

Melhoria da Gestão de Materiais e Redução de Obsolescência em Ambiente de Produção: Implementação do Método FPFO e Estratégias Complementares

GUSTAVO NUNES SOARES
julho de 2026

Melhoria da Gestão de Materiais e Redução de Obsolescência em Ambiente de Produção: Implementação do Método FPFO e Estratégias Complementares

Gustavo Nunes Soares

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

*Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores*

Candidato: Gustavo Nunes Soares, Nº 1181050, 1181050@isep.ipp.pt

Orientação científica: Professor António Manuel P. S. Amaral, sal@isep.ipp.pt

Empresa: Keenfinity

Supervisão: João Capelo, joao.capelo@keenfinity-group.com



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

2026

Agradecimentos

Quero agradecer a todos os colaboradores da empresa que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho. Um especial agradecimento ao meu orientador na empresa, Eng.º João Capelo, pelo apoio e ajuda prestada durante este percurso.

Um agradecimento ao Eng.º António Amaral, orientador do Instituto Superior de Engenharia do Porto, por aceitar fazer parte deste projeto, pela sua disponibilidade, apoio e confiança no meu trabalho.

Agradeço à minha namorada pelo seu apoio essencial, pela paciência e por ser a força que me ajudou a manter o foco durante todo este trabalho

Aos meus pais e irmãos que sempre me motivaram e apoiaram incondicionalmente nesta fase da minha vida.

Resumo

Uma gestão eficiente de materiais é essencial para assegurar a sustentabilidade e consequentemente a competitividade de uma empresa, independentemente da sua dimensão. A acumulação de componentes e matéria-prima que perdem validade ou se tornam obsoletos é um problema significativo. Este trabalho tem como objetivo otimizar a gestão de materiais e reduzir a obsolescência. A implementação de um sistema FPFO (*First Produced, First Out*) com um sistema de automatização em SAP (*Systems Applications and Products*), integrando o controlo por DC (*Date Codes*) no processo de consumo de materiais, procura reduzir o custo de *scrap* e o risco de futuros problemas de qualidade em ambiente de produção.

A presente dissertação baseia-se num caso real, no qual foi analisada a origem do *scrap* e o respetivo impacto económico. A análise dos dados permitiu identificar os ciclos de *Phase Out* como o principal fator responsável pela geração de *scrap*. Adicionalmente, são propostas estratégias complementares à implementação do *First Produced, First Out* (FPFO) nomeadamente a revisão de *Minimum Order Quantities* (MOQs), a melhoria de previsões de consumo, a venda de *stock* excedentário a *brokers*, a adoção de princípios da economia circular e o reforço do trabalho multidisciplinar entre diferentes áreas funcionais.

Os resultados verificam que a combinação destas abordagens pode contribuir de forma significativa para a redução de desperdício, do risco de problemas de qualidade e dos custos de *scrap*, culminando numa gestão de inventário mais eficiente rastreável e sustentável.

Palavras-Chave: FPFO, FIFO, gestão de materiais, rastreabilidade, obsolescência, otimização de *stock*, *Date Code*, *Scrap*

Abstract

Efficient materials management is essential to ensure a company's sustainability and, consequently, its competitiveness, regardless of its size. The accumulation of components and raw materials that expire or become obsolete is a significant problem. This study aims to optimize materials management and reduce obsolescence. The implementation of a First Produced First Out (FPFO) system with SAP (*Systems Applications and Products*) automation, integrating Date Code (DC) control into the material consumption process, seeks to reduce scrap costs and the risk of future quality issues in the production environment.

This thesis is based on a real case study, in which the source of scrap and its economic impact were analyzed. Data analysis identified Phase Out cycles as the main factor responsible for generating scrap. Additionally, complementary strategies to implementation of *First Produced, First Out* (FPFO) are proposed, namely the revision of *Minimum Order Quantities* (MOQs), the improvement of consumption *forecasts*, the sale of excess stock to *brokers*, the adoption of circular economy principles, and the strengthening of multidisciplinary collaboration among different functional areas.

The results show that combining these approaches can significantly contribute to reducing waste, the risk of quality issues, and scrap costs, resulting in more efficient, traceable, and sustainable inventory management.

Keywords: FPFO, FIFO, Material Management, Traceability, Obsolescence, Stock optimization, Date Code, Scrap

Índice

Agradecimentos	<i>i</i>
Resumo	<i>iii</i>
Abstract	<i>v</i>
Índice	<i>vii</i>
Índice de Figuras	<i>ix</i>
Índice de Tabelas.....	<i>xi</i>
Índice de Gráficos.....	<i>xiii</i>
Acrónimos e Siglas.....	<i>xv</i>
1. Introdução.....	<i>1</i>
1.1. Contextualização	<i>2</i>
1.2. Definição do Problema.....	<i>3</i>
1.3. Objetivos	<i>4</i>
1.4. Calendarização	<i>5</i>
1.5. Organização do Relatório.....	<i>5</i>
2. Enquadramento Teórico.....	<i>7</i>
2.1 Políticas de Gestão de Inventário	<i>8</i>
2.1.1. FIFO – <i>First In, First Out</i>	<i>8</i>
2.1.2. FEFO – <i>First Expired, First Out</i>	<i>9</i>
2.1.3. FPFO – <i>First Produced, First Out</i>	<i>10</i>
2.1.4. FPFO VS FIFO e FEFO	<i>12</i>
2.2. Normas de Qualidade e Rastreabilidade.....	<i>14</i>
2.3. <i>Lean Manufacturing</i> na Gestão de Materiais e Redução de <i>Scrap</i>	<i>15</i>
2.3.1. <i>Lean Manufacturing</i>	<i>15</i>
2.4. Estratégias de Redução de Obsolescência e custos de <i>Scrap</i>	<i>18</i>
2.4.1. Causas e Impacto da Obsolescência.....	<i>19</i>
2.4.2. Indicadores de Controlo e Desempenho.....	<i>19</i>
2.4.3. Estratégias de planeamento e previsão	<i>21</i>
2.4.4. <i>Scrap</i> e métodos para a sua redução	<i>24</i>

2.5. Sistemas ERP	26
2.5.1. SAP e os seus módulos	27
2.5.2. Gestão de Lotes e de <i>shelf-life</i> em SAP	29
2.5.3. Estratégias automáticas de <i>picking</i>	30
2.5.4. Casos práticos e estudos sobre a rastreabilidade via SAP	30
3. Caso de Estudo	33
3.1. Enquadramento da empresa	34
3.2. Diagnóstico do problema	35
3.3. Análise Temporal e da Distribuição do <i>scrap</i>	36
3.3.1. Análise temporal do <i>scrap</i>	36
3.3.2. Distribuição dos custos de <i>scrap</i>	38
3.4. Propostas de melhoria	40
3.4.1. Implementação do método FPFO	40
3.4.2. Venda de stock excedente a <i>brokers</i>	44
3.4.3. Revisão de MOQs	45
3.4.4. Economia circular	46
3.4.5. Reforço da articulação entre áreas	46
4. Avaliação do impacto potencial	47
4.1. Caso 1: <i>Scrap</i> de ICs de catálogo	48
4.2. Caso 2: Químicos	49
4.3. Caso 3: Stock em não conformidade	51
4.4. Caso 4: <i>Scrap</i> de plásticos/ <i> housings</i>	52
5. Conclusão	53
Referências	55
Apêndice A - Guideline	59

Índice de Figuras

Figura 1-Timeline da Dissertação	5
Figura 2- Lista de DC em 1946	11
Figura 3- Representação gráfica FIFO/FPFO/FEFO	13
Figura 4-Princípios <i>Lean</i>	16
Figura 5-Fases do Six Sigma	17
Figura 6-Representação Gráfica- VMI	23
Figura 7- Exemplo de material com vários fornecedores disponíveis	40
Figura 8- Organização das prateleiras segundo FPFO (Armazém Principal)	42
Figura 9- Organização das prateleiras segundo FPFO (Armazém SMT)	42

Índice de Tabelas

Tabela 1-Distribuição dos custos de <i>scrap</i> por categorias	38
Tabela 2- Exemplo Scrap de ICs	48
Tabela 3-Materiais elegíveis para a partilha	49
Tabela 4- Materiais onde a negociação com fornecedores será necessária	50

Índice de Gráficos

Gráfico 1- Distribuição anual de Scrap	36
Gráfico 2- Distribuição mensal de scrap.....	37
Gráfico 3- Distribuição dos custos de scrap por categorias	38

Acrónimos e Siglas

2D	- Duas Dimensões
B2B	- <i>Business-to-Business</i>
BOM	- <i>Bill of Materials</i>
CO	- <i>Controlling</i>
DC	- <i>Date Code</i>
DMAIC	- <i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
DOI	- <i>Days of Inventory</i>
EIA	- <i>Electronic Industries Association</i>
EOL	- <i>End of Life</i>
ERP	- <i>Enterprise Resource Planning</i>
EWM	- <i>Extended Warehouse Management</i>
FEFO	- <i>First Expired, First Out</i>
FI	- <i>Financial Accounting</i>
FIFO	- <i>First In, First Out</i>
FPFO	- <i>First Produced, First Out</i>
IATF	- <i>International Automotive Task Force</i>
IBM	- <i>International Business Machines</i>
IC	- <i>Integrated circuit</i>
ISEP	- Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	- <i>International Organization for Standardization</i>
JiT	- Just in Time
LIFO	- <i>Last in First Out</i>
LOS	- Logística
LTB	- <i>Last Time Buy</i>
MES	- <i>Manufacturing Execution System</i>
MM	- <i>Material Management</i>

MOQ	- <i>Minimum Order Quantity</i>
MPN	- <i>Manufacturer Part Number</i>
MRP	- <i>Material Requirements Planning</i>
MRSL	- <i>Minimum Remaining Shelf Life</i>
PP	- <i>Production Planning</i>
PS	- <i>Project System</i>
QM	- <i>Quality Management</i>
QR	- <i>Quick Response</i>
RFID	- <i>Radio Frequency Identification</i>
ROA	- <i>Return on Assets</i>
ROE	- <i>Return on Equity</i>
SAP	- <i>Systems Applications and Products</i>
SD	- <i>Sales and Distribution</i>
SEM	- <i>Electronics Manufacturing Services</i>
SLED	- <i>Shelf-life Expiration Date</i>
SMT	- <i>Solder Mount Technology</i>
Vds	- <i>Schadenverhütung</i>
VMI	- <i>Vendor Managed Inventory</i>
WM	- <i>Warehouse Management</i>
WWYY	- <i>Week/Year Format</i>
YRAW	- <i>Raw Material</i>

1. Introdução

O atual capítulo, tem como objetivo enquadrar o leitor no contexto deste trabalho. Numa fase inicial, é apresentado o tema no qual se insere este projeto - Gestão de Materiais e Redução de Obsolescência em Ambiente de Produção. De seguida, é definido o problema que motivou a elaboração do mesmo. Por fim, são identificados os principais objetivos do trabalho, bem como os resultados que se pretendem alcançar.

