamação é válida ou não. No caso de estar dentro da garantia, se a reparação for válida, o produto é reparado sem qualquer custo adicional para o cliente. Se estiver fora da garantia ou no caso de estar no prazo de garantia, mas a reparação não ser válida, apresenta-se ao cliente um orçamento e, estando este disposto a pagar o valor, o produto é reparado.

O departamento CC detém armazéns com os materiais mais comuns nas reparações e locais adequados à reparação do produto. Para cada tipo de produto existe um técnico responsável que efetua as alterações necessárias para que o produto fique conforme. No caso de não existir equipamento suficiente para realizar manualmente a reparação, este é encaminhado para as linhas de produção. Neste último caso, o produto é devidamente limpo visto que chega do exterior, por vezes, com vestígios de sangue de animal, terra e bastantes impurezas.

Por vezes, no caso de chegarem produtos muito antigos, com cerca de 40 anos ou mais, que já não são produzidos e cujos componentes também já não existem em *stock* nem sejam fabricados, o CC tem autonomia para sugerir ao cliente a compra de um produto mais recente, sendo vendido com preços inferiores devido ao contexto associado. O produto irregular é inserido em sistema e passa a integrar o *stock* da Leica. No caso de surgir alguma necessidade

de reparação de outro produto do mesmo tipo, este pode ser utilizado retirando-lhe os componentes em bom estado para complementarem o produto a ser reparado. Se não lhe for dada nenhuma utilidade, considera-se obsoleto e é sucitado.

O tempo médio de reparação dos produtos é de aproximadamente 8 dias dentro da LCP, no entanto existe o objetivo de atingir no máximo 6. No entanto, adicionando os *lead times*, que são muito variáveis, pois as peças podem ser requisitadas em qualquer leica *store* existente no mundo, os produtos reparados podem só regressar ao cliente mais de um mês depois.

Dentro desta secção existe um planeador dedicado exclusivamente aos produtos CC da gama SO. O planeador dos produtos CC *Photo*, dedicado à LCW, concentra-se no departamento da Logística, devido à necessidade de gerir e analisar as quantidades que pode liberar da sua produção para fornecer ao CC alemão.

4.2 Previsão e gestão de materiais do *Costumer Care* da Leica Portugal

A estrutura organizacional do CC não tem um sistema de previsão ao longo do tempo nem tem uma gestão bem definida e estabelecida. Este departamento rege-se pelo histórico de reclamações, recolhendo dados como meses de elevada procura relativamente a produtos para CC, ou tipos de produtos que são mais suscetíveis a terem problemas.

O planeamento do CC é feito através de uma análise do consumo de cada material nos últimos 3 meses, 6 meses e 12 meses, assim como o consumo médio diário. Desta forma, estima-se uma média de consumos anteriores e utiliza-se este valor para serem realizadas as encomendas dos três meses seguintes. O facto de não existirem previsões concretas, por ser um tema de carácter subjetivo e por a cada reclamação de um produto estar associada um diferente motivo e um diferente defeito, torna-se complicado prever que materiais vão ser necessários no futuro e em que quantidades.

A principal dificuldade do CC é garantir uma gestão adequada dos materiais, com menores custos de posse de peças que poderão ou não ser necessários para uma reparação de qualquer material. Acrescentando o parâmetro aleatório, o CC nunca sabe se, nem quando, uma peça será necessária. Devido à oferta de garantias superiores a 10 anos de produtos Leica e à possibilidade de reparação de produtos que já não estão em produção, existe uma grande

entropia na gestão dos materiais. Ainda neste âmbito, o lançamento de novos projetos ou alterações de versões dos artigos, sem ser possível prever a adesão do mercado, obriga o CC a encomendar peças na fase de pré-venda.

Normalmente, este departamento efetua encomendas com uma antecedência de pelo menos três meses, mediante os preços de materiais, o tamanho dos lotes de produção ou de compra e a criticidade do componente. Quando o material requisitado para a reparação do produto não existe em *stock*, é frequente o CC verificar a existência de *stock* desse material noutros armazéns da LCP, da Leica Wetzlar ou, por vezes, colocar reservas de material. As reservas de material são a designação dada a encomendas realizadas pelo CC LCP às linhas de produção.

O contrário também se verifica, isto é, na falta de componentes para terminar a montagem de um subgrupo ou produção de um produto semiacabado, a produção solicita ao armazém do CC o material em falta para completar o envio. Esta cedência pode ser bastante crítica, sendo que a falta de material para reparação pode colocar em causa o desempenho deste departamento e o arranjo de um produto final.

Quando os materiais estão inativos e não existe *stock*, a dificuldade acresce. É necessário analisar em detalhe a lista técnica dos grupos dos materiais, para verificar a possibilidade de serem novamente produzidos e se é viável a compra de MP para os produzir. Também é necessário averiguar a existência de ferramentas e o *know-how* para executar as operações. Para além disso, a ótica e a mecânica trabalham em lotes, sendo que nem sempre se justifica uma paragem da produção atual para se produzirem componentes de forma esporádica e em pequenas quantidades.

Nestas situações, o planeador do CC é responsável pelo balanceamento entre as suas necessidades e a capacidade produtiva das secções, colocando uma reserva de material para as datas previstas de ordens de produção. Desta forma, não obriga a mecânica, por exemplo, a produzir um lote grande para uma pequena necessidade. Isto acontece porque a mecânica, para otimizar a produção, opta pela redução de *changeovers* através da produção de maiores quantidades de materiais, de modo a satisfazer as necessidades num período temporal que justifique a produção.

No caso de algum material já não ser produzido internamente, o departamento das compras intervém na procura de um fornecedor que seja capaz de atender as necessidades. No entanto, a LCP reconhece a necessidade de implementar ações de melhoria, não só para facilitar a gestão dos materiais, mas por se admitir que o valor da Leica e de qualquer organização está na satisfação dos clientes. O departamento CC é essencial para garantir essa satisfação.

Os motivos de reparação podem ser vários:

- *Damage on arrival (DOA)* – são produtos que chegaram ao destino final num estado diferente do esperado, geralmente num período inferior a oito semanas.
- Internos – são produtos que pertencem à Leica, sejam amostras, demonstrações ou produtos de *marketing*.
- Garantia – Produtos que sofreram alterações funcionais no período de garantia.
- Re-reparações – são produtos que necessitam de uma nova reparação, após já ter sido reparados no passado.
- *Chargeable* - reparações estéticas sugeridas pela empresa, mas cobradas ao cliente, ou funcionais, mas fora do período de garantia.

O CC possui vários armazéns em sistema com diferentes utilidades. Os que foram mais relevantes para o projeto foram os armazéns 190, 191 e 195 - onde as peças do CC são mantidas até serem necessárias para utilização.

0190 – Armazém com várias peças de substituição dos produtos reparados no CC.

0191 – Armazém semelhante ao 0190, mas com peças que têm menos rotatividade (utilização).

0192 – Armazém da oficina de reparação dos produtos. Quando os técnicos pegam numa peça para usar num produto de um cliente, essa fica no 0192 até o se dar o fecho da ordem de reparação.

0193 – Armazém de produtos de clientes que foram trocados. Ou seja, são produtos que os clientes enviaram em situações em que é enviado um produto novo.

0194 – Armazém com produtos e peças que são reparados fora do CC, nas linhas de produção.

0195 – É igual ao 0190, mas este é que é considerado em termos de MRP, ao contrário do 0190 e do 0191.

A distinção entre armazéns é o critério de rotatividade e, no caso do 0195, de possuir componentes relevantes para MRP, isto é, existe visibilidade em sistema dos componentes alocado ao mesmo, sendo contabilizados como *stock* da empresa. Este facto poder ser visto como uma vantagem, por facilitar a gestão e o consumo dos materiais no armazém, ou como um aspeto negativo, porque os produtos são *stock* da empresa e não do CC, sendo-lhe retirado, quando é necessário nas linhas de produção.

4.3 Análise Crítica

4.3.1 Planeamento do Customer Care

Após a perceção dos processos do CC, identificaram-se situações críticas para a gestão do seu inventário. Para a análise do histórico, consideraram-se as quantidades de produtos que deram entrada no CC para reparação nos últimos dois anos fiscais. O ano fiscal rege-se pelo sistema alemão (de 1 de abril a 31 de março do ano seguinte). A análise efetuada definiu-se como sendo relativa ao ano fiscal 21 FY21: abril 2020 – março 2021), ao ano fiscal 22 (FY22: de abril 2021 – março 2022) e ao ano fiscal 23 (FY23: de abril 2022 – março 2023).

Primeiramente, averiguou-se que tipo de produtos seriam analisados. Sabendo que o CC português é responsável pela gama SO, reuniram-se as diferentes famílias de produtos e as características inerentes a cada uma.

Dentro desta gama, a Leica apresenta diferentes tipos de telescópios (Spektive) binóculos (Binoculars), miras (Rifle Scopes) e binóculos eletrónicos (Rangefinders). Os Rangefinders são os únicos com parte eletrónica incorporada para medição de distância. Os produtos SO são

essencialmente utilizados para caça, cuja época normal decorre entre setembro e fevereiro.