1.1. Contextualização

Uma gestão eficaz e eficiente de materiais é um dos pilares fundamentais para a competitividade industrial dos dias de hoje. Afeta diretamente os custos operacionais, a estabilidade do planeamento e a sustentabilidade das empresas. Em setores altamente dinâmicos, como a indústria eletrónica e de componentes eletrónicos, qualquer falha nesta gestão de materiais traduz-se numa combinação de desperdício e prejuízos financeiros. A acumulação de *stock* envelhecido e a obsolescência não planeada representam um problema crescente para a indústria. Culminando em perdas anuais que atingem milhões de euros em empresas de média e grande dimensão. Estes custos associados ao *scrap* incluem materiais danificados, expirados, tecnicamente obsoletos ou que fazem parte de ciclos *End of Life* (EOL) e *Last Time Buy* (LTB).

A crescente complexidade das cadeias de valor exige sistemas de controlo de inventário mais rigorosos e rastreáveis. As abordagens tradicionais, como o *First In, First Out* (FIFO), têm demonstrado limitações em situações onde múltiplos fornecedores abastecem o mesmo código de material, o que desencadeia discrepâncias entre a ordem de entrada e a efetiva antiguidade dos lotes.

Em indústrias com alta sensibilidade temporal, como a eletrónica, as metodologias baseadas apenas na data de receção não são suficientes para evitar o envelhecimento e a obsolescência. Portanto, integrar o *Date Code* (DC) como elemento central da rastreabilidade temporal é fundamental, visto que permite uma gestão mais precisa da maturidade dos materiais.

Em paralelo, estudos destacam que a eficácia da gestão de inventário depende da sua integração com sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*). Estes permitem automatizar decisões de *picking*, classificar lotes segundo critérios temporais e implementar políticas de rotação mais avançadas. Neste contexto, a implementação de um método como o FPFO (*First Produced, First Out*) surge como uma resposta às limitações identificadas nos métodos tradicionais. Traduz uma evolução necessária para reduzir custos de *scrap*, aumentar a rastreabilidade e melhorar a utilização dos recursos. Além disso, as tendências mais

atualizadas de sustentabilidade e economia circular indicam que a valorização de resíduos industriais, como a revenda de *stock* excedente e a reutilização de materiais plásticos, constitui uma estratégia eficiente para reduzir os efeitos económicos e ambientais do desperdício.

1.2. Definição do Problema

Historicamente, na indústria eletrónica, a gestão de *stocks* é feita a partir do FIFO, que determina a saída dos materiais para a produção pela ordem de entrada no armazém. No entanto, este método não garante a utilização prioritária dos componentes mais antigos, ou seja, com a data de produção mais antiga. Em particular, num ambiente que reúne material de vários fabricantes/distribuidores a entrar na mesma localização do armazém. A introdução do conceito de FPFO tem como objetivo ultrapassar esta limitação, privilegiando o consumo do *stock* mais antigo com base no DC, ou seja, na data de produção.

De facto, as empresas perdem vários milhões de euros todos os anos devido à acumulação de *stock*. Este inclui materiais fora do prazo de validade, componentes que já não são usados devido a alterações técnicas ou que resultam de *End of Lives* (EOLs) ou *Last Time Buys* (LTBs). Estes custos englobam não só o valor do material descartado, mas também custos logísticos adicionais.

Desta maneira, torna-se evidente que os métodos tradicionais já não são suficientes para assegurar uma boa gestão dos materiais, sendo necessário novas estratégias capazes de reduzir estes custos e minimizar desperdício na indústria.

1.3. Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo principal otimizar a gestão de materiais tradicional através da implementação de um sistema FPFO, utilizando o DC como critério principal de consumo. Pretende-se assegurar a utilização prioritária de materiais mais antigos, de modo a reduzir o envelhecimento de stock e, consequentemente prevenir a sua eventual obsolescência. Além disso, visa contribuir para a redução global dos custos de *scrap*, que representam um peso financeiro para a indústria.

Adicionalmente, o FPFO será integrado com um sistema de automatização num sistema ERP como o SAP (*Systems Applications and Products*), utilizando *Batch Management*, regras de *picking* com base no DC e automatização de decisões. Assim, pretende-se criar um processo robusto que minimize o desperdício em todas as formas. Em paralelo, será realizada uma comparação do desempenho potencial do FPFO em relação ao FIFO, considerando métricas como o tempo médio de permanência em *stock*, taxa de obsolescência e valor financeiro total do *scrap* gerado e evitado.

O estudo será desenvolvido num ambiente industrial real, utilizando dados efetivos obtidos a partir do histórico da empresa, avaliando os resultados com base em indicadores de desempenho operacionais. Espera-se demonstrar que a combinação de novos métodos de gestão e práticas de planeamento sustentáveis permite reduzir o desperdício de materiais e os custos de *scrap*. Pretendendo-se, desta forma, assegurar uma gestão de stock mais eficiente, digital e responsável.

1.4. Calendarização

Na primeira fase foi realizado um diagnóstico do processo na empresa e a definição do problema para a investigação. Seguiu-se então a revisão bibliográfica, que permitiu fundamentar teoricamente o estudo, e o conjunto de metodologias a adotar. Posteriormente, foram recolhidos e tratados os dados de *scrap*, analisando-se o seu comportamento e o impacto potencial da aplicação das novas metodologias propostas.

Finalmente, procedeu-se à redação da dissertação e, por fim, a preparação da defesa.

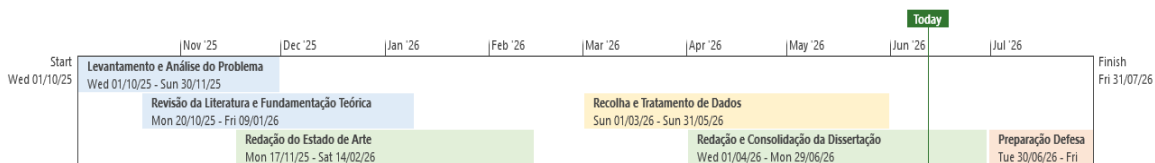


Figura 1-Timeline da Dissertação

1.5. Organização do Relatório

A presente dissertação encontra-se organizada em quatro capítulos. O Capítulo 1 introduz o tema, enquadrando a problemática em estudo ao mesmo tempo que define os objetivos da investigação.

O Capítulo 2 apresenta o enquadramento teórico, onde são desenvolvidos conceitos fundamentais associados à gestão de inventário, rastreabilidade, *Lean Manufacturing*, redução de obsolescência e custos de *scrap*. Ainda, elabora temas como a utilização de sistemas ERP, em particular o SAP. Este capítulo estabelece a base de conceitos necessários para a compreensão e fundamentação das propostas apresentadas posteriormente.

O Capítulo 3 abrange o caso de estudo, começando pelo enquadramento da empresa, seguindo-se o diagnóstico do problema, a análise dos dados obtidos, a definição de propostas de melhoria, e por fim, a avaliação do respetivo potencial impacto com base em casos reais observados na organização.

Por último, o Capítulo 4 engloba as conclusões do trabalho. Uma síntese dos principais resultados obtidos e qual o contributo das soluções propostas para a melhoria da gestão de materiais e redução de obsolescência em ambiente de produção.

Complementarmente, o Apêndice A apresenta a *guideline* desenvolvida para a venda de stock excedente a *brokers*.

2. Enquadramento Teórico

Este capítulo tem como objetivo apresentar os fundamentos teóricos que sustentam a gestão de materiais em ambiente industrial, constituindo a base de suporte à motivação e à finalidade do presente projeto. Serão abordados temas como métodos de rotação de *stock*, DC, sistemas ERP, e discutidos os fatores que contribuem para a obsolescência e para o aumento dos custos de *scrap*. Este enquadramento, permite justificar a relevância do método FPFO, como abordagem mais adequada à realidade da indústria eletrónica, assim como traçar soluções para o desperdício e, por conseguinte, os custos dele decorrentes.

2.1 Políticas de Gestão de Inventário

A gestão de inventário é uma área essencial da logística na indústria, visto ser responsável pelo equilíbrio entre a disponibilidade de materiais e os custos associados ao seu armazenamento. Dependendo do sistema adotado para a rotação de material em armazém a eficiência operacional, a rastreabilidade, a qualidade do produto e o nível de desperdício gerado vão ser diferentes. Exemplos das estratégias frequentemente implementadas incluem o FIFO (*First In, First Out*), o LIFO (*Last In, First Out*) e por fim o FEFO (*First Expired, First Out*). Só mais recentemente começou a ser utilizado o FPFO.

2.1.1. FIFO – *First In, First Out*

O método FIFO é a estratégia mais utilizada nos sistemas de gestão de *stocks*. Parte do princípio de que os primeiros materiais a entrar no armazém devem ser os primeiros a serem utilizados. É garantida assim uma rotação natural dos produtos, o que minimiza o risco de envelhecimento de inventário [1].

O FIFO é especialmente indicado para materiais não perecíveis ou para contextos onde a data de fabrico não afeta o desempenho do produto final.

Entre as suas principais vantagens destacam-se [1]:

- Rotação eficiente de *stock* e prevenção de acumulação de materiais antigos;
- Simplicidade de implementação e compatibilidade com a maioria dos sistemas ERP;
- Apoio à rastreabilidade básica através da sequência cronológica de receção.

Por outro lado, apresenta limitações quando se armazenam componentes eletrónicos, produtos químicos ou materiais com ciclo de vida curto, exemplos em que a data de fabrico dos materiais é mais relevante do que a data de entrada [2].

2.1.2. FEFO – *First Expired, First Out*

O método FEFO é o mais aplicado em setores onde os produtos possuem prazo de validade mais curtos, como na indústria alimentar, farmacêutica e química.

Ao contrário do FIFO, o FEFO determina que os materiais com data de validade mais próxima devem ser consumidos primeiro. Desta forma, é possível assegurar que os produtos são utilizados dentro do seu prazo de validade, reduzindo perdas e risco de uma não conformidade [3].

Dentro dos principais benefícios, é possível assinalar [3]:

- A garantia de que os materiais são consumidos antes de expirar, minimizando perdas e *scrap*;
- O cumprimento de requisitos de qualidade e segurança exigidos em setores regulados;
- A capacidade de associar cada lote ao seu ciclo de vida e histórico de validade;
- A possibilidade de ser automatizado em sistemas ERP, através de *batch management* e controlo de *shelf life*.

Ainda assim, a utilização do FEFO pode apresentar desafios de implementação em ambientes reais. Nomeadamente, quando os produtos/ matérias-primas não possuem uma data de validade explícita, ou quando os fornecedores não disponibilizam essa informação, como é o caso dos componentes eletrónicos [4].

2.1.3. FPFO – *First Produced, First Out*

Por fim, existe o método FPFO, que é especialmente adequado a ambientes industriais onde a data de fabrico dos materiais, o DC, é o fator mais decisivo para o seu consumo.

Este sistema define uma sequência de utilização dos materiais com base na data de produção. Desta forma, garante que os componentes mais antigos são utilizados primeiro, mesmo que cheguem ao armazém em último lugar.

Em setores como o eletrónico, automóvel e químico, onde o desempenho, a estabilidade e conformidade dos produtos se pode deteriorar ao longo do tempo, este método deverá ser o implementado. A aplicação do FPFO permite ainda manter uma rastreabilidade cronológica exata, assegurando que todos os materiais utilizados podem ser associados a um lote.

A sua implementação é viabilizada através de sistemas digitais de gestão, como o ERP SAP. Estes permitem associar cada lote à respetiva data de fabrico e configurar estratégias automáticas de consumo baseadas nesse parâmetro.

Quando configurado, este sistema contribui para uma redução significativa de desperdício e da obsolescência, reforçando simultaneamente o cumprimento de normas de qualidade e rastreabilidade ISO (*International Organization for Standardization*) e IATF (*International Automotive Task Force*). Em particular, a ISO 9001, IATF 16949:2016 e a ISO 13485:2016.

Algumas vantagens do método FPFO, incluem:

- Garantir o controlo total do histórico de fabrico e consumo dos materiais;
- Evitar a acumulação de componentes antigos e reduz o *scrap* associado a lotes fora do prazo de uso;
- Assegurar a consistência e homogeneidade entre lotes de produção;
- Permitir automatizar o consumo de materiais no SAP, com base em *Date Codes* e *batch management*;

- Possibilitar a monitorização de indicadores como *aging stock*, tempo médio de permanência e taxa de obsolescência;
- Estruturar a rastreabilidade de forma compatível com setores de maior exigência, permitindo um *future proof* do sistema de qualidade.

Apesar das suas vantagens, o FPFO exige uma disciplina operacional e sistemas de informação robustos, uma vez que requer o registo preciso da data de fabrico de cada lote e a manutenção rigorosa de integridade dos dados.

2.1.3.1. Evolução Histórica e Aplicações do *Date Code*

O conceito de DC, foi implementado inicialmente nas indústrias alimentar e farmacêutica, com o objetivo tanto de identificar a data de fabrico como controlar o prazo de validade dos produtos. Em 1946 a EIA (*Electronic Industries Association*) implementou na indústria eletrónica o mesmo conceito, com o formato WWYY (*Week/Year*) nos próprios componentes para garantir a qualidade e rastreamento dos lotes [5]. A Figura 2 representa a primeira tabela *standard* com os DC.

A título de exemplo, “*Date Code: 2025*” significa que o produto foi produzido na semana 20 do ano 2025.

Production Date Code	Manufactured Period	During From:				
01	December	30	to	January	5	incl.
02	January	5	to	January	11	"
03	January	12	to	January	18	"
04	January	19	to	January	25	"
05	January	26	to	February	1	"
06	February	2	to	February	8	"
07	February	9	to	February	15	"
08	February	16	to	February	22	"
09	February	23	to	March	1	"
10	March	2	to	March	8	"
11	March	9	to	March	15	"
12	March	16	to	March	22	"
13	March	23	to	March	29	"
14	March	30	to	April	5	"
15	April	6	to	April	12	"
16	April	13	to	April	19	"
17	April	20	to	April	26	"
18	April	27	to	May	3	"
19	May	4	to	May	10	"
20	May	11	to	May	17	"
21	May	18	to	May	24	"
22	May	25	to	May	31	"
23	June	1	to	June	7	"
24	June	8	to	June	14	"
25	June	15	to	June	21	"
26	June	22	to	June	28	"
27	June	29	to	July	5	"
28	July	6	to	July	12	"
29	July	13	to	July	19	"
30	July	20	to	July	26	"
31	July	27	to	August	2	"
32	August	3	to	August	9	"
33	August	10	to	August	16	"
34	August	17	to	August	23	"
35	August	24	to	August	30	"
36	August	31	to	September	6	"
37	September	7	to	September	13	"
38	September	14	to	September	20	"
39	September	21	to	September	27	"
40	September	28	to	October	4	"
41	October	5	to	October	11	"
42	October	12	to	October	18	"
43	October	19	to	October	25	"
44	October	26	to	November	1	"
45	November	2	to	November	8	"
46	November	9	to	November	15	"
47	November	16	to	November	22	"
48	November	23	to	November	29	"
49	November	30	to	December	6	"
50	December	7	to	December	13	"
51	December	14	to	December	20	"
52	December	21	to	December	27	"
01	December	28	to	January	3	" 1947

Figura 2- Lista de DC em 1946

Face às crescentes exigências de rastreabilidade do produto, a utilização do DC foi reforçada com normas internacionais como a ISO 9001 e, mais tarde pela IATF 16949, que tornariam o controlo de lotes e datas de fabrico um requisito ainda mais importante.

Atualmente, sistemas como o ERP e MES (*Manufacturing Execution System*) juntamente com etiquetas com códigos 2D (Duas Dimensões), QR (*Quick Response*) ou até RFID (*Radio Frequency Identification*) constituem a base para métodos modernos de rotação de inventário como o FPFO.

2.1.4. FPFO VS FIFO e FEFO

A escolha do método de rotação de inventário é determinante para a gestão eficiente de materiais em indústrias onde a obsolescência técnica e o ciclo de vida dos componentes exercem um impacto direto no custo e na fiabilidade do *stock*.

Tradicionalmente, as empresas recorrem a métodos como o FIFO ou FEFO para assegurarem essa rotação de inventário. No entanto, estes métodos apresentam limitações significativas quando aplicados ao setor dos componentes eletrónicos, tornando o FPFO uma alternativa possivelmente mais eficaz.

O método FIFO, tal como referido anteriormente, assume que a ordem de entrada em armazém corresponde de forma consistente à antiguidade real do material. Contudo, na indústria eletrónica esta relação é frequentemente falsa. Recebimentos podem chegar fora de ordem cronológica, diferentes fornecedores podem entregar lotes com datas de fabrico distintas, e a logística internacional cria frequentemente desvios entre a data de fabrico e a data de receção. Como resultado, o método FIFO inadvertidamente prioriza a utilização de materiais mais recentes enquanto lotes mais antigos permanecem no armazém, contribuindo para o aumento da obsolescência consequentemente dos custos de *scrap*.

O FEFO, apesar de mais rigoroso para produtos perecíveis, também apresenta limitações no contexto industrial analisado. No setor eletrónico, a maioria dos materiais não possui uma data de validade explícita. Nestes casos, o FEFO não consegue captar o envelhecimento real dos componentes, uma vez que essa data não está presente no momento de receção do material. Assim, o FEFO torna-se inaplicável ou ineficaz, deixando de prevenir a obsolescência causada pela antiguidade real dos materiais.

Em oposição, FPFO utiliza a data de fabrico (*Date Code*) como critério central, tornando-se o único método capaz de refletir com precisão a maturidade temporal dos materiais.

A gestão com base no DC permite reduzir substancialmente o risco de:

- *Stock* envelhecido em fase de EOL;
- Materiais que perdem conformidade após alterações técnicas;
- Componentes afetados por LTB;
- Perda de integridade funcional em plásticos ou químicos associados ao processo.

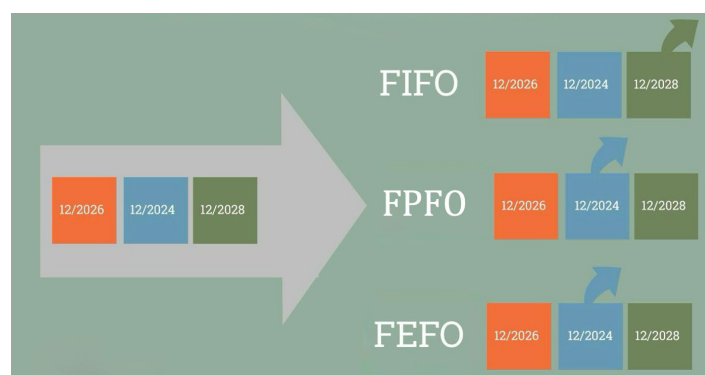


Figura 3- Representação gráfica FIFO/FPFO/FEFO

Ao contrário do FIFO e FEFO, o FPFO sincroniza a utilização dos materiais com o ciclo real de produção destes, garantindo que os lotes mais antigos são sempre consumidos primeiro, independente da ordem de receção, como é possível observar na Figura 3. A limitação do FEFO aplicada aos componentes eletrónicos é apenas a ausência da informação da data de validade, que neste caso seria crucial.

2.2. Normas de Qualidade e Rastreabilidade

Uma empresa que opere no ramo da geral indústria segue os princípios da norma ISO 9001:2015 - Sistema de Gestão de Qualidade. Esta norma determina requisitos de forma a estabelecer um padrão operacional, promover a melhoria contínua e assegurar a conformidade dos produtos. Mesmo que não sejam definidos requisitos específicos de rastreabilidade de lotes ou DCs pela ISO 9001, esta recomenda que as organizações adotem métodos de controlo de maneira a garantir a qualidade e rastreabilidade [6].

A implementação do método FPFO reforça os princípios da ISO 9001, especialmente em relação à gestão de *stocks*, controlo de processo e garantia na conformidade do produto. Ao utilizar os materiais com base na data de fabrico (*Date Code*), é promovida uma rastreabilidade cronológica completa. Esta abordagem ajuda a limitar o risco de serem utilizados materiais em não conformidade, promovendo a fiabilidade e a qualidade do sistema.

Mesmo que atualmente uma empresa não produza para setores mais regulados, como o setor automóvel (regulado pela IATF 16949:2016) ou o setor médico (regulado pela ISO 13485:2016), a implementação do FPFO constitui uma preparação estratégica para uma possível expansão futura para esses setores da indústria. Estas normas requerem a rastreabilidade total de todos os materiais usados no produto final, tal como o controlo rigoroso dos lotes [7][8]. Ao incorporar antecipadamente um método baseado em DCs, a empresa estará a assegurar as bases para cumprir futuros requisitos de certificação.

2.3. *Lean Manufacturing* na Gestão de Materiais e Redução de *Scrap*

A filosofia *Lean* constitui um pilar fundamental na melhoria contínua em ambiente industrial, sendo amplamente aplicada em todos os setores da indústria. Tem como objetivo aumentar a eficiência, reduzir variabilidade, otimizar processos e minimizar desperdícios. Aspetos que estão diretamente relacionados com a problemática da obsolescência de materiais e dos custos de *scrap* [9].

2.3.1. *Lean Manufacturing*

O conceito de *Lean Manufacturing* teve origem na indústria automóvel no Japão, na Toyota®, devido à falta de recursos materiais, económicos e mão de obra. Até então, o modelo utilizado seria a produção em massa, conhecido por produções de altos volumes para produtos padronizados de modo a satisfazer uma grande procura [9][10].

Os objetivos da *Lean manufacturing* são [10][11]:

- Identificar o valor: Compreender o que o cliente considera valioso. Um estudo verificou que as empresas que se destacam na identificação do valor para o cliente alcançaram margens de lucro 3 a 7% superiores às das suas congéneres do setor.
- Mapear o fluxo de valor: Visualizar todas as etapas do processo de produção. Pesquisas indicam que o mapeamento eficaz do fluxo de valor pode levar a uma redução de 30 a 40% nos tempos de ciclo do processo.
- Criar fluxo: Garantir a progressão suave dos produtos através do fluxo de valor. A implementação de um fluxo contínuo demonstrou reduzir os prazos de entrega em até 95% em alguns ambientes de produção.
- Estabelecer *pull*: Produzir apenas o que é necessário, quando é necessário. As empresas que implementam sistemas *pull* relataram reduções de inventário de 20 a 50%.