Com base dos movimentos registados em sistema, exportou-se uma base de dados que foi posteriormente organizada por categorias de produto, dividindo as quantidades em entradas no armazém pelos meses do respetivo ano, ao longo dos três anos fiscais FY 21, FY 22 e FY23

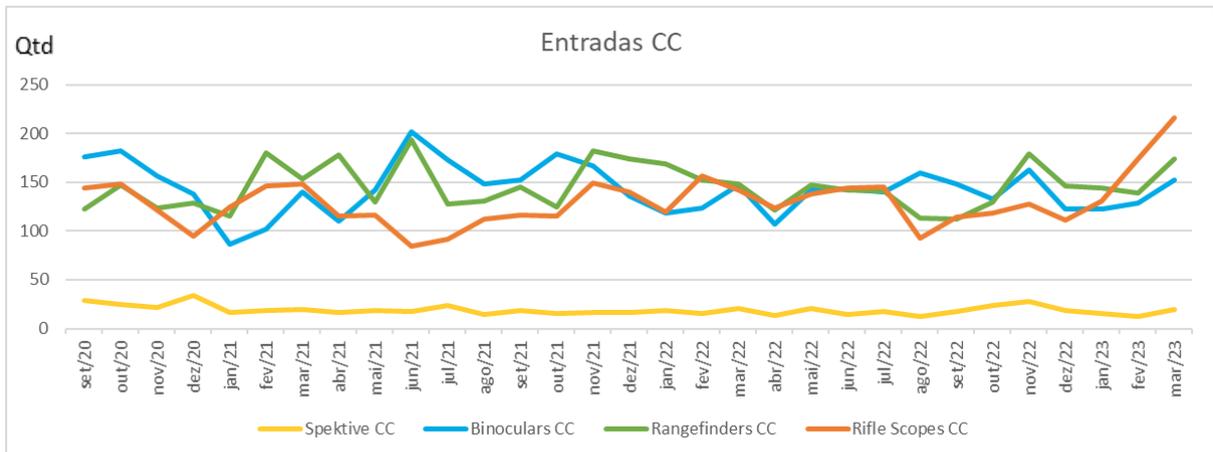


Figura 7 - Entradas mensais no CC por família de produto

(Figura 7).

Pela análise do gráfico, compreende-se que os Spektive são a categoria de produtos com menores entradas no CC, sendo de esperar uma quantidade de materiais, quer reservados quer consumidos, inferior às restantes famílias. Posteriormente, retiraram-se os consumos e as reservas de material associadas dos anos FY 22 e FY 23, devido ao impacto do FY 21 no FY 22 e deste último no FY seguinte, de forma a perceber se a gestão de materiais esteve de acordo com as necessidades de reparação (Figuras 8 e Figura 9).

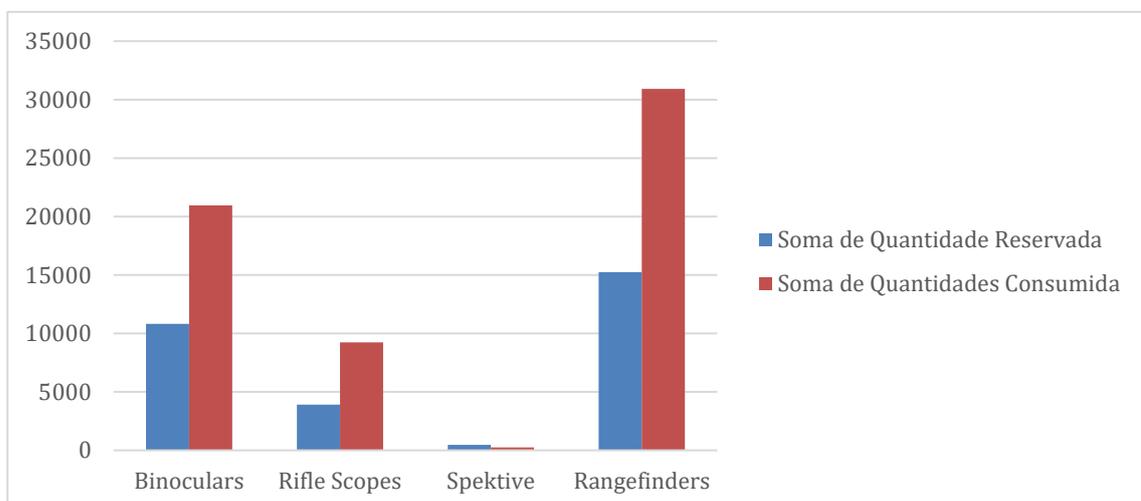


Figura 8 - Quantidades Reservadas vs Consumos do CC no FY 22.

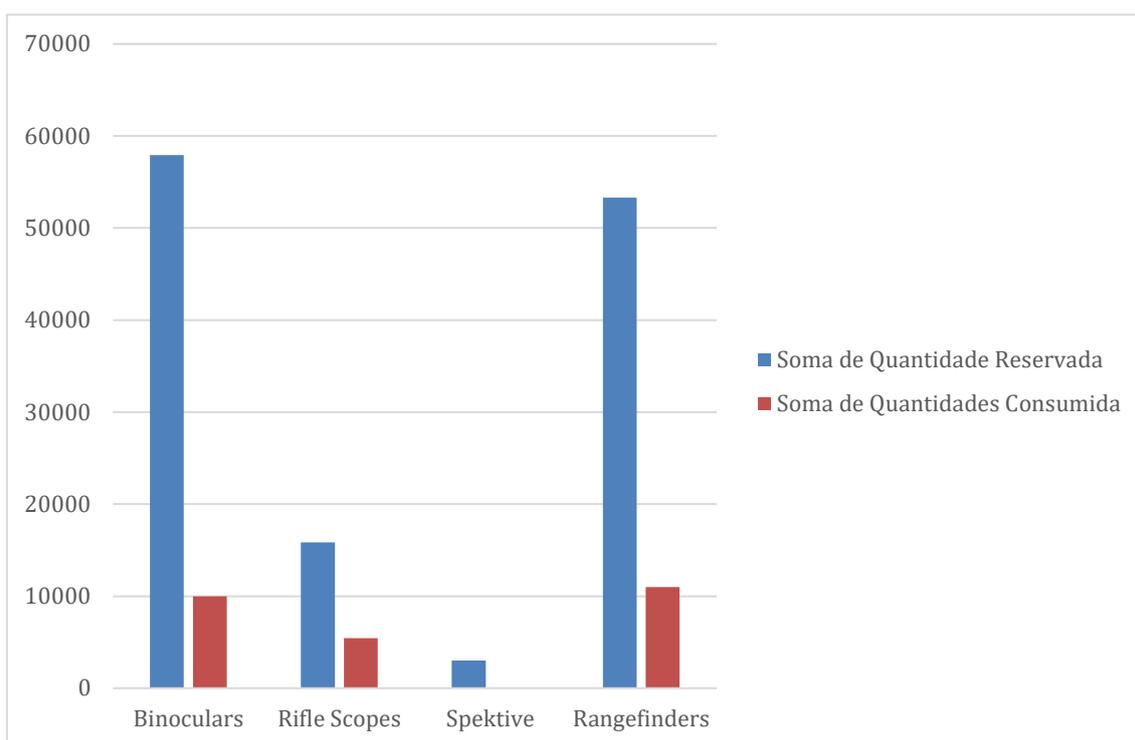


Figura 9 - Quantidades Reservadas vs Consumos do CC no FY 23.

Como é possível observar nas figuras 8 e 9, quer as reservas de material quer os consumos são sempre superiores para os Binoculars e Rangefinders, seguido dos Rifle Scopes. Os Spektive, contrariamente, são a família de produtos com menores quantidades de ambos. A análise dos gráficos da Figura 8 e Figura 9 não foi dividida de forma mensal visto que as reservas, como já referido, são realizadas com 3 meses de antecedência, não podendo ser relacionadas com os consumos mensais.

Os gráficos das Figuras 8 e 9 representam a disparidade entre os materiais consumidos e os reservados. No FY 22, as quantidades consumidas foram superiores às reservadas, sugerindo aqui um mau planeamento de materiais e uma previsão que não foi de encontro à esperada, provocando atrasos em reparações por falta de material e aumento dos custos devido a compras urgentes de materiais que não tinham sido previstos. Por outro lado, no FY23, reservaram-se maiores quantidades que as necessárias, revelando novamente mau planeamento, agora por excesso. Reservou-se acima da quantidade que foi utilizada, diminuindo o prazo de reparação, mas aumentando os *stocks*. Esta ação sugere um certo nível de prevenção associado, porventura, à falta de materiais que abalou os *stocks* do CC no ano anterior.

Nos Anexos I e II, estão representados gráficos referentes às consequências desta gestão insuficiente dos materiais. O prazo de reparação mensal aumentou relativamente à média, assinalada pela linha vermelha, e as encomendas em *backlog*, ou seja, em atraso também foi superior.

Da análise aos processos de gestão do CC, na Tabela 2 apresentam-se sintetizados os problemas identificados.

Tabela 3 - Problemas e Causas encontrados no CC

Problema	Causa
Má gestão do planeamento de produtos Leica Camera para CC	CC Wetzlar realiza encomendas de materiais utilizados na produção em série, obrigando a planeadora do CC a ceder material necessário à linha.
Excesso de <i>stock</i> não utilizado	Reservas de material do CC baseado em dados históricos
Atrasos nas reparações	Falta de <i>stock</i> devido ao planeamento “cego”

A dificuldade em gerir um planeamento direcionado a produtos com uma imprevisibilidade tão grande como os do CC, torna o seu estudo imprescindível, de forma a perceber se existem padrões ou sazonalidades que facilitem esta gestão no futuro.

4.3.2 Gestão de Obsoletos

No início do projeto efetuou-se uma avaliação do *stock* existente e estabeleceram-se, juntamente com o orientador da empresa, quais os materiais a sucatar.

Cada departamento foi responsável por realizar o seu inventário e identificar quais os materiais que poderiam ser considerados obsoletos, mediante critérios como:

- Rotatividade no último ano, 5 anos a 10 anos;
- Movimentos: a sua utilização era para produção em série, apenas para CC ou para ambos;

- Quantidade: apesar de já não estarem ativos, quando estavam eram necessários em grandes quantidades, e nesse caso, realizar apenas uma sucata parcial;
- Custo: perceber a relação investimento/perda ao sucatar e se o custo associado ao risco de ser necessário posteriormente poderá ser facilmente suportado;
- Disponibilidade no mercado: estão disponíveis para importação nacional ou internacional e de fácil acesso.