- Busca pela perfeição: Melhorar continuamente os processos. Organizações que investem numa melhoria contínua têm observado um aumento médio anual de 5 a 7% na produtividade.



Figura 4-Princípios *Lean*

2.3.1.1. Ferramentas *Lean*

Just-in-Time (JiT)

O método JiT segue uma filosofia de gestão que procura minimizar inventários através de entregas sincronizadas com o momento exato do consumo. Embora dependa da elevada estabilidade na cadeia de abastecimento, bem como de *lead times* curtos e previsíveis, a sua adoção reduz a necessidade de armazenamento e elimina praticamente o *aging stock*. Empresas com produção contínua e elevada, o JiT permite reduzir o capital imobilizado, aumentar a eficiência operacional e diminuir o risco de obsolescência. Efetivamente, os materiais permanecem no armazém apenas durante o tempo estritamente necessário. A análise de casos, como a Hewlett-Packard, mostra reduções expressivas no inventário, nos custos de produção, no espaço necessário, bem como melhorias na qualidade e na produtividade após a adoção do JiT [13].

Six Sigma

O *Six Sigma* é uma metodologia estruturada de melhoria contínua que procura reduzir a variabilidade dos processos, eliminando defeitos e causas-raiz de problemas através de ferramentas estatísticas e de uma abordagem disciplinada. O *Six Sigma* utiliza o ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) como padrão para resolução de problemas, garantindo decisões sustentadas em dados e orientadas para resultados [9].

As fases do *Six Sigma* são [9]:

- **Define:** Definir os problemas e objetivos que sejam consistentes com a preocupação dos clientes e com a estratégia da empresa;
- **Measure:** Medir e identificar características que sejam críticas para a qualidade, capacidades do produto, capacidade do processo de produção e riscos;
- **Analyze:** Analisar os dados para identificar a causa dos problemas, utilizando ferramentas de análise para encontrar os fatores mais críticos que afetam o desempenho do processo;
- **Improve:** Refinar ideias de contramedidas, implementar soluções e recolher dados para confirmar melhorias mensuráveis;
- **Control:** Desenvolvimento de um Plano de Monitorização e um Plano de Resposta, com o responsável pelo processo para monitorização e atualização do mesmo.



Figura 5-Fases do Six Sigma

Esta filosofia pressupõe o atingimento de níveis de desempenho extremamente elevados, promovendo processos mais consistentes, produtos de maior qualidade e custos operacionais reduzidos. O método é conduzido por especialistas certificados (*Green Belts*, *Black Belts*), que aplicam ferramentas analíticas, estatísticas e de controlo de qualidade [9].

O *Six Sigma* aumenta ainda a capacidade organizacional de gestão baseada em dados, melhora a segurança, reduz desperdícios e tem impacto positivo na sustentabilidade. De facto, a redução de defeitos diminui o consumo de materiais, energia e emissões associadas. Assim, estudos comprovam que a aplicação do *Six Sigma* contribui para a melhoria simultânea do desempenho económico, ambiental e operacional, constituindo um complemento natural a outras metodologias [9].

2.4. Estratégias de Redução de Obsolescência e custos de *Scrap*

A obsolescência de materiais e os custos de *Scrap* são dos fatores que mais afetam a eficiência operacional, a estabilidade financeira e a qualidade do produto final numa organização industrial. A sua ocorrência resulta frequentemente de uma combinação de fatores tanto técnicos, como logísticos e até humanos. E exigem abordagens específicas que permitam antecipar, monitorizar e colmatar estes problemas.

Neste capítulo serão analisadas as causas e implicações da obsolescência, os indicadores que permitem avaliá-la de forma objetiva e as estratégias que podem ser implementadas para a sua mitigação. Também serão abordados os principais motivos para a ocorrência de *scrap* e como as estratégias para o reduzir.

2.4.1. Causas e Impacto da Obsolescência

A obsolescência ocorre quando um material perde a sua utilidade antes de ser consumido. Este fenómeno pode resultar em limitações inerentes ao próprio produto, como no caso de materiais com validade definida ou sujeitos a degradação temporal.

Entre as causas mais frequentes destacam-se a aquisição de quantidades superiores às necessárias devido a previsões imprecisas ou MOQ (*Minimum Order Quantity*) elevados, a baixa rotação de determinados componentes (frequentemente associados a alterações técnicas de engenharia ou diminuição da procura) e a existência de materiais que sejam *multi-source*, ou seja, um material que possa ser comprado via diferentes fornecedores ou distribuidores, possibilitando que cada encomenda possa chegar com DCs diferentes. Esta variabilidade aumenta a probabilidade de entrada em armazém de lotes mais recentes antes de lotes mais antigos serem consumidos, provocando uma acumulação incorreta de materiais envelhecidos.

O impacto da obsolescência estende-se para além da perda direta associada ao descarte de material. De facto, existe ainda um aumento do risco de utilização inadvertida de materiais envelhecidos, com provável deterioração da qualidade do produto e perda de conformidade com requisitos normativos.

2.4.2. Indicadores de Controlo e Desempenho

A gestão da obsolescência requer a implementação de indicadores que permitam monitorizar o comportamento do inventário. Entre os mais relevantes destacam-se:

- **Aging Stock:** Avalia o tempo de permanência dos materiais em armazém, geralmente segmentado por faixas temporais. Um valor elevado indica a possibilidade de potenciais riscos de obsolescência ou falhas de planeamento. Segundo Taddiken M *et al.*, o *aging stock* tem várias consequências críticas. Em primeiro lugar, conduz à imobilização de capital, uma vez que recursos financeiros ficam presos em materiais que não geram retorno. Quanto maior o tempo de permanência, maior o custo de oportunidade e

menor a eficiência do capital circulante. Em segundo lugar, o *aging stock* aumenta o risco de *scrap* ou *rework*, já que materiais antigos estão mais sujeitos a deterioração, expiração, perda de propriedades ou incompatibilidade com requisitos técnicos atualizados. Além disso, também pode comprometer a conformidade com normas de qualidade e aumentar o risco de falhas, afetando a reputação da empresa [14].

- ***Inventory Turnover***: Mede a velocidade de rotação do inventário. Um *turnover* reduzido sugere excesso de stock, má previsão ou falha de aplicação de métodos como o FIFO ou PPFO. Embora os índices de rotação de *stock* sejam uma medida útil da eficiência operacional, estes podem não explicar totalmente outros aspetos do desempenho da empresa, como crescimento e rentabilidade. O estudo de Kwak J *et al.*, utilizando dados de empresas industriais coreanas, comprovou que os índices de rotação de *stock* estão negativamente relacionados à margem bruta e positivamente relacionados à intensidade de capital. No entanto, estas relações variam de acordo com o segmento da indústria [15].
- ***Days of Inventory (DOI)***: Representa o número médio de dias que um item permanece armazenado antes de ser utilizado. É um indicador inverso ao *turnover* e permite identificar os materiais com permanência mais prolongada. Segundo Aljaaidi K *et al.*, um DOI elevado está negativamente associado ao desempenho da empresa, refletindo-se em menores valores de *Return on Assets* (ROA) e *Return on Equity* (ROE). Isto ocorre porque a manutenção prolongada de inventário implica maior imobilização de capital, aumento dos custos de armazenamento, e maior probabilidade de danos, deterioração ou expiração. Tal contribui diretamente para o aumento dos custos de *scrap* [16].
- ***Scrap Cost***: Custo total por consequência do descarte de materiais inutilizados, incluindo o valor do material e eventual trabalho administrativo associado. Estudos recentes demonstraram que os custos de *scrap* têm um impacto extremamente significativo no desempenho económico e operacional das empresas. Uma das investigações revelou que o *scrap* resulta de falhas de qualidade, erros de produção,

avarias, práticas de manutenção inadequadas ou variabilidade humana, e que estas situações conduzem a perdas financeiras substanciais. Okechukwu E *et al.* comprovaram que, no caso analisado, o valor anual associado ao *scrap* ultrapassou os quatro milhões de euros, representando perdas diretas que poderiam ter sido convertidas em margem de lucro [17]. Além disso, afeta negativamente a competitividade, pois representa desperdício evitável que aumenta o custo unitário do produto, reduz a produtividade e consome recursos que poderiam ser aplicados em atividades de valor acrescentado. Assim, o estudo defendeu que a redução do *scrap* representa uma prioridade estratégica, sendo essencial implementar melhorias nos processos, reforçar a manutenção preventiva, investir em formação e eliminar causas de defeitos para proteger a sustentabilidade financeira da empresa.

2.4.3. Estratégias de planeamento e previsão

A prevenção da obsolescência depende em grande medida de qualidade do planeamento. Previsões de consumo mais rigorosas permitem ajustar as quantidades adquiridas e reduzir a probabilidade de acumulação de *stock* desnecessário. Para tal, podem ser utilizados modelo estatísticos de previsão baseados em históricos de utilização, tendências, sazonalidade e ciclo de produto.

Outro ponto essencial é que o MRP (*Material Requirements Planning*), disponível em SAP, reflete a necessidade de produção, inventário, *lead time*, e *stock* de segurança. Uma correta configuração do MRP, combinada com o acompanhamento periódico, ajuda a evitar compras excessivas e a ajustar as quantidades produzidas ou adquiridas às necessidades reais.

Entre muitos métodos e estratégias de planeamento destacam-se:

- **Negociações de MOQs:** Quando o fornecedor estabelece uma quantidade mínima de encomenda que excede a procura de consumo, uma empresa é normalmente obrigada a comprar uma grande quantidade de produtos que supera a necessidade do consumidor final. Este *stock* fica na empresa por um longo período, correndo o risco de se tornar obsoleto, e a incorrer em custos de armazenagem. Por isso a negociação de MOQs é uma estratégia fundamental para reduzir o envelhecimento de *stocks*, e até mesmo o seu custo de remoção. O estudo de Chow *et al.* mostrou que impor MOQs pode afetar gravemente a eficiência de uma cadeia de abastecimento, pois não só reduz significativamente a rentabilidade do produtor, como também o desempenho geral do sistema. Os autores mostraram que um aumento do MOQ leva a perdas superiores a 60% para o produtor e uma perda significativa na coordenação da *supply chain*. O artigo concluiu que uma estratégia adequada consiste na configuração dinâmica do MOQ em função da procura real, permitindo, em simultâneo, a maximização do lucro de ambos os intervenientes e a recuperação da eficiência global, pelo que a manutenção de um MOQ fixo pode ser danosa. [18].
- **Divisão de *Stocks*:** Quando a negociação de MOQs não é possível nem a divisão de entregas faseadas, uma alternativa que poderá ser eficaz para mitigar o risco de envelhecimento de *stock* é a sua divisão entre fábricas pertencentes à mesma empresa. Em organizações com múltiplas *plants* de produção esta prática permite distribuir o volume elevado do MOQ de forma proporcional às necessidades de cada unidade, evitando que ambas as fábricas tenham excedente.