Até ao presente ano fiscal, o inventário era efetuado sem a existência de uma base de critérios sólida, isto é, as linhas de produção acumulavam o seu *stock* até não terem espaço livre e, quando se deparavam com problemas de falta de espaço no armazém, sucataavam.

Durante a análise dos movimentos e das necessidades de cada referência constatou-se que existiam referências em sistema, que não se encontravam fisicamente no respetivo armazém.

Para estudar o impacto sofrido pelo armazém do CC na sucata de materiais realizada no FY 23, recolheram-se os dados inerentes às quantidades monetárias e físicas dos materiais sucataados de todos os armazéns, Tabela 3.

Tabela 4 - Quantidade monetária e física sucutada por armazém

Armazéns	Qt Monetária	Quantidade	% €	% quantidade
0099	-436 757,89	-370 941,98	30,775%	20,0744%
0040	-421 350,20	-914 727,61	29,690%	49,5026%
0010	-104 227,42	-53 773,90	7,344%	2,9101%
0070	-102 105,73	-367 454,87	7,195%	19,8857%
0068	-78 511,51	-13 820,00	5,532%	0,7479%
0020	-45 719,53	-13 694,00	3,222%	0,7411%
0031	-41 170,43	-1 439,00	2,901%	0,0779%
0191	-36 743,36	-49 948,00	2,589%	2,7031%
0190	-25 811,69	-2 380,00	1,819%	0,1288%
0194	-22 956,57	-158,00	1,618%	0,0086%
0080	-20 402,96	-1 129,00	1,438%	0,0611%
0050	-15 356,27	-1 407,00	1,082%	0,0761%
0061	-13 178,66	-19 318,00	0,929%	1,0454%
0018	-10 047,64	-1 312,00	0,708%	0,0710%
0017	-9 851,88	-369,00	0,694%	0,0200%
0074	-5 785,72	-44,00	0,408%	0,0024%
0015	-5 186,28	-126,00	0,365%	0,0068%
0800	-4 963,23	-1 182,00	0,350%	0,0640%
0076	-4 138,42	-154,00	0,292%	0,0083%
0012	-3 977,52	-46,00	0,280%	0,0025%
0079	-3 231,77	-117,00	0,228%	0,0063%
0065	-2 482,90	-34 023,00	0,175%	1,8412%
0711	-1 846,64	-97,00	0,130%	0,0052%
0033	-1 609,98	-43,00	0,113%	0,0023%
0030	-1 042,60	-40,00	0,073%	0,0022%
0011	-469,11	-31,50	0,033%	0,0017%
0180	-201,84	-58,00	0,014%	0,0031%
0021	-59,57	-4,00	0,004%	0,0002%
Total	1 419 187,32	1 847 837,86		

Na Tabela 3, verifica-se que os três armazéns do CC constam, no processo de sucata, no Top10 dos armazéns com maior valor monetário a ser sucutado e com o 0191 a ocupar o 8º lugar dos armazéns com maior quantidade de sucata.

O valor sucutado só representa 35,5% da imparidade acumulada para o ano fiscal em estudo, devido à abrangência dos critérios objetivos definidos pela empresa para constituir imparidades descritos no capítulo 3.8. Esta percentagem é bastante elevada dado representar bens sem qualquer utilização e/ou valor de mercado.

O planeamento dos materiais, quando mal efetuado, pode relacionar-se diretamente com a sucata de materiais. Uma má gestão das necessidades origina stocks elevados de materiais

que podem nunca vir a ser utilizados. Sem consumos e baixa rotatividade, estes materiais encaixam exatamente no perfil daquilo que é ser obsoleto e, posteriormente, um material sucitado. Como tal, foram efetuadas propostas de melhoria neste sentido.

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Este capítulo dedica-se à descrição de propostas de melhoria e de possíveis abordagens aos problemas e desafios identificados no Capítulo 4. Essas propostas são ao nível do planeamento do CC e também relativamente aos materiais obsoletos e ao inventário.

5.1 Análise dos consumos reais em CC e dos últimos 3 meses

O planeamento do CC, como referido anteriormente, baseia-se numa análise do consumo dos últimos três meses, isto é, a previsão dos consumos do mês atual é calculada com base nos consumos dos três meses anteriores.

O critério de reservas de material baseado em dados históricos nem sempre era adequado, como se comprovou com a análise dos dois últimos anos fiscais, em que tempo de reparação aumentou, por escassez de materiais e, conseqüentemente, as ordens em atraso também sofreram um incremento (Anexos I e II). Assim, realizou-se uma análise de dados em R, de forma a rejeitar, com evidências estatísticas, a relação entre as entradas no departamento CC e os seus consumos anteriores.

A análise foi realizada para cada família de produtos, separadamente, por se ter considerado extremamente importante as diferentes funções de cada família de produtos e as diferenças nas listas técnicas entre estas (Tabela 4).

Tabela 5 - Dados de produto final e entradas em CC mensais por família de produtos nos FY 21, 22 e 23.

Mês	Spektive	Spektive CC	Binoculars	Binoculars CC	Rangefinders	Rangefinders CC	Rifle Scopes	Rifle Scopes CC
set/20	125	29	1190	176	1360	122	249	144
out/20	68	25	1861	182	1962	147	480	148
nov/20	175	22	1346	156	1556	124	1262	121
dez/20	215	34	1251	138	1739	129	1027	95
jan/21	177	16	1446	86	1213	115	693	125
fev/21	94	19	1128	102	1159	180	570	146
mar/21	37	20	2170	140	1413	153	792	148
abr/21	61	16	1785	110	976	178	755	115
mai/21	140	19	1912	142	1876	130	882	116
jun/21	114	18	1527	202	1491	194	930	84
jul/21	200	24	2307	173	2138	128	1027	92
ago/21	35	14	478	148	406	131	345	112
set/21	195	19	2157	152	2276	145	1256	116
out/21	119	15	1797	179	1970	125	1041	115
nov/21	114	16	1489	167	1924	182	868	149
dez/21	126	16	1556	136	2163	174	872	140
jan/22	60	19	1614	118	1516	169	770	119
fev/22	70	15	1575	124	1867	152	914	156
mar/22	96	21	1814	147	1658	148	1032	142
abr/22	34	13	1861	107	997	121	966	124
mai/22	40	21	2014	142	2589	147	877	138
jun/22	157	14	2299	143	2333	142	1443	144
jul/22	103	17	2345	140	2145	141	1705	145
ago/22		12	659	160	777	113	466	93
set/22		17	2334	148	2291	112	1725	114
out/22	10	24	1913	133	2733	130	1373	118
nov/22	58	28	1853	163	2847	179	1771	128
dez/22	1	19	1668	122	2222	146	1186	111
jan/23	40	15	1544	123	2396	144	1253	131
fev/23	63	12	1191	129	2180	139	1053	174
mar/23	72	20	1661	152	2911	174	1169	216

O período analisado foi o FY 21, FY 22 e FY 23, sendo que o FY 21 considerado para análise iniciou a setembro de 2020 em vez de abril. O motivo da desconsideração dos 5 meses deste ano fiscal foi a baixa de produção e a entrada da empresa em *Lay-off* proveniente da impactante pandemia Covid-19 que chegou a Portugal em meados de 2020.

5.1.1 Teste de Correlação de *Pearson*

A realização do teste de correlação estatístico passou pela análise de duas variáveis: a família de produtos em estudo, e a variável temporal.

Inicialmente, gerou-se uma matriz R, de três colunas e 31 linhas, com as variáveis, no caso dos Rangefinders: “Mês”, “Rangefinders” e “Rangefinders_CC”. O mês representa todos os meses em estudo, os Rangefinders a quantidade exportada desta família de produtos e Rangefinders_CC as entradas do mesmo no armazém do CC, isto é, as quantidades de produto para reparar (Anexo III). O mesmo raciocínio foi aplicado para a nomenclatura das variáveis referentes às restantes famílias de produtos.

Em seguida, analisaram-se as entradas em CC do mês atual em relação com as entradas dos últimos três meses, sendo este o nosso *lag* temporal. O *lag* temporal é o período em estudo. As variáveis do mês foram convertidas para um formato que pudesse ser reconhecido em R como uma variável mês/ano e aplicou-se a função da correlação de modo a obter o coeficiente de *Pearson* (Anexo IV).

Como é possível observar no Anexo IV, o coeficiente de *Pearson*, no caso dos *Rangefinders*, é de -0,2691. Este coeficiente indica que não existe uma relação positiva entre as reparações do mês atual e as dos três últimos meses. Da mesma forma, o método foi aplicado às restantes famílias de produtos, com o código e o *output* do mesmo disponível nos anexos V, VI e VII.

Os coeficientes de *Pearson* calculados no programa *Rstudio* estão disponíveis na Tabela 4.

Tabela 6 - Coeficientes de Pearson na Análise da Correlação para um lag temporal = 3

	Coeficiente de <i>Pearson</i>
<i>Spektive CC</i>	- 0.0271
<i>Binoculars CC</i>	- 0.0442
<i>Rangefinders CC</i>	- 0.2691
<i>Rifle Scopes CC</i>	- 0.1297

Como mencionado no início do capítulo, valores inferiores a 0 insinuam uma relação negativa entre as variáveis em estudo. Verifica-se que, segundo este método, para além de praticamente não existir relação entre as reparações dos últimos três meses e as reparações do mês atual, e a que há é uma relação negativa. Para obter uma análise mais sólida, complementou-se a atual com um outro método estatístico.

5.1.2 Análise da Autocorrelação

Para esta análise, definiram-se duas hipóteses para um nível de significância de 5%.

$H_0 =$ Não há relação entre entradas CC no mês atual relativamente aos últimos três meses.

$H_1 =$ Existe relação entre entradas CC no mês atual relativamente aos últimos três meses.

Seguindo o mesmo raciocínio do *lag* de 3 meses, elaborou-se um código capaz de calcular o *p-value* para cada família de produtos. Como exemplo, o código aplicado aos Rifle Scopes, Anexo VIII.