- **Vendor-Managed Inventory (VMI):** Com a aplicação desta estratégia a responsabilidade de monitorizar o consumo, prever necessidades e repor o stock é parcialmente transferida para o fornecedor. Num sistema VMI, o fornecedor tem acesso à informação de consumo real e mantém os níveis de inventário previamente acordados sem necessidade de encomendas reais a cada ciclo, como demonstrado graficamente na figura 6. Esta abordagem permite diminuir significativamente o risco de excesso de *stock* e reduz a probabilidade de envelhecimento, uma vez que o fornecedor gere as reposições de acordo com padrões de consumo atualizados e não com previsões estáticas [19].

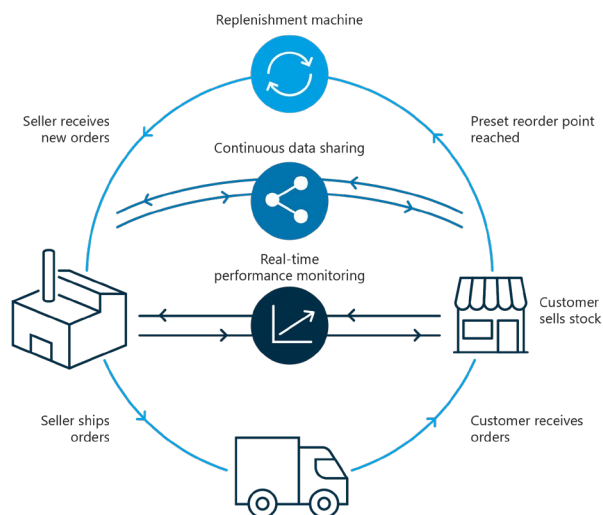


Figura 6-Representação Gráfica- VMI

Salas-Navarro K *et al.* apresentou um modelo inovador de VMI e verificou que a colaboração entre fornecedores e produtores diminuiu drasticamente o desperdício, perdas e o risco de obsolescência. O modelo evidenciou que a reposição conjunta reduz o *aging stock*, a falta de *stock*, os custos resultantes da expiração, os defeitos e a permanência longa nos armazéns [19].

2.4.4. *Scrap* e métodos para a sua redução

A existência de *scrap* numa organização industrial resulta de diferentes fatores, alguns evitáveis e outros inerentes ao próprio processo de produção. Entre as causas mais comuns encontram-se os danos ocorridos durante a produção ou o manuseamento em armazém, muitas vezes associados ao erro humano como as falhas na manipulação, ou outro tipo de acidente involuntário. Embora lamentáveis, estes casos são de difícil eliminação total, uma vez que dependem de variáveis humanas e operacionais que dificilmente conseguem ser completamente controladas. Assim, para mitigar a sua ocorrência, deve-se procurar investir na formação, na normalização de processos e nas boas práticas de manuseamento.

Outras fontes significativas de *scrap* estão relacionadas com falhas de planeamento, tal como já foi previamente descrito, nomeadamente previsões imprecisas, alterações abruptas de procura ou parametrizações inadequadas de MRP. Nestes casos, a empresa recebe materiais que acabam por não ser consumidos ou que permanecem demasiado tempo em *stock*, o que conduz à acumulação de risco de envelhecimento, expiração ou perda relevância técnica. A esta problemática acrescem as encomendas canceladas, que interrompem ciclos de consumo planeados, deixando materiais dedicados sem destino final. Adicionalmente, a criação de *scrap* pode ocorrer durante o *Phase In* dos projetos, ou seja, na sua fase de desenvolvimento, nos quais a produção de amostras e constantes iterações técnicas geram inevitavelmente sobras e referências que não transitam para o produto final. Neste contexto, o *scrap* associado ao desenvolvimento é muitas vezes inevitável e deve ser tratado como parte integrante dos custos de inovação.

Last Time Buys constituem da mesma forma um risco. Quando um componente crítico é declarado obsoleto pelo fornecedor, as empresas adquirem elevadas quantidades para proteger o ciclo de vida do produto, mas mudanças no *forecast* ou até mudanças técnicas subsequentes podem tornar parte desse inventário excedente. Alterações de engenharia ou introdução de versões atualizadas podem igualmente levar à existência de referências que deixam de ter requisitos, ficando em stock, sem utilização.

A ocorrência de EOL de um produto final é o fator mais crítico para a existência de *scrap*, sobretudo quando a decisão de descontinuação é repentina ou quando o *forecast* original não previa o encerramento do ciclo de vida tão cedo. Quando um produto é declarado EOL, todos os materiais específicos desse artigo, como componentes elétricos específicos, peças plásticas customizadas e até embalagens perdem a sua aplicabilidade imediata.

Face a estes cenários, é essencial distinguir as causas inevitáveis daquelas que podem ser mitigadas. Danos físicos ou *scraps* que decorram do desenvolvimento do produto são, por natureza, difíceis de eliminar. No entanto, grande parte do *scrap* originado por falhas de planeamento, má rotação ou expiração de *Shelf Life* pode ser reduzido através de políticas como o FPFO, e o conjunto de estratégias já faladas como a negociação de MOQs, entregas faseadas, a divisão de stocks, a integração de um sistema JiT ou VMI. Apesar disso, existem situações em que mesmo após as medidas preventivas, permanece stock que já não será consumido. Nestes casos, em vez de proceder diretamente ao descarte, podem ser exploradas e aplicadas oportunidades de recuperação de valor. Nomeadamente a venda do stock excedente à distribuição ou a outro agente do mercado, mesmo que a uma fração do custo original. Esta prática permite não só reduzir o impacto económico do *scrap*, mas também evitar o desperdício de materiais que permaneçam tecnicamente válidos, mas sem uso interno [20].

Por fim, importa também considerar estratégias de economia circular, particularmente relevantes para materiais como partes plásticas e *housings*. Em vez de serem descartados como resíduos, estes materiais podem ser vendidos ou encaminhados para empresas de reciclagem e transformação, capazes de reutilizar plástico industrial pós-produção como matéria-prima. Este processo não só reduz o volume de resíduos enviados para eliminação, como também permite recuperar parte do valor económico do material, contribuindo em paralelo para uma produção mais sustentável, alinhada com práticas de responsabilidade ambiental. Existe um potencial significativo para reduzir desperdício e custos na indústria através da recirculação e troca de resíduos industriais entre empresas [20] [21]. A investigação revelou que grande parte dos resíduos plásticos produzidos na fase

industrial mantém qualidade suficiente para reutilização direta por outras empresas do setor, desde que haja garantia de rastreabilidade e controlo de qualidade. O estudo concluiu que um mercado digital *Business-to-Business* (B2B) para compra e venda de resíduos plásticos industriais permitiria transformar materiais que atualmente são incinerados ou descartados em recursos com valor económico, promovendo práticas de economia circular e reduzindo custos de matéria-prima [21].

2.5. Sistemas ERP

Atualmente, a procura por soluções digitais é cada vez maior, soluções estas que garantam uma integração eficaz dos processos produtivos, logísticos e administrativos.

Neste contexto, os sistemas ERP promovem uma visão global e em tempo real de todos os fluxos de materiais e informação. Assumindo assim, um papel vital na coordenação e automatização das operações [22] [23].

Entre as várias soluções existentes, o SAP ERP destaca-se como uma das plataformas mais completas e utilizadas no setor industrial, permitindo conjugar a gestão operacional, o controlo de qualidade e a rastreabilidade de materiais num só sistema [22].

2.5.1. SAP e os seus módulos

O SAP ERP apareceu pela primeira vez em 1972, na Alemanha, quando cinco antigos engenheiros da IBM (*International Business Machines*) constataram o potencial de revolucionar as operações empresariais através de *software*. A ideia era simples, mas inovadora: criar um sistema capaz de integrar todos os aspetos das operações de uma empresa num único pacote de *software* coeso. Esta visão levou à criação do SAP R/2, um primeiro sistema de *software* de ERP baseado em *mainframe*, que transformou a forma como as empresas gerem os seus dados [22].

À medida que a tecnologia avançou, também a SAP progrediu. Na década de 1990, o SAP R/3 colocou a tecnologia de ERP no ambiente cliente-servidor. Depois, à medida que as empresas se tornaram cada vez mais digitais, a SAP introduziu o SAP S/4HANA, um conjunto de soluções de ERP que utilizava o poder da computação *in-memory* para fornecer processamento mais rápido e funções analíticas em tempo real. Mais tarde, a SAP expandiu esta visão com o SAP S/4HANA *Cloud*, um sistema de ERP na *Cloud* que oferecia os benefícios do planeamento de recursos empresariais com a eficácia de custos e escalabilidade da *Cloud* [22].

O SAP ERP é composto por módulos interligados que abrangem todas as funções de negócio. No contexto de gestão de materiais e rastreabilidade, os mais relevantes são:

- **EWM (*Extended Warehouse Management*):** Uma solução abrangente para dar suporte ao processamento de vários movimentos de mercadorias e à gestão de stocks no seu complexo de armazéns. Gere o armazenamento físico, as localizações e as estratégias automáticas de *picking*, assegurando a otimização de espaço e rotação do material [24].

- **QM (*Quality Management*):** Apoia as empresas na implementação e execução de processos de controlo de qualidade. Foi concebida para prevenir defeitos, permitir a melhoria contínua dos processos e estabelecer programas de controlo de qualidade sustentáveis. Os potenciais benefícios para a organização incluem a conformidade com os regulamentos de qualidade de fabrico, custos operacionais mais baixos e maior satisfação do cliente. Assegura assim o controlo de qualidade, permitindo também bloquear, aprovar ou rastrear lotes com base nos resultados de inspeção [25].
- **MM (*Material Management*):** Gere os stocks de materiais por quantidade e valor, planeia e documenta os movimentos de mercadorias e facilita o inventário físico. Acompanha as alterações de stock em tempo real, gere stocks especiais e atualiza os dados de avaliação para fins contabilísticos. Ou seja, controla o ciclo completo dos materiais desde a compra até ao consumo [26].
- **PP (*Production Planning*):** É utilizado para criar propostas de aquisição, otimizar programações de recursos e planear datas/horários de encomendas. Integra-se com o SAP para transferir dados e resultados de planeamento e inclui funcionalidades como procedimentos de planeamento, execuções de planeamento da produção, planeamento interativo, programação detalhada e otimização [27].

Além dos módulos acima descritos, SAP apresenta outros como o FI (*Financial Accounting*), que abrange o registo de todas as transações económicas, balanços e demonstrações financeiras; o CO (*Controlling*), que fornece informações para a tomada de decisões de gestão, facilitando a coordenação, monitorização e otimização dos processos organizacionais; o PS (*Project System*) para monitorizar todos os aspetos do desenvolvimento de um projeto; e o SD (*Sales and Distribution*), que gere informações sobre clientes e serviços, incluindo expedição, vendas e transporte [28] [29] [30].

2.5.2. Gestão de Lotes e de *shelf-life* em SAP

Uma das funcionalidades mais importantes em SAP, no contexto de rastreabilidade, é a gestão de lotes, também conhecido por *Batch Management*. Assim é possível associar a cada lote determinadas características, como a data de fabrico, fornecedor, o MPN (*Material Part Number*) ou o prazo de validade [31].

Este método permite que cada material seja acompanhado e monitorizado individualmente, desde a receção até ao seu consumo na produção, garantindo assim uma maior transparência e controlo de qualidade [32].

Em ambientes industriais complexos como o setor eletrónico, o *Batch Management* é indispensável para cumprir requisitos de normas como a ISO 9001 ou a IATF 16949, que exigem uma maior rastreabilidade sistémica dos lotes [31].

Esta informação é armazenada e atualizada em todos os módulos relevantes como o MM, WM e QM, automaticamente assegurando a uniformidade e integridade de dados em toda a cadeia logística.

Complementarmente, o *shelf-life management* é uma extensão da gestão de lotes que permite controlar a validade temporal dos produtos, através da definição de uma *Minimum Remaning Shelf Life* (MRSL) no momento da receção, sendo esta MRSL o período mínimo de validade que um produto deve ainda possuir no momento da sua receção no armazém, para que possa ser aceite e registado em sistema [32].

Esta funcionalidade permite calcular a data-limite de utilização (SLED- *Shelf Life Expiration Date*) com base na data de fabrico e no prazo de validade definido no *Material Master*. A integração destas funcionalidades é crucial para a aplicação de métodos de rotação de stock [32]. No FEFO através do controlo automático da SLED, e no FPFO através do controlo da DC.

Desta forma, o SAP não só regista a existência dos materiais, como determina logicamente a sua prioridade de consumo, permitindo implementar políticas de rastreabilidade ativas e automatizadas.

2.5.3. Estratégias automáticas de *picking*

As estratégias de *picking* no SAP são ferramentas que determinam que lote ou material deve ser selecionado durante o processo logístico. O objetivo destas estratégias é automatizar a decisão de consumo, garantindo assim, que a utilização dos materiais obedece a regras pré-definidas de rotação de stock.

O SAP analisa, ao definir uma política de *picking*, as características de cada lote como a data de entrada, data de fabrico ou de validade, e seleciona automaticamente o material mais adequando.

As três opções estratégicas mais relevantes são:

- FIFO: seleciona o material com a data de entrada mais antiga no armazém;
- FEFO: dá prioridade ao material com validade mais próxima do prazo de validade;
- FPFO: seleciona o material com a data de fabrico mais antiga (*Date Code*)

A principal vantagem do uso de estratégias automáticas de *picking* é a eliminação da intervenção manual na seleção de lotes. Utilizando este sistema é possível diminuir erros humanos, aumentar a produtividade e garantir que a rotação de stocks é seguida de forma uniforme em todas as operações.

No caso do FPFO, o SAP pode ser configurado para reconhecer o DC como atributo prioritário. Assim, o sistema compara as datas de fabrico registadas e sugere automaticamente o lote mais antigo.

2.5.4. Casos práticos e estudos sobre a rastreabilidade via SAP

A implementação de sistemas integrados de gestão, como o SAP, tem-se tornado determinante na transformação digital das empresas.

Neste capítulo, são analisados casos reais de empresas, como a Aquatherm® e a Jowat®, que adotam soluções SAP para otimizar os seus processos de produção e logísticos.

2.5.4.1. Caso Aquatherm®

A Aquatherm GmbH®, fabricante alemã, enfrentava desafios de visibilidade entre as suas áreas de produção. Antes da implementação em SAP, os processos eram manuais e separados [33].

Com a adoção do SAP *Digital Manufacturing* a empresa conseguiu:

- Unificar dados de produção e criar uma fonte única de informação;
- Automatizar tarefas manuais, reduzindo 90% do tempo gasto em atividades administrativas;
- Melhorar a qualidade e consistência de dados, permitindo uma monitorização em tempo real;

Segundo Patrick Keller, consultor técnico da Aquatherm®, “*SAP Digital Manufacturing gives us a single source of truth, so we no longer have to rely on best guesses to manage production.*” [33].

Este caso demonstrou como a digitalização a partir de SAP permite aumentar a transparência e a rastreabilidade operacional, bases essenciais para uma possível implementação de métodos como o FPFO.

2.5.4.2. Caso Jowat SE®

A Jowat SE®, empresa do setor químico sediada na Alemanha, implementou o SAP *Digital Manufacturing* em conjunto com o SAP *Extended Warehouse Management* com o objetivo de melhorar o controlo de inventário e reduzir o custo de matérias-primas.

Antes da sua adoção a empresa dependia de processos manuais e múltiplos sistemas não integrados, resultando em erros e falta de visibilidade sobre o stock [34].

Após a digitalização, a empresa alcançou:

- 100% de precisão no inventário, através da total automação da atualização dos consumos de matérias-primas;

- Três dias de trabalho poupados por semana devido à eliminação de processos manuais de registo;
- Prevenção de atrasos de produção, garantindo a disponibilidade de materiais no momento certo.

Segundo Dirk-Alexander Segger, gestor de fábrica, *“With the implementation of SAP Digital Manufacturing through SAP Services and Support, we see ourselves on the way to becoming a transparent factory with a reduction in risks, errors, and process costs through optimized processes.”* [34].

Estes dados revelam o quão importante é a integração entre gestão de lotes, stock e consumo automático, sendo o método FPFO e a *Shelf-Life Management* importantes para essa gestão.

3. Caso de Estudo

Este capítulo tem como objetivo apresentar e enquadrar o caso de estudo analisado no âmbito desta dissertação. Tendo em consideração a realidade da empresa e os principais desafios associados à gestão de materiais, ao controlo de *stock* e à geração de *scrap*, procede-se à análise dos dados recolhidos com o objetivo de caracterizar os diferentes tipos de desperdício existentes, bem como identificar os fatores que contribuem para a sua ocorrência.

Ao longo deste capítulo, serão ainda exploradas diversas oportunidades de melhoria com potencial de implementação, devidamente enquadradas no contexto da empresa. Pretende-se, assim, estabelecer uma ligação entre o enquadramento teórico desenvolvido e a realidade operacional da organização.

3.1. Enquadramento da empresa

A empresa em estudo encontra-se atualmente num processo de reestruturação estratégica, com alteração do seu modelo de negócio e dos mercados alvo a que pretende dar resposta.

Tradicionalmente orientada para uma lógica de produção mais concentrada, a organização está a evoluir para um modelo de EMS (*Electronics Manufacturing Services*), passando a produzir para várias empresas e não apenas para uma entidade principal. Esta mudança exige um aumento significativo de complexidade operacional.

Paralelamente, a empresa está a expandir a sua atividade para dois setores particularmente exigentes, designadamente o mercado automóvel e da saúde. Estes caracterizam-se por elevados níveis de rigor no controlo da qualidade, o que reforça a importância da implementação de um sistema com máxima eficiência.

A análise desta problemática é particularmente relevante, uma vez que a empresa gere atualmente um elevado volume de inventário, correspondente a cerca de 60 milhões de euros em *stock*, com tendência a aumentar. Este montante evidencia o impacto determinante que uma boa gestão de materiais tem no desempenho operacional e financeiro da organização.

Assim, a análise dos níveis de *scrap* ao longo dos últimos anos torna-se essencial para compreender a dimensão do problema e sustentar a definição de propostas de melhoria adequadas à realidade da empresa.

3.2. Diagnóstico do problema

Tal como referido anteriormente, o *scrap* observado no contexto da gestão de materiais não deve ser entendido como um fenómeno isolado, nem como uma consequência exclusiva do fim de vida dos artigos armazenados.

No panorama da empresa, a existência de stock excedentário destaca-se como um dos fatores com maior influência na criação de *scrap*. Este excesso pode resultar de previsões de consumo desajustadas, da aquisição de quantidades superiores às necessárias ou da imposição de MOQs elevados por parte dos fornecedores. Quando os materiais adquiridos nestas condições não são absorvidos em tempo útil, permanecem em *stock* durante períodos prolongados, o que aumenta progressivamente o risco de obsolescência e a perda de valor económico.

Outro fator relevante, que não resulta de falhas de compra ou planeamento, passa pela evolução do produto e necessidades da engenharia em alterar o produto. De facto, sempre que ocorrem alterações na BOM (*Bill of Materials*), alterações em especificações técnicas, revisões técnicas ou de produto, determinados artigos deixam de ter utilização.

Da mesma forma, o fim de vida dos produtos nos quais determinado material seria utilizado constitui outro fator de relevância. Quando um produto atinge a fase de EOL, os materiais ainda em stock, em particular os associados a esse produto, podem perder rapidamente a sua utilidade. Importa ainda destacar, o impacto das LTBs na criação desse stock excedentário. Este tipo de aquisição ocorre quando um componente entra em processo de descontinuação por parte do fornecedor, obrigando à realização de uma compra final para garantir a continuidade de fornecimento durante um determinado período.

Assim, o diagnóstico do problema deve ser enquadrado numa perspetiva multifatorial. Efetivamente, o *scrap* resulta da interação entre excesso de *stock*, MOQs elevados, mudanças de engenharia, fins de vida de produtos e *stock* residual proveniente de LTBs. A análise destas causas é fundamental para demonstrar que a redução de *scrap*

depende, sobretudo, da implementação de mecanismos de prevenção e controlo ao longo de todo o processo.

3.3. Análise Temporal e da Distribuição do *scrap*

Neste subcapítulo é apresentada a análise do *scrap* gerado pela empresa ao longo dos últimos três anos, com base em dados recolhidos no sistema pela equipa de contabilidade. O objetivo é identificar a evolução temporal, as principais origens de custo e os padrões mais relevantes para enquadrar a proposta de melhoria.

3.3.1. Análise temporal do *scrap*

Tal como representado no Gráfico 1, foi possível constatar que o custo total de *scrap* nos últimos três anos foi 14 712 334,43 €. Ao longo deste período, verificou-se um valor de 6 696 829,77 € em 2023, uma redução para 2 884 901,67 € em 2024 e uma nova subida para 5 130 602,99 € em 2025.

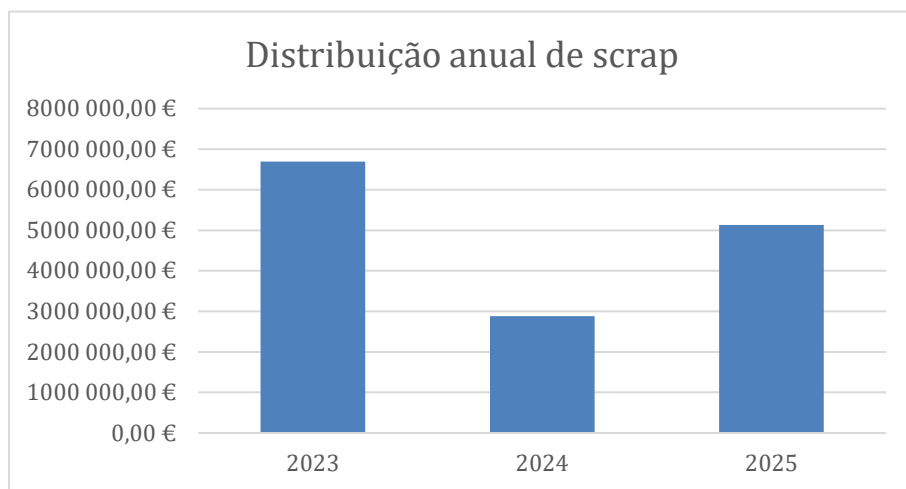


Gráfico 1- Distribuição anual de Scrap

Como se pode observar no Gráfico 2, a análise mensal dos custos de *scrap* evidencia uma forte concentração em períodos específicos, em especial no final de cada ano.