O *p-value* dos Rifle Scopes, representado no Anexo VIII é de 0,5196798, superior ao nível máximo para a rejeição de H0. Para esta família de produtos, a análise estatística aplicada despista qualquer relação entre entradas atuais no CC e entradas nos últimos três meses. Os anexos IX, X e XI demonstram o mesmo raciocínio exercido para as restantes famílias de produtos.

Tabela 7 - p-value de cada família de produto para um lag de 3 meses

	<i>p-value</i>
<i>Spektive CC</i>	0.891234
<i>Binoculars CC</i>	0.8234085
<i>Rangefinders CC</i>	0.1661507
<i>Rifle Scopes CC</i>	0.5106798

Os valores individuais do *p-value* indicam que, para todas as famílias de produtos, a hipótese H0 não pode ser rejeitada, isto é, não é possível retirar nenhum tipo de relação entre as entradas de produtos para reparação no mês atual comparativamente aos três que o antecedem.

Este método vai de encontro ao concluído no método estatístico do teste de correlação, reforçando aqui a fragilidade do método de previsão do CC e descartando a eventualidade de considerar suficiente a previsão dos materiais efetuada atualmente na Leica.

5.2 Relação entre as Vendas e as Reparações no CC

Após a realização da análise de dados em R, para perceber a fiabilidade do método atualmente utilizado na empresa para prevenir consumos e gerir os materiais do CC, e de se ter concluído que a gestão não está a ser a mais correta, inseriu-se uma nova variável no estudo: as exportações mensais. Com esta nova variável, pretende-se averiguar o impacto que a quantidade de produto final exportada pode ter na quantidade de produtos que entram no armazém de reparação do CC (Figura 7 e Figura 10).

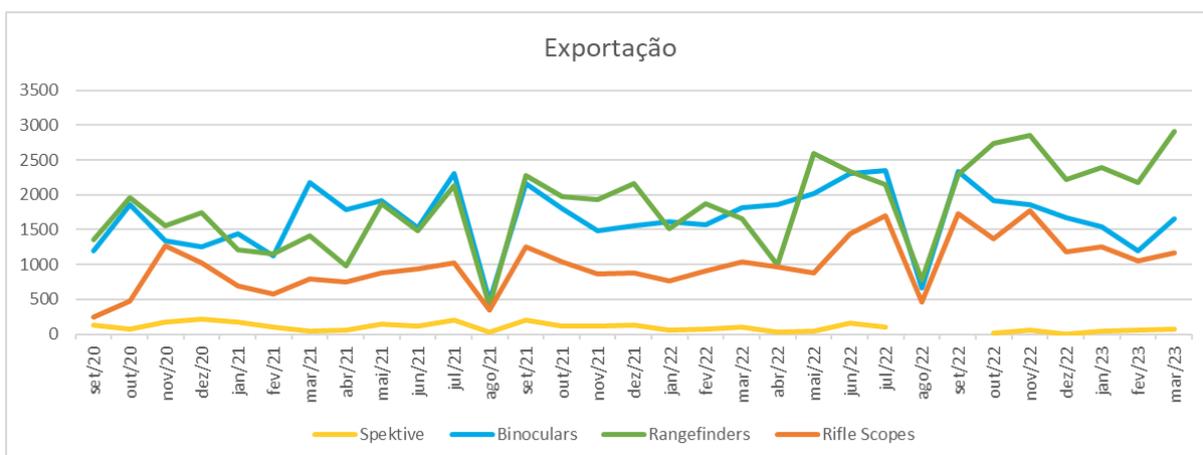


Figura 10 - Exportação mensal de Produtos Finais

É importante referir que as sazonalidades verificadas no mês de agosto, Figura 13 se devem ao facto da empresa fechar três semanas, por questões de manutenção de máquinas. Por esse motivo, há sempre uma maior produção no mês de julho para satisfazer as encomendas de agosto.

Como se está a falar de produtos SO, utilizados maioritariamente na caça desportiva, realça-se que a época destinada a esta atividade se situa anualmente entre os meses de setembro a fevereiro, portanto espera-se que, no final da época, haja maiores entradas no CC, consequência de danos em equipamentos provenientes da execução da atividade.

Com uma observação primordial da Figura 7 e Figura 13 retira-se facilmente que há possibilidade de existir relação entre as duas variáveis: as famílias de produtos com mais exportações são também as que são reparadas em maiores quantidades. Como tal, novamente em R, será analisado detalhadamente, através da *Cross-Correlation*, de que forma estas duas dimensões podem, ou não, estar relacionadas.

5.2.1 Análise *Cross-Correlation*

Por não existir um intervalo em estudo, mas sim uma possível relação num intervalo temporal, o coeficiente desta análise será calculado para um *lag* de 1 a 12 meses, para cada família de produto.

Considerando agora a família dos Spektive, foi realizado o código no Rstudio e interpretado o seu *output* (Anexo XII). Os códigos das restantes Famílias de Produtos podem ser consultados nos anexos XIII, XIV e XV.

O coeficiente de *Pearson*, para os spektive, tem tendência a aumentar ao longo do tempo. A interpretação deste resultado é que existe uma relação positiva entre as vendas de produto final e as entradas desta família de produtos para reparação, ao longo do tempo, chegando a atingir um valor de 0,7069676 aos 12 meses de *lag*. Resumidamente, com base neste método estatístico, considera-se elevada a probabilidade das vendas de produto final se refletirem nas entradas em CC 12 meses depois.

Para permitir uma interpretação visualmente mais fácil, a Figura 11 representa os coeficientes de *Pearson* entre 1 e 12 meses num gráfico, para cada família de produtos.

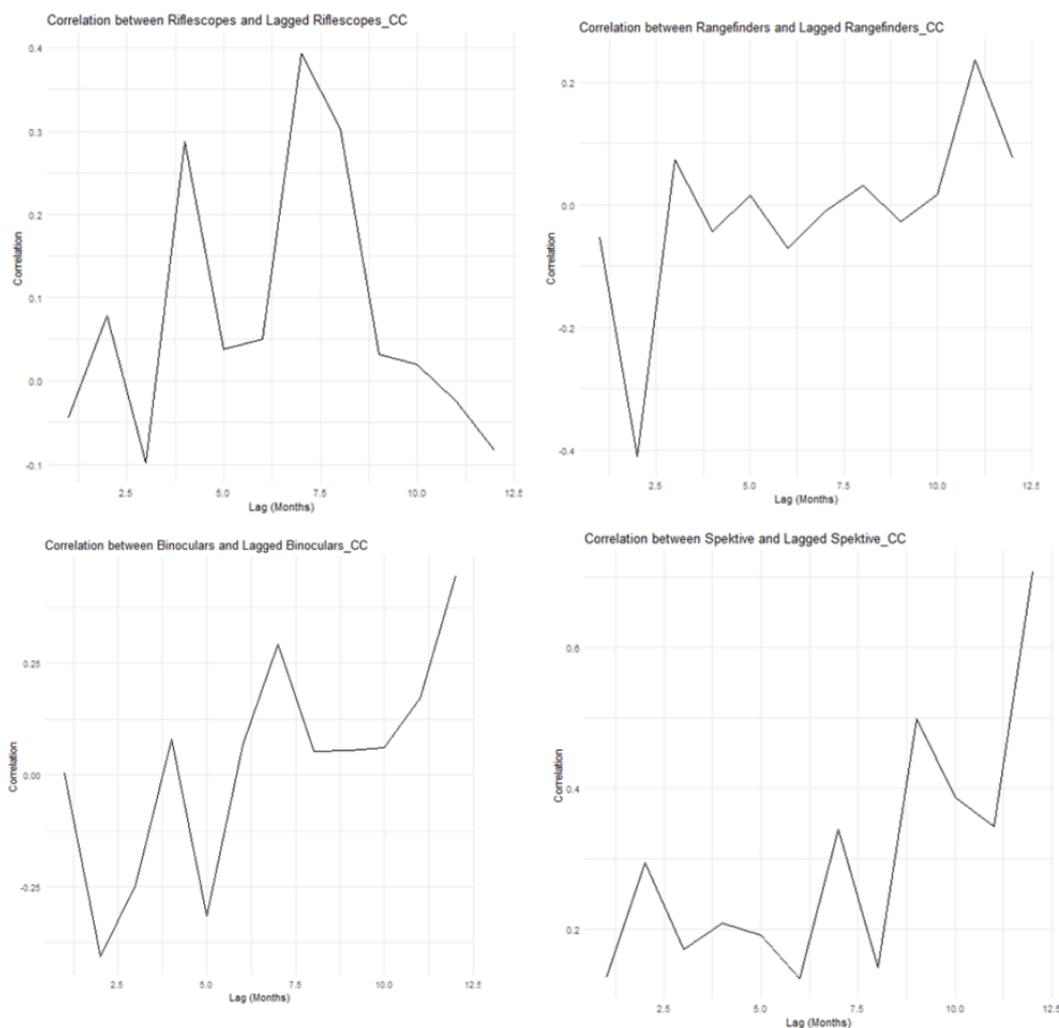


Figura 11 - Coeficientes de *Pearson* para um lag temporal entre 1 a 12 meses para cada família de produtos

Para todas as famílias de produtos é possível verificar um aumento do coeficiente ao longo do tempo. Para os Riflescopes, o pico é atingido aos 7 meses, com um coeficiente de aproximadamente 0,4. Os Binoculars atingem o pico mais elevado aos 12 meses, assim como os Spektive. No entanto, estes últimos já possuem valores de *Pearson* relativamente elevados aos 7,5 meses, com tendência a aumentar. Por fim, os Rangefinders são os que apresentam um valor mais reduzido, contudo positivo e também com tendência a crescer entre os 7 e os 12 meses.