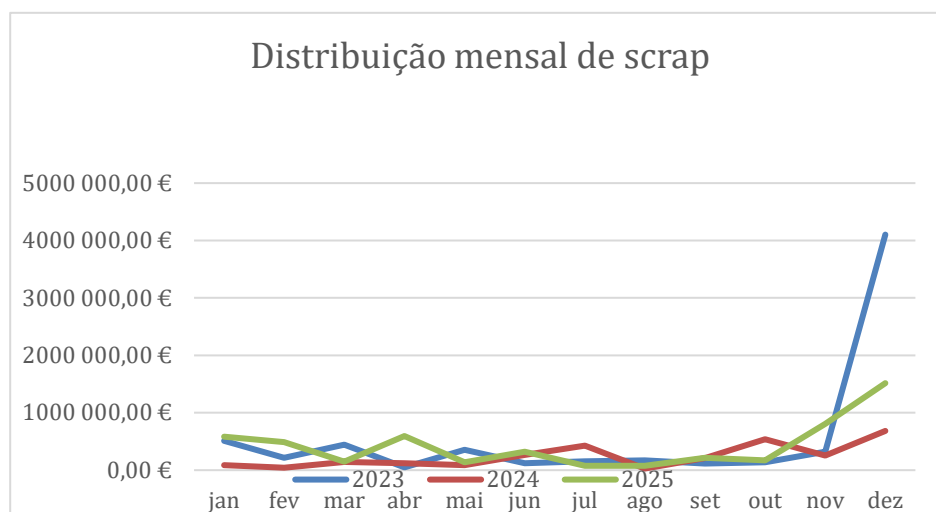


Gráfico 2- Distribuição mensal de scrap

Em 2023, o mês de dezembro destaca-se com um valor de 4 103 102,37 €, significativamente superior ao observado nos restantes meses, e suficiente para influenciar de forma decisiva o total anual de 2023 e até 2024. Em 2024, embora se mantenha alguma concentração nos últimos meses do ano, os valores revelam um comportamento mais distribuído ao longo do período. Já em 2025, observa-se novamente um reforço do *scrap* nos últimos meses também, o que confirma a tendência.

Globalmente, esta análise revela que o *scrap* não se distribui de forma uniforme ao longo do ano. Ocorre em períodos específicos, associados ao encerramento de ciclos contabilísticos, revisões de inventário e subsequentes processos de otimização e regularização de stock.

3.3.2. Distribuição dos custos de *scrap*

A análise da distribuição dos custos de *scrap* é resumida na Tabela 1 e complementada pelo Gráfico 3, representado em baixo.

Tabela 1-Distribuição dos custos de *scrap* por categorias

Description	Sum of Amt.in loc.cur.
Damage/Quality	2 685 436,35 €
Planning – Demand	144 246,00 €
Planning - Shelf life	244 598,34 €
Planning - Cancelled Order	42 512,82 €
Phase In – Samples	72 438,49 €
Phase Out - End of Life/unbalanced Stocks	10 521 409,03 €
Phase Out - End of Service	42 067,72 €
Phase Out - Engineering Changes	564 030,45 €
Phase Out - Prohibition Sales	8 090,82 €
Others	387 504,41 €
Grand Total	14 712 334,43 €

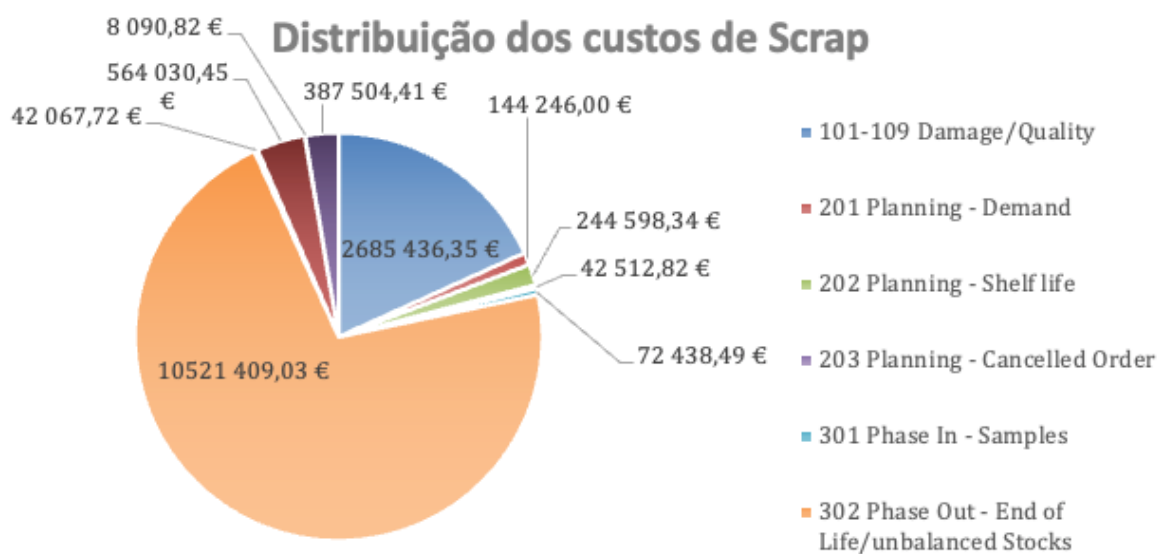


Gráfico 3- Distribuição dos custos de scrap por categorias

Tendo por base os dados apresentados, apesar das várias categorias contabilizadas no sistema, a presente dissertação concentrar-se-á apenas naquelas que se enquadram diretamente no âmbito da gestão de materiais e da obsolescência de stock. Assim sendo, serão consideradas as seguintes tipologias de *scrap*:

- *Planning - Demand*
- *Planning - Shelf life*
- *Phase Out - End of Life/Unbalanced Stocks*
- *Phase Out - End of Service*
- *Phase Out - Engineering Changes*

As categorias selecionadas apresentam maior pertinência para a presente dissertação, uma vez que constituem os principais fatores associados à perda de viabilidade de consumo.

Dentro do panorama total de *scrap* registado, a categoria com maior peso é a “*Phase Out - End of Life/unbalanced Stocks*”, atingindo o valor de 10 521 409,03 €. Este dado confirma que a obsolescência associada ao fim de vida dos produtos e ao desequilíbrio de stocks constitui a principal origem de perdas. Tal reforça a necessidade de mecanismos mais robustos de controlo de inventário e de valorização do excedente antes do material perder completamente a sua utilidade e valor.

Em segundo lugar, destaca-se a categoria “*Phase Out - Engineering Changes*”, com 564.030,45 €, comprovando o impacto das alterações de engenharia na criação de *scrap*. Segue-se a categoria “*Planning - Shelf life*”, com 244 598,34 €. Este valor corresponde às perdas associadas à ultrapassagem do prazo de validade ou do período útil de utilização dos materiais. Apesar do valor ser significativamente inferior, a gestão temporal dos materiais não deixa de constituir um fator relevante na criação de *scrap*. De forma complementar, “*Planning – Demand*”, com 144 246,00 €, retrata as perdas relacionadas a previsões incorretas ou variações da procura, confirmando que o planeamento da necessidade de materiais também contribui para a formação de stock excedentário.

3.4. Propostas de melhoria

Face ao diagnóstico realizado, impõe-se a necessidade de definir um conjunto de medidas integradas, dirigidas às diferentes causas já identificadas, para minimizar a quantidade de *scrap*, e para reforço da capacidade de resposta relativamente a materiais em risco de obsolescência.

3.4.1. Implementação do método FPFO

A proposta de implementação do método FPFO decorre de uma limitação estrutural identificada na gestão de materiais da empresa em estudo. Cerca de 40% dos materiais (YRAWs) utilizados no processo produtivo são fornecidos por 2 ou mais fornecedores distintos, exemplificado na Figura 7. Logo, o mesmo YRAW pode apresentar diferentes origens, datas de fabrico e surgir em tempos diferentes.

SAP Int Material	Material Description	Material G	Lab Office	MS	SAP MPN	Actual MPN	SAP Manufa	Manufacturer Name
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.806	C0805C225K4RACTU	666627	KEMET	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.807	0805YC225KAT2A	97086020	AVX	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.808	CL21B225KOF4PBE	47409	SAMSUNG SEMICONDUCTOR	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.810	0805B225K160CT	97173422	WALSIN	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.811	C2012X7R1C225K125AB	134686	TDK ELECTRONIC COMPONENTS	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.812	GCM21BR71C225KA64L	97941041	MURATA	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.813	CC0805KKX7R7RB225	97353322	YAGEO - PHYCOMP	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.814	GRM21BR71C225KA12L	97941041	MURATA	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.420.815	885012207052	376451	WURTH ELECTRONICS MIDCOM	
8.738.902.186	CAP CER 2,2uF 16V 10% X7R 0805 P2214	Y26	S3	F.01U.422.069	MSASE219JB7225KTA01	97086089	TAIYO YUDEN	

Figura 7- Exemplo de material com vários fornecedores disponíveis

Esta realidade cria condições para que, sem um critério formal de priorização baseada no DC, lotes com data de fabrico mais antigas permaneçam em *stock*, enquanto lotes mais recentes são consumidos em primeiro lugar. Este risco é agravado pela dependência crescente da empresa de distribuidores, em detrimento do abastecimento direto pelos fabricantes. Quando material é fornecido através de distribuidores, a rastreabilidade do DC torna-se menos imediata, uma vez que estes podem agregar lotes de diferentes datas. Nestes casos, a garantia de que o material com DC mais antigo é consumido

prioritariamente fica ainda mais comprometida. Tal aumenta a probabilidade de permanência de *stock* envelhecido e, conseqüentemente, de obsolescência.

Neste contexto, a estratégia FPFO garante a implementação de um critério formal e rastreamento do consumo prioritário baseado no DC, independentemente da fonte de abastecimento. Este controlo reforçado sobre a antiguidade do inventário minimiza o risco de lotes envelhecidos permanecerem em *stock*, conseqüentemente reduzindo a formação de *scrap* por obsolescência.

3.4.1.1. Adaptação do fluxo físico ao critério de DC

Atualmente, a empresa dispõe de dois armazéns com lógicas de fluxo já orientadas pelo princípio FIFO. No armazém principal, o material é colocado da direita para esquerda nas prateleiras, sendo consumido sempre pelo lado esquerdo. No armazém SMT (*Solder Mount Technology*) o material novo é posicionado na zona posterior da prateleira e o consumo ocorre sempre pela zona da frente. Estes fluxos constituem uma base favorável para a transição para o FPFO, uma vez que os circuitos de movimentação não necessitam de ser alterados estruturalmente. A principal adaptação necessária consiste na introdução do DC como critério determinante do posicionamento de material no momento da receção.

No armazém principal, a regra de posicionamento passa a basear-se na comparação entre o DC do novo lote e o DC dos materiais já existentes em prateleira. Se o DC do novo lote for mais recente do que todos os lotes já presentes, o material é colocado à direita, respeitando o fluxo habitual de entrada. Se o DC do novo lote for mais antigo do que todos os lotes existentes, deve ser colocada à esquerda, para ser o próximo a ser consumido. Nos casos em que o DC do novo lote se situa entre o DC do lote mais antigo e o DC do lote mais recente já em prateleira, o material deve ser inserido na posição intermédia correspondente, por ordem crescente de DC da esquerda para a direita. Como representado na figura abaixo.