Os Riflescope são a exceção à regra no que toca ao aumento após os 7 meses de *lag*. Ainda assim, comprovou-se que, para todas as famílias de produtos, existe uma relação positiva entre as vendas e os consumos do CC, objeto inicial de estudo e atual proposta de melhoria.

Segundo a abordagem realizada neste capítulo, sugere-se uma previsão do CC com base nas exportações de produto final. Para os Riflescopes e Binoculars comprovou-se que as exportações afetam as entradas de produtos para reparação 7 meses depois, 11 meses depois para os Rangefinders e 12 meses depois para os Spektive.

Com uma duração de 6 meses e 7 meses de pausa, a caça é o fundamento dos produtos SO, sendo este o segmento de mercado maioritariamente atingido pelos mesmos. Desta forma, para além do que foi provado com a análise estatística, já seria de esperar um aumento das vendas no período pré-caça e das reparações no pós-caça, sendo inviável prever e gerir materiais com base em consumos anteriores sabendo que a procura varia consoante as alturas do ano.

Este tema está diretamente relacionado com a obsolescência dos materiais, visto que uma má gestão logística leva a um *stock* excessivo, perda de valor e, posteriormente, sucata de materiais.

5.2.2 Gestão de Obsoletos

A análise intensiva do inventário dos materiais suscitou interesse em desenvolver melhorias no sentido de facilitar o mesmo processo nos próximos anos.

Após sucatar materiais, iniciou-se o processo de modificação da sua classificação em SI. A classificação na LCP não era a mesma que a classificação da LCW e achou-se pertinente, ao mudar a classificação dos materiais, colocá-los de acordo com os seus critérios.

Tabela 8 - Designação Antiga (vermelho) e Designação Atual (verde)

Status (antigo)	Designação	Status (novo)	Designação	Utilização
Z	Materiais Novos	NF	Indisponível para utilização livre	Novos materiais/amostras
AZ	Materiais Ativos/Materiais em Revisão	BF	Em disponibilização	Materiais em qualificação
A	Material Ativo	F	Em utilização	Materiais em produção
AC	Material Ativo Exclusivo CC	FC	Em utilização apenas CC	Materiais exclusivos CC
AS	Material em Fim de Vida	AS	Em descontinuação	Materiais em fim de vida
I	Material Inativo	T	Material Inativo	Material Inativo
IP	Materiais CC Ativos em LCP			
IT	Material morto/inativo			
IZ	Material Inativo			

A uniformidade na classificação das duas empresas, LCP e LCW, permite a qualquer utilizador analisar o sistema e reconhecer o estado do material em observação quer em Portugal quer na Alemanha.

A proposta de melhoria para este cenário é que a realização do inventário seja mais frequente, de modo a atualizar as quantidades em sistema com os físicos, e evitar desvios de quantidade em sistema.

De seis em seis meses, os planeadores de cada secção deverão averiguar o *stock* existente e a sua utilização. No caso de não ser previsto o seu consumo, procurar a possibilidade de contornar o problema através da venda dos mesmos por preços mais reduzidos, por exemplo.

Relativamente ao CC, a proposta efetuada, de um planeamento mais correto e gestão mais eficaz dos materiais, é um impulsionador para reduzir a obsolescência nos seus armazéns.

5.3 Inclusão de um planeador do CC produtos Photo

A tarefa de planear os materiais requeridos pelo CC LCW está atribuída ao planeador dos produtos Photo.

Para além de todas as exigências que compete a um planeador, ainda acrescenta a responsabilidade de atender a necessidades súbitas do CC LCW.

Da mesma forma que há imprevisibilidade na chegada de produtos para reparação na LCP, a LCW enfrenta o mesmo obstáculo. Após realizar encomendas à LCP, cabe à planeadora averiguar se pode ceder parte da sua produção à LCW sem afetar os envios já planeados.

A Leica rege-se por uma produção *lean* e “*make-to-order*”, ou seja, o *trigger* para iniciar a produção é dado pela inserção de encomendas reais em sistema, nunca produzindo para *stock*. Este fator condiciona encomendas não programadas que podem, no momento, ficar sem efeito devido à falta de material ou mesmo por não estarem a ser produzidos produtos do mesmo tipo quando é efetuada a encomenda.

Para exercer esta função de gerir encomendas CC LCW com a produção em série para exportação oficial, sugeriu-se a inclusão de alguém responsável pelo CC LCW dentro do departamento da Logística, sendo o intermediário entre as encomendas que a LCW realiza e a comunicação às linhas de produção e aos planeadores dos produtos gama *Photo*.

Este operador seria também responsável pela análise das encomendas dos produtos SO que, com base na previsão, enviaria relatórios mensais do que será esperado dar entrada no CC no *lag* definido para cada tipo de produto.

Com essa informação, o planeador do CC em LCP fará a gestão de *stock* do seu armazém.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

O projeto desenvolvido na Leica Aparelhos Óticos de Precisão S.A. teve início no departamento da logística, onde se procedeu precocemente à realização do inventário e estudo dos materiais obsoletos.

Durante o projeto foi possível contactar com vários materiais e produtos e perceber, de forma real, como lidar com a obsolescência e as análises que podem ser feitas para classificar os materiais.

Posteriormente, partiu-se para uma abordagem mais aprofundada relativamente ao departamento do CC e aos seus métodos de previsão. A existência de inúmeras restrições, como movimentos e utilizações em vários materiais, assim como listas técnicas, foram algumas das dificuldades encontradas no tratamento dos dados sobre os materiais existentes no CC.

Por ser um departamento recente, existe uma escassez de dados que torna mais difícil construir uma linha do raciocínio eficaz e com soluções concretas. Por esse motivo, a dissertação promoveu o reconhecimento de que o planeamento do CC e sua gestão de materiais pode ser melhorada e de que forma é possível melhorar.

As exportações de produto final e as entradas em CC estão relacionadas em espaços temporais que variam consoante a família de produtos, comprovada com a análise *Cross-Correlation* efetuada em R. Desta forma, sugere-se uma análise mais detalhada dos diferentes produtos dentro de cada família, de forma a planear ao pormenor os materiais.

Com necessidade de perceber a imparidade dos materiais para definir a relevância dos mesmos serem, ou não sucitados, suscitou-se o interesse em desenvolver um paralelismo entre gestão de *stocks* do CC, o seu planeamento e o seu impacto direto na obsolescência e, consequentemente, na imparidade dos materiais.

Após os testes estatísticos realizados em R, conclui-se que o planeamento do CC não é efetivamente o mais correto, sendo então definidos intervalos temporais onde se acha possível poder relacionar as reparações com as exportações.

Do planeamento incorreto resulta também um *stock* em excesso e a existência de materiais sem uso nem utilização prevista, reunindo as condições necessárias para serem considerados obsoletos.

Dentro do valor sucataado na Leica, o CC representa uma percentagem bastante elevada do seu total que, por sua vez, representa cerca de 35% do valor das perdas por imparidade da empresa no passado ano fiscal (FY23).

Para trabalho futuro, como prevenção e controlo, propõe-se a realização do inventário mais frequentemente, duas vezes por ano, ou rotativo, em que todos os artigos serão contados pelo menos duas vezes ao longo do ano, não só pelo CC, mas por parte de todas as secções.

Relativamente aos métodos de previsão, sugere-se o estabelecimento de critérios de previsão mais consistentes no CC com base nos *lag* temporais retirados desta análise. No momento, a empresa adquiriu um planeador dedicado ao CC produtos Photo, sugestão mencionada no capítulo 5.3, e espera-se que vá de encontro às necessidades mencionadas ao longo desta dissertação.

Num ambiente e numa empresa com a dimensão da Leica, considera-se que mais importante do que querer resultados imediatos, é obter conhecimento para os resultados poderem efetivamente chegar. Nesse sentido, e sendo o objetivo da dissertação acrescentar a todas as partes, conclui-se que os resultados foram cumpridos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarti Deveshwar, & Dhawal Modi. (2011). Inventory Management Delivering Profits through Stock Management. Asia-Pacific Business Research Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 1(1), 1–13. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=50d4e7cc540baa457291c0e0532803406a74fdad>
- Adetunji, O., Bischoff, J., & Willy, C. J. (2018). Managing system obsolescence via multicriteria decision making. *Systems Engineering*, 21(4), 307–321. <https://doi.org/10.1002/sys.21436>
- Almeida, Rui. Gestão de Armazéns. CECOIA.
- Anca, V. (2019). Logistics and Supply Chain Management: An Overview. *Studies in Business and Economics*, 14(2), 209–215. <https://doi.org/10.2478/sbe-2019-0035>
- Barbosa Filho, L. H. (2023, 6 de julho). Construindo uma análise exploratória envolvendo funções de autocorrelação - Análise Macro. *Análise Macro*. <https://analisemacro.com.br/estatistica-e-econometria/construindo-uma-analise-exploratoria-envolvendo-funcoes-de-autocorrelacao/> (consultado a 22 de setembro 2023)
- Boss Magazine. (2021, April 29). 8 Ways to Improve Customer Service. *The Boss Magazine*. [web page] <https://thebossmagazine.com/8-ways-improve-customer-service/> (consultado a 17 de maio 2023)
- Botelho, C. L., Silva, R. H., & Rocha, W. A. (2013). Sistemas de produção MRP & MRP II. *Anais de Trabalhos Premiados*, 151–158. Retrieved from <http://www.univem.edu.br/anaiscpc2012/pdf/Artigos - Sistemas de producao MRPP - MRPII.pdf>
- Brady, M. K., & Cronin, J. J. (2001). Customer Orientation: Effects on Customer Service Perceptions and Outcome Behaviors. *Journal of Service Research*, 3(3), 241–251. <https://doi.org/10.1177/109467050133005>
- Burns, A. (2005). Action research: An evolving paradigm? *Language Teaching*, 38(2), 57–74. <https://doi.org/10.1017/S0261444805002661>

- Cachon, G. P., & Terwiesch, C. (2006). Matching supply with demand: An introduction to operations management. McGraw-Hill. Retrieved from https://www.academia.edu/36403489/Matching_Supply_with_Demand_An_Introduction_to_Operations
- Cichos, D., & Aurich, J. C. (2016). Support of Engineering Changes in Manufacturing Systems by Production Planning and Control Methods. *Procedia CIRP*, 41, 165–170. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.049>
- Cinelli, M., Ferraro, G., Iovanella, A., Lucci, G., & Schiraldi, M. M. (2017). A network perspective on the visualization and analysis of bill of materials. *International Journal of Engineering Business Management*, 9, 1–11. <https://doi.org/10.1177/1847979017732638>
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Dam, S. M., & Dam, T. C. (2021). Relationships between Service Quality, Brand Image, Customer Satisfaction, and Customer Loyalty. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(3), 585–593. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no3.0585>
- Derrick T., & Thomas J. (2004). Time Series Analysis: The Cross-Correlation Function. *Em Innovative analysis of Human Movement*, (pp. 189-205). 1. Chapter 7. Human Kinetics.
- Dinçel, S. (2023). A Situation Analysis On Reverse Logistics Policies And Practices. (March).
- Dwita, F., Sudiantini, D., Agustine, L., Sedyoningsih, Y., & Channa, K. (2023) (2023). The Effect of Moment of Truth, Service Quality and Customer Satisfaction on Customer Loyalty. *Journal of Economics, Finance and Management Studies*, 06(01), 137–145. <https://doi.org/10.47191/jefms/v6-i1-16>
- Erro-Garcés, A., & Alfaro-Tanco, J. A. (2020). Action Research as a Meta-Methodology in the Management Field. *International Journal of Qualitative Methods*, 19, 1–11. <https://doi.org/10.1177/1609406920917489>
- Farahani, R. Z., Rezapour, S., & Kardar, L. (2011). Logistics Operations and Management: Concepts and Models. Elsevier. https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/LOGISTIK%20OPERASI/Logistics_and_Operation_Management_PDF.pdf#page=198

- Godinho Filho, M., & Fernandes, F. C. F. (2006). Redução da instabilidade e melhoria de desempenho do sistema MRP. *Production*, 16(1), 64–79. <https://doi.org/10.1590/s0103-65132006000100006>
- Graves, S. C. (2011). Uncertainty and production planning. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 151). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6485-4_5
- Güçdemir, H., & Selim, H. (2017). Customer centric production planning and control in job shops: A simulation optimization approach. *Journal of Manufacturing Systems*, 43, 100-116.
- Helkkula, A., & Kelleher, C. (2010). Circularity of customer service experience and customer perceived value. *Journal of Customer Behaviour*, 9(1), 37–53. <https://doi.org/10.1362/147539210x497611>
- Hompel, M. & Schmidt, T. (2007). *Warehouse Management*. Springer.
- Ignácio, S. A. (2012). Importância da Estatística para o Processo de Conhecimento e Tomada de Decisão. *Revista Paranaense De Desenvolvimento - RPD*, (118), 175–192.
- Keiser, S., & Tortora, P. G. (2022). product life cycle management (PLM). *The Fairchild Books Dictionary of Fashion*. <https://doi.org/10.5040/9781501365287.2128>
- Kessler, T., & Brendel, J. (2016). Planned Obsolescence and Product-Service Systems: Linking Two Contradictory Business Models. *Jcsm*, 8(March), 29–53. <https://doi.org/10.1688/JCSM-2016-01-Kessler>
- Lam, C. Y., & Ip, W. H. (2011). A customer satisfaction inventory model for supply chain integration. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 875-883.
- Lopes, C. B., Silva, R. H., & Rocha, W. A. (n.d.). *Sistemas de produção MRP & MRP II*. Retrieved from <https://www.eficaciaconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Sistemas-de-producao-MRP-MRP-II.pdf>
- Magalhães J. A. A., Damacena, C. J. M. U. (2006). Análise exploratória de serviços de pós-venda em uma empresa comercial de B2B.

- Makridakis, S. (1996). Forecasting: Its role and value for planning and strategy. *International Journal of Forecasting*, 12(4), 513–537. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(96\)00677-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(96)00677-2)
- Martins, C.Q., Silva, E.S. & Gama, A.T. (2014). Imparidades e Imparidades Líquidas: estudo empírico de empresas não cotadas em Portugal. *Jornal de Contabilidade*, Maio/Junho 2014,93-105, Julho/Agosto 2014,132-147.
- MEDRI, W. (2011). *Curso de Especialização “Lato Sensu” em Estatística*. 82.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Min, H. (2000). Encyclopedia of Production and Manufacturing Management. *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*, (January). <https://doi.org/10.1007/1-4020-0612-8>
- Ngo, V. M. (2015). Measuring Customer Satisfaction: A Literature Review. *Finance and Performance of Firms in Science, Education and Practice*, (April 2015), 1637–1654. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/318827962>
- Ngo, V. M. (2015). Measuring Customer Satisfaction: A Literature Review. *Finance and Performance of Firms in Science, Education and Practice*, (April 2015), 1637–1654. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/318827962>
- Ogbadu, E. E. (2013). Profitability through effective management of materials. *International Journal of Business Management*, 1(1), 11–016. Retrieved from www.internationalscholarsjournals.org
- Özelkan, E. C., Torabzadeh, S., Demirel, E., & Lim, C. (2023). Bi-objective aggregate production planning for managing plan stability. *Computers and Industrial Engineering*, 178(January). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109105>
- Pinto, A. R. M. (2015). Imparidades em Inventários: a evolução do seu reconhecimento nas empresas portuguesas
- Porter, M. E. (1980). Structural Determinants of the Intensity of Competition. In *Competitive Strategy Techniques for Analyzing Industries and Competitors*.

- Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004). Co-creating unique value with customers. *Strategy & Leadership*, 32(3), 4–9. <https://doi.org/10.1108/10878570410699249>
- Rebelo, C. G. S., Pereira, M. T., Silva, J. F. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Mota, A. M. (2021). After sales service: Key settings for improving profitability and customer satisfaction. *Procedia Manufacturing*, 55(C), 463–470. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.063>
- Rodrigues, L. (2020, 24 de março). *Teste de Hipótese: descubra o que é e para que serve*. Blog Voitto. <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/teste-de-hipotese> (consultado a 22 de setembro de 2023)
- Romero Rojo, F. J., Roy, R., & Kelly, S. (2012). Obsolescence risk assessment process best practice. *Journal of Physics: Conference Series*, 364(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/364/1/012095>
- Ryan, A. M., & Ployhart, R. E. (2003). Customer service behavior. In W. C. Borman, D. R. Ilgen, & R. J. Klimoski (Eds.), *Handbook of psychology, Volume 12: Industrial and organizational psychology* (pp. 485-506). John Wiley & Sons.
- Silva, J. (2023, 10 de julho). Quebras e abates de inventários nas empresas. *Jornal de Negócios*. https://www.jornaldenegocios.pt/opiniao/detalhe/quebras_e_abates_de_inventarios_nas_empresas
- Singh, J. (1996). The importance of information flow within the supply chain. *Logistics Information Management* (Vol 9).
- Tarofder, A. K., Jawabri, A., Haque, A., Azam, S. M. F., & Sherief, S. R. (2019). Competitive advantages through it-enabled supply chain management (SCM) context. *Polish Journal of Management Studies*, 19(1), 464–474. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.35>
- Tibben-Lembke, R. S. (2002). Life after death: Reverse logistics and the product life cycle. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 32(3), 223–244. <https://doi.org/10.1108/09600030210426548>
- Ungern-sternberg, R., Fries, C., Wiendahl, H., Ungern-sternberg, R., Fries, C., Backlog, H. W., & Bottleneck, O. (2022). Backlog Oriented Bottleneck Management – Practical Guide for Production Managers To cite this version : HAL Id : hal-03635609 Backlog Oriented Bottleneck Management – Practical Guide for Production Managers. 0–8.
- 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>

FarEye. (2022). What is logistics management? Why is it important? What are the benefits? (2022, Outubro 18). Consultado a 28 de Abril 2023, : <https://fareye.com/resources/blogs/what-is-logistics-management>

Whiteing, T. (2003). Logistics management and strategy. In *International Journal of Logistics Research and Applications* (Vol. 6). <https://doi.org/10.1080/1367556031000123052>

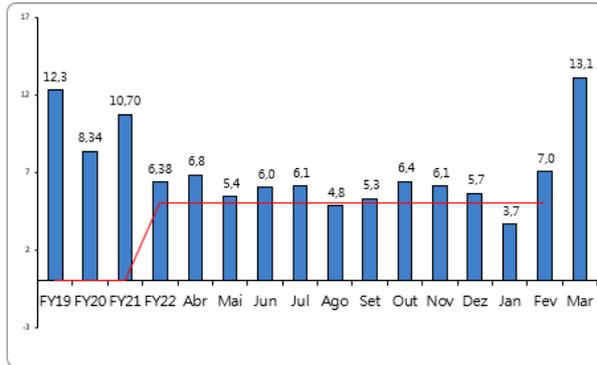
Vollmann, T. E., Berry, W. L. and Whybark, D. C. , (1992). *Manufacturing Planning and Control Systems*. Irwin, Boston.

Wortman, J. C., Euwe, M. J., Taal, M., & Wiers, V. C. S. (1996). A review of capacity planning techniques within standard software packages. *Production Planning and Control*, 7(2), 117–12.