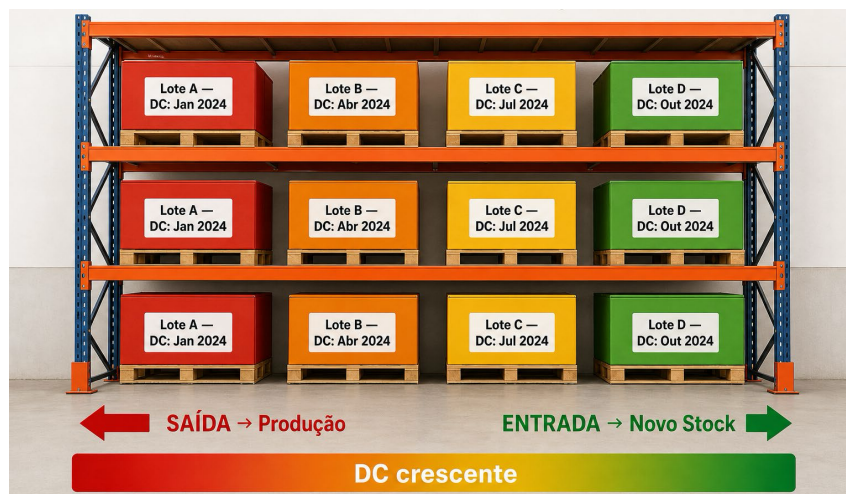


Figura 8- Organização das prateleiras segundo FPFO (Armazém Principal)

Esta lógica garante que, em qualquer momento, o material posicionado mais à esquerda é sempre o que representa o DC mais antigo, independente da sua ordem de chegada ao armazém.

No armazém de SMT aplica-se a mesma lógica, com as devidas adaptações ao fluxo existente. O material com DC mais recente é colocado na zona mais posterior da prateleira já o material com DC mais antigo é colocado na zona da frente. Quando o DC do novo lote se situa entre extremos já presentes em prateleiras, o material inserido na posição intermédia correspondente, por ordem crescente da parte da frente para trás. Como representado na figura abaixo (numa vista lateral).

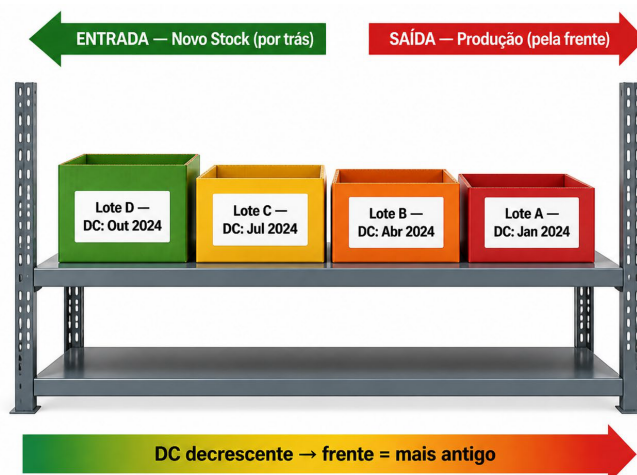


Figura 9- Organização das prateleiras segundo FPFO (Armazém SMT)

Para garantir o cumprimento destas medidas de forma consistente no momento da receção, propõe-se a adição de uma etiqueta onde a informação do DC seja bem visível. Esta deverá ser impressa e aplicada em cada lote aquando da sua entrada no armazém. A adequada visibilidade desta informação diretamente na embalagem do lote é fundamental para que o operador possa, no momento de repor material, comparar rapidamente o DC do novo lote com o do *stock* já existente e assegurar o correto posicionamento. Esta solução de gestão visual com baixo custo de implementação contribui para uma menor dependência de memorização por parte dos operadores, tornando o processo mais intuitivo e acessível. Consequentemente, qualquer funcionário que aceda ao armazém consegue compreender de forma imediata a lógica subjacente ao seu funcionamento.

3.4.1.2. Suporte em SAP – Campo DC e gestão de lotes

A implementação do FPFO exige uma adaptação ao nível do sistema SAP, de modo que o sistema de informação suporte e reforce a lógica de consumo prioritário por DC. A principal alteração consiste na ativação e configuração do campo DC ao nível da gestão de lotes, permitindo associar cada lote de material à respetiva data de fabrico como atributo registado e consultável no sistema. Com base nesta informação, deve ser definida uma estratégia de saída de stock que obrigue o SAP a propor sempre o lote com DC mais antigo no momento de satisfazer uma necessidade de produção.

Para que esta configuração seja eficaz, o registo do DC no momento da receção deve funcionar como campo de preenchimento obrigatório, cujo não preenchimento impede a conclusão da entrada em stock.

Desta forma, é possível garantir que no processo de *picking* para produção, a proposta do SAP vai indicar sempre o lote com DC mais antigo como primeira opção de consumo.

3.4.1.3. Impacto no processo produtivo e nas certificações

Relativamente às certificações pretendidas pela empresa, nomeadamente para a entrada no setor automóvel (regularizado pelo IATF 16949:2016) e no setor da saúde (regularizado pela ISO 13485:2016), a implementação do método FPFO assume uma particular relevância.

A capacidade de demonstrar que o consumo de materiais segue critérios objetivos baseados no DC, que os lotes são rastreados de forma consistente e que o sistema de informação suporta e regista essas decisões constitui um elemento importante de conformidade.

Desta forma, a empresa passa a ter a capacidade de demonstrar que um produto foi fabricado com material proveniente de um determinado DC, reforçando a conformidade documental, a transparência do processo e a credibilidade da organização perante auditorias externas.

3.4.2. Venda de stock excedente a *brokers*

Outra proposta de melhoria consiste na criação de um processo estruturado para a venda de stock excedentário a *brokers* especializados. Esta medida parte do princípio de que nem todo o material sem utilidade interna deve ser classificado como *scrap*, uma vez que pode ainda existir valor económico recuperável através do mercado secundário. Tal situação é especialmente relevante no caso de componentes eletrónicos associados em produtos EOL, a alterações de engenharia ou a excedentes resultantes de decisões de compra anteriormente justificadas.

A implementação desta proposta pressupõe a existência de um procedimento claro para identificação, validação e encaminhamento dos materiais elegíveis para venda. Neste âmbito, foi desenvolvida uma *guideline* específica para esta venda de *stock*, a qual se encontra incluída como apêndice da presente dissertação. De forma sintética, esta orientação define as principais etapas do processo, desde a identificação dos materiais

elegíveis para venda, passando pela recolha e organização de toda a informação relevante de cada lote, pela seleção e contacto com potenciais *brokers*, até à análise das propostas recebidas e à decisão final sobre o destino do material.

A existência desta *guideline* permite enquadrar a venda a *brokers* como uma solução organizada, controlada e rastreável. Para além disso, contribui para reduzir a tendência de encaminhamento direto para *scrap* de materiais que ainda possam ser valorizados, promovendo uma gestão mais racional e economicamente eficiente do excedente.

3.4.3. Revisão de MOQs

Em paralelo, a revisão das práticas associadas a materiais sujeitos a MOQ elevado constitui uma proposta importante, uma vez que este fator se encontra frequentemente na origem de excesso de stock e futura obsolescência. Quando a quantidade mínima imposta pelo fornecedor ultrapassa de forma significativa a necessidade real de consumo, cria-se uma discrepância entre o aprovisionamento e a procura efetiva, aumentando a probabilidade de acumulação de materiais sem utilização futura.

Perante este problema, propõe-se uma abordagem baseada em duas principais linhas de atuação. A primeira, consiste na negociação com o fornecedor para a realização de encomendas faseadas, procurando manter o compromisso comercial associado ao lote total, mas distribuindo a entrega ao longo do tempo em função da necessidade real. A segunda linha de atuação, consiste na distribuição de stock entre diferentes fábricas ou unidades, sempre que o excedente adquirido numa localização possa ser usado noutra. Esta solução permite diluir o impacto do MOQ elevado e aumentar a probabilidade de consumo integral do lote, reduzindo o risco de obsolescência.

Estas medidas apresentam a vantagem de atuar preventivamente sobre o problema, reduzindo a formação de excedentes futuros, em vez de se limitarem a gerir as suas consequências. Adicionalmente, permitem introduzir maior flexibilidade no aprovisionamento, adaptando-o de forma mais eficaz à variabilidade de procura e à incerteza associada ao ciclo de vida dos produtos.

3.4.4. Economia circular

Para além de medidas orientadas para o controlo de inventário e valorização de material, considera-se igualmente importante integrar uma perspetiva de economia circular na gestão do *scrap*, mais especificamente de partes plásticas e *housings*. A valorização destes materiais pode traduzir-se na venda para recicladores, no reaproveitamento como matéria-prima secundária ou na integração em fluxos industriais de recuperação, dependendo das características do material e do seu estado de conservação. Em Portugal existem operadores dedicados à reciclagem e valorização de resíduos plásticos industriais como a PreZero®, o que comprova a existência de alternativas ao descarte direto destes materiais.

Soma-se ainda aos benefícios destas medidas, o impacto ambiental. Esta proposta assume também relevância estratégica no acesso a mercados com requisitos mais exigentes em matéria de sustentabilidade, rastreabilidade e conformidade com boas práticas ambientais. Assim, a economia circular aplicada ao *scrap* deve ser entendida não apenas como uma medida complementar de gestão de resíduos, mas como parte integrante de uma estratégia mais ampla de redução do desperdício e valorização de recursos.

3.4.5. Reforço da articulação entre áreas

Por último, mas não menos importante, uma parte significativa do risco de obsolescência decorre da falta de articulação entre as áreas de engenharia, planeamento, compras e logística. Sempre que se verificam alterações técnicas, revisões de produtos, substituição de componentes ou decisões de EOLs, é essencial que essa informação seja prontamente incorporada nos processos de aquisição e gestão do inventário. A ausência desta atualização atempada, aumenta o risco de entrada em stock de materiais cuja aplicação futura já se encontra comprometida.

Uma maior articulação entre estes setores permitiria reduzir o desfasamento entre a evolução técnica do produto e o comportamento do inventário, promovendo decisões de compra mais alinhadas com a realidade operacional.

4. Avaliação do impacto potencial

Neste subcapítulo, a avaliação do potencial impacto das propostas de melhoria será realizada com base em casos reais observados na empresa. Para cada situação, será descrita a ocorrência, a respectiva causa principal e a forma como os métodos propostos poderiam ter contribuído para prevenir ou mitigar o problema.

4.1. Caso 1: *Scrap* de ICs de catálogo

Ao longo dos três anos analisados registou-se o *scrap* de 2.569.116 de ICs (*Integrated Circuits*) de catálogo, totalizando o valor de 3.348.692,06 €, associado apenas a situações de EOLs e mudanças de engenharia. Este caso é particularmente relevante, porque comprova o potencial impacto financeiro que estes materiais representam quando deixam de ter utilidade.

Como exemplo podemos utilizar os materiais representados na Tabela 2:

Tabela