ANEXO I – TEMPO DE REPARAÇÃO E ORDENS EM ATRASO NO FY 22

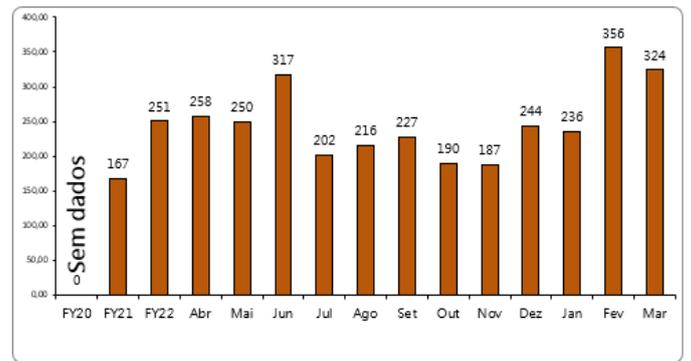
Prazo Reparação | Term of repairs (dias | days)

Objetivo	Valor Mês	Desvio
5	13,1	8,1 ▲



Ordens em Carteira | Order Backlog (Nr.)

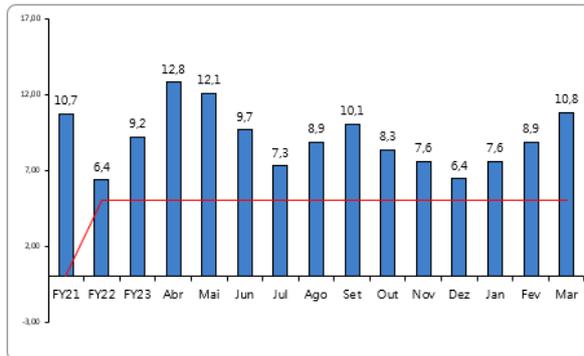
Objetivo	Valor Mês	Desvio
	324	



ANEXO II– TEMPO DE REPARAÇÃO E ORDENS EM ATRASO NO FY 23

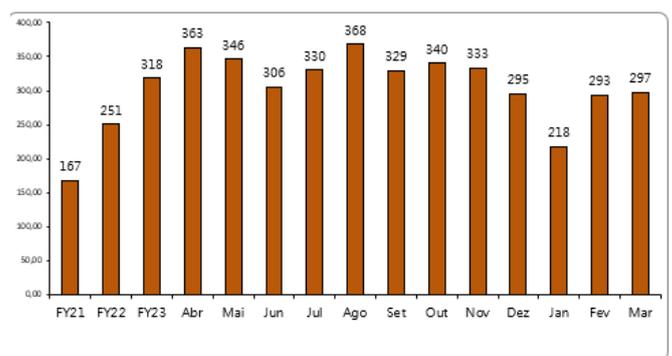
Prazo Reparação | Term of repairs (dias | days)

Objetivo	Valor Mês	Desvio
5	10,8	5,8 ▲



Ordens em Carteira | Order Backlog (Nr.)

Objetivo	Valor Mês	Desvio
	297	



ANEXO III - BASE DE DADOS DOS RANGEFINDERS EM R (NO RSTUDIO)

```
# Criar base de Dados
data_rangefinders <- data.frame(
  Mes = c("set/20", "out/20", "nov/20", "dez/20", "jan/21", "fev/21", "mar/21", "abr/21", "mai/21", "jun/21", "jul/21", "ago/21", "set/21", "out/21", "nov/21", "dez/21", "jan/22", "fev/22", "mar/22", "abr/22", "mai/22", "jun/22", "jul/22", "ago/22", "set/22", "out/22", "nov/22", "dez/22", "jan/23", "fev/23", "mar/23"),
  `Rangefinders` = c(1360, 1962, 1556, 1739, 1213, 1159, 1413, 976, 1876, 1491, 2138, 406, 2276, 1970, 1924, 2163, 1516, 1867, 1658, 997, 2589, 2333, 2145, 777, 2291, 2733, 2847, 2222, 2396, 2180, 2911),
  `Rangefinders_CC` = c(122, 147, 124, 129, 115, 180, 153, 178, 130, 194, 128, 131, 145, 125, 182, 174, 169, 152, 148, 121, 147, 142, 141, 113, 112, 130, 179, 146, 144, 139, 174)
)

print(data_rangefinders)
```

```
##      Mes Rangefinders Rangefinders_CC
## 1 set/20          1360             122
## 2 out/20          1962             147
## 3 nov/20          1556             124
## 4 dez/20          1739             129
## 5 jan/21          1213             115
## 6 fev/21          1159             180
## 7 mar/21          1413             153
## 8 abr/21           976             178
## 9 mai/21          1876             130
## 10 jun/21         1491             194
## 11 jul/21         2138             128
## 12 ago/21          406             131
## 13 set/21         2276             145
## 14 out/21         1970             125
## 15 nov/21         1924             182
## 16 dez/21         2163             174
## 17 jan/22         1516             169
## 18 fev/22         1867             152
## 19 mar/22         1658             148
## 20 abr/22          997             121
## 21 mai/22         2589             147
## 22 jun/22         2333             142
## 23 jul/22         2145             141
## 24 ago/22          777             113
## 25 set/22         2291             112
## 26 out/22         2733             130
## 27 nov/22         2847             179
## 28 dez/22         2222             146
## 29 jan/23         2396             144
## 30 fev/23         2180             139
## 31 mar/23         2911             174
```

ANEXO IV - OUTPUT COEFICIENTE DE PEARSON PARA LAG = 3

```
## 29 jan/23      2090      174
## 30 fev/23      2180      139
## 31 mar/23      2911      174
```

```
#Verificar se consumo dos ultimos 3 meses afeta consumo do mes atual
```

```
#1-passar data para formato mes/ano
```

```
data_rangefinders$Mes <- as.yearmon(data_rangefinders$Mes, format = "%b/%y")
```

```
#Criar relacao entre entradas CC e entradas 3 meses anteriores
```

```
data_rangefinders$Rangefinders_CC_Lag3 <- lag(data_rangefinders$Rangefinders_CC, 3, na.pad = TRUE)
```

```
# Calcular coeficiente pearson
```

```
correlation_lag3 <- cor(data_rangefinders$Rangefinders_CC, data_rangefinders$Rangefinders_CC_Lag3, use = "complete.obs")
```

```
# Imprimir o output
```

```
cat("Correlation with Lag 3:", round(correlation_lag3, 4), "\n")
```

```
## Correlation with Lag 3: -0.2691
```

ANEXO V – CÓDIGO RIFLE SCOPES (ANÁLISE DA CORRELAÇÃO – COEFICIENTE DE PEARSON)

Rifle Scopes

```
#Criar base de dados

rifledados <- data.frame(
  Mes = c("set/20", "out/20", "nov/20", "dez/20", "jan/21", "fev/21", "mar/21", "abr/21", "mai/21", "jun/21", "ju
`Riflescopes` = c(249, 480, 1262, 1027, 693, 570, 792, 755, 882, 930, 1027, 345, 1256, 1041, 868, 872, 770, 914
`Riflescopes_CC` = c(144, 148, 121, 95, 125, 146, 148, 115, 116, 84, 92, 112, 116, 115, 149, 140, 119, 156, 142
)

rifledados$Mes <- as.yearmon(rifledados$Mes, format = "%b/%y")

rifledados$Riflescopes_CC_Lag3 <- lag(rifledados$Riflescopes_CC, 3, na.pad = TRUE)

correlation_lag3 <- cor(rifledados$Riflescopes_CC, rifledados$Riflescopes_CC_Lag3, use = "complete.obs")

cat("Correlation with Lag 3:", round(correlation_lag3, 4), "\n")

## Correlation with Lag 3: -0.1297
```

ANEXO VI – CÓDIGO RIFLE SCOPES (ANÁLISE DA CORRELAÇÃO – COEFICIENTE DE PEARSON)

Spektive

```
spektive_dados <- data.frame(
  Mes = c("set/20", "out/20", "nov/20", "dez/20", "jan/21", "fev/21", "mar/21", "abr/21", "mai/21", "jun/21", "jul/21", "ago/21", "set/21", "out/21", "nov/21", "dez/21"),
  `Spektive` = c(125, 68, 175, 215, 177, 94, 37, 61, 140, 114, 200, 35, 195, 119, 114, 126, 60, 70, 96, 34, 40, 157, 103, 0, 0, 10, 58, 1, 40, 63, 72),
  `Spektive_CC` = c(29, 25, 22, 34, 16, 19, 20, 16, 19, 18, 24, 14, 19, 15, 16, 16, 19, 15, 21, 13, 21, 14, 17, 12, 17, 24, 28, 19, 15, 12, 20)
)

spektive_dados$Mes <- as.yearmon(spektive_dados$Mes, format = "%b/%y")

spektive_dados$Spektive_CC_Lag3 <- lag(spektive_dados$Spektive_CC, 3, na.pad = TRUE)

correlation_lag3 <- cor(spektive_dados$Spektive_CC, spektive_dados$Spektive_CC_Lag3, use = "complete.obs")

cat("Correlation with Lag 3:", round(correlation_lag3, 4), "\n")

## Correlation with Lag 3: -0.0271
```

ANEXO VII - CÓDIGO BINOCULARS (ANÁLISE DA CORRELAÇÃO – COEFICIENTE DE PEARSON)

Binoculars

```
data_binoculars <- data.frame(
  Mes = c("set/20", "out/20", "nov/20", "dez/20", "jan/21", "fev/21", "mar/21", "abr/21", "mai/21", "jun/21", "jul/21", "ago/21",
  `Binoculars` = c(1190, 1861, 1346, 1251, 1446, 1128, 2170, 1785, 1912, 1527, 2307, 478, 2157, 1797, 1489, 1556, 1614, 1575, 1814
  `Binoculars_CC` = c(176, 182, 156, 138, 86, 102, 140, 110, 142, 202, 173, 148, 152, 179, 167, 136, 118, 124, 147, 107, 142, 143,
)

data_binoculars$Mes <- as.yearmon(data_binoculars$Mes, format = "%b/%y")
data_binoculars$Binoculars_CC_Lag3 <- lag(data_binoculars$Binoculars_CC, 3, na.pad = TRUE)

correlation_lag3 <- cor(data_binoculars$Binoculars_CC, data_binoculars$Binoculars_CC_Lag3, use = "complete.obs")

cat("Correlation with Lag 3:", round(correlation_lag3, 4), "\n")

## Correlation with Lag 3: -0.0442
```

ANEXO VIII – CÓDIGO RSTUDIO PARA A ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO DOS RIFLE SCOPES

Rifle Scopes

```
rifle_dados$Mes <- as.yearmon(rifle_dados$Mes, format = "%b/%y")

# Set the lag values
lag_values <- 3

# Calculate and store correlations for different lag values
correlations <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor(rifle_dados$Riflescopes_CC, lag(rifle_dados$Riflescopes_CC, lag))
})

# Calculate p-values for the correlations
p_values <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor.test(rifle_dados$Riflescopes_CC, lag(rifle_dados$Riflescopes_CC, lag))$p.value
})

# Combine lag values, correlations, and p-values into a data frame
correlation_data <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = correlations, P_Value = p_values)

# Print the results
print(correlation_data)

##   Lag Correlation   P_Value
## 1    3          NA 0.5106798
```

ANEXO IX - CÓDIGO RSTUDIO PARA A ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO DOS RANGEFINDERS

Rangefinders

```
data_rangefinders$Mes <- as.yearmon(data_rangefinders$Mes, format = "%b/%y")

# Set the lag values
lag_values <- 3

# Calculate and store correlations for different lag values
correlations <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor(data_rangefinders$Rangefinders_CC, lag(data_rangefinders$Rangefinders_CC, lag))
})

# Calculate p-values for the correlations
p_values <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor.test(data_rangefinders$Rangefinders_CC, lag(data_rangefinders$Rangefinders_CC, lag))$p.value
})

# Combine lag values, correlations, and p-values into a data frame
correlation_data <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = correlations, P_Value = p_values)

# Print the results
print(correlation_data)

##   Lag Correlation  P_Value
## 1    3          NA 0.1661507
```

ANEXO X - CÓDIGO RSTUDIO PARA A ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO DOS SPEKTIVE

Spektive

```
# Set the lag values
lag_values <- 3

# Calculate and store correlations for different lag values
correlations <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor(spektive_dados$Spektive_CC, lag(spektive_dados$Spektive_CC, lag))
})

# Calculate p-values for the correlations
p_values <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor.test(spektive_dados$Spektive_CC, lag(spektive_dados$Spektive_CC, lag))$p.value
})

# Combine lag values, correlations, and p-values into a data frame
correlation_data <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = correlations, P_Value = p_values)

# Print the results
print(correlation_data)

##   Lag Correlation P_Value
## 1    3          NA 0.891234
```

ANEXO XI - CÓDIGO RSTUDIO PARA A ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO DOS BINOCULARS

Binoculars

```
# Set the lag values
lag_values <- 3

# Calculate and store correlations for different lag values
correlations <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor(data_binoculars$Binoculars_CC, lag(data_binoculars$Binoculars_CC, lag))
})

# Calculate p-values for the correlations
p_values <- sapply(lag_values, function(lag) {
  cor.test(data_binoculars$Binoculars_CC, lag(data_binoculars$Binoculars_CC, lag))$p.value
})

# Combine lag values, correlations, and p-values into a data frame
correlation_data <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = correlations, P_Value = p_values)

# Print the results
print(correlation_data)

##   Lag Correlation  P.Value
## 1    3          NA 0.8234085
```

ANEXO XII - CÓDIGO RSTUDIO PARA A ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO DOS RIFLE SCOPES

```
# lag -> intervalo de 12 meses
lag_values <- 1:12

#Criar nova variavel com os lag values
for (lag in lag_values) {
  spektive_dados[[paste0("Spektive_CC_Lagged_", lag)]] <- lag(spektive_dados$`Spektive_CC`, lag)
}

correlation_results <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = numeric(length(lag_values)))

# Calcular coeficiente de Pearson parao ciclo temporal 1 a 12 meses
for (i in 1:length(lag_values)) {
  correlation <- cor(spektive_dados$Spektive, spektive_dados[[paste0("Spektive_CC_Lagged_", lag_values[i])]], use = "complete.obs")
  correlation_results[i, "Correlation"] <- correlation
}

# output dos valores
print(correlation_results)

##   Lag Correlation
## 1  1  0.1303242
## 2  2  0.2939145
## 3  3  0.1700648
## 4  4  0.2077019
## 5  5  0.1905423
## 6  6  0.1291541
## 7  7  0.3407896
## 8  8  0.1452700
## 9  9  0.4985920
## 10 10 0.3864512
## 11 11 0.3444641
## 12 12 0.7069676
```

ANEXO XIII - CROSS-CORRELATION PARA SPEKTIVE (RSTUDIO)

```
# lag -> intervalo de 12 meses
lag_values <- 1:12

#Criar nova variavel com os lag values
for (lag in lag_values) {
  spektive_dados[[paste0("Spektive_CC_Lagged_", lag)]] <- lag(spektive_dados$`Spektive_CC`, lag)
}

correlation_results <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = numeric(length(lag_values)))

# Calcular coeficiente de Pearson parao ciclo temporal 1 a 12 meses
for (i in 1:length(lag_values)) {
  correlation <- cor(spektive_dados$Spektive, spektive_dados[[paste0("Spektive_CC_Lagged_", lag_values[i])]], use = "complete.obs")
  correlation_results[i, "Correlation"] <- correlation
}

# output dos valores
print(correlation_results)

##   Lag Correlation
## 1  1  0.1303242
## 2  2  0.2939145
## 3  3  0.1700648
## 4  4  0.2077019
## 5  5  0.1905423
## 6  6  0.1291541
## 7  7  0.3407896
## 8  8  0.1452700
## 9  9  0.4985920
## 10 10 0.3864512
## 11 11 0.3444641
## 12 12 0.7069676
```

ANEXO XIV - CROSS-CORRELATION PARA RIFLESCOPES (RSTUDIO)

```
lag_values <- 1:12
for (lag in lag_values) {
  rifle_datos[[paste0("Riflescopes_CC_Lagged_", lag)]] <- lag(rifle_datos$`Riflescopes_CC`, lag)
}

correlation_results <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = numeric(length(lag_values)))

for (i in 1:length(lag_values)) {
  correlation <- cor(rifle_datos$Riflescopes, rifle_datos[[paste0("Riflescopes_CC_Lagged_", lag_values[i])]], use = "complete.obs")
  correlation_results[i, "Correlation"] <- correlation
}

print(correlation_results)

##      Lag Correlation
## 1      1 -0.04483464
## 2      2  0.07792474
## 3      3 -0.09828308
## 4      4  0.28715623
## 5      5  0.03805017
## 6      6  0.05062412
## 7      7  0.39341224
## 8      8  0.30300323
## 9      9  0.03139836
## 10     10 0.02009107
## 11     11 -0.02347236
## 12     12 -0.08340607

# Mostrar num grafico

ggplot(data = correlation_results, aes(x = Lag, y = Correlation)) +
  geom_line() +
  labs(title = "Correlation between Riflescopes and Lagged Riflescopes_CC",
       x = "Lag (Months)",
       y = "Correlation") +
  theme_minimal()
```

ANEXO XV - CROSS-CORRELATION PARA RANGEFINDERS (RSTUDIO)

```
lag_values <- 1:12

for (lag in lag_values) {
  data_rangefinders[[paste0("Rangefinders_CC_Lagged_", lag)]] <- lag(data_rangefinders$`Rangefinders_CC`, lag)
}

correlation_results <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = numeric(length(lag_values)))

for (i in 1:length(lag_values)) {
  correlation <- cor(data_rangefinders$Rangefinders, data_rangefinders[[paste0("Rangefinders_CC_Lagged_", lag_values[i])]], use = "complete.obs")
  correlation_results[i, "Correlation"] <- correlation
}

print(correlation_results)

##      Lag Correlation
## 1      1 -0.052344389
## 2      2 -0.410547518
## 3      3  0.073455349
## 4      4 -0.042765673
## 5      5  0.015136534
## 6      6 -0.070013073
## 7      7 -0.009664926
## 8      8  0.032376712
## 9      9 -0.026721699
## 10     10  0.018192189
## 11     11  0.297417755
## 12     12  0.075922510

ggplot(data = correlation_results, aes(x = Lag, y = Correlation)) +
  geom_line() +
  labs(title = "Correlation between Rangefinders and Lagged Rangefinders_CC",
       x = "Lag (Months)",
       y = "Correlation") +
  theme_minimal()
```

ANEXO XVI - CROSS-CORRELATION PARA BINOCULARS (RSTUDIO)

```
lag_values <- 1:12

for (lag in lag_values) {
  data_binoculars[[paste0("Binoculars_CC_Lagged_", lag)]] <- lag(data_binoculars$`Binoculars_CC`, lag)
}

correlation_results <- data.frame(Lag = lag_values, Correlation = numeric(length(lag_values)))

for (i in 1:length(lag_values)) {
  correlation <- cor(data_binoculars$Binoculars, data_binoculars[[paste0("Binoculars_CC_Lagged_", lag_values[i])]], use = "complete.obs")
  correlation_results[i, "Correlation"] <- correlation
}

print(correlation_results)

##      Lag Correlation
## 1      1  0.004488102
## 2      2 -0.406256791
## 3      3 -0.248776721
## 4      4  0.079305100
## 5      5 -0.315074520
## 6      6  0.066798809
## 7      7  0.292845482
## 8      8  0.052138126
## 9      9  0.054728397
## 10     10 0.061468249
## 11     11 0.172070447
## 12     12 0.445224727

ggplot(data = correlation_results, aes(x = Lag, y = Correlation)) +
  geom_line() +
  labs(title = "Correlation between Binoculars and Lagged Binoculars_CC",
       x = "Lag (Months)",
       y = "Correlation") +
  theme_minimal()
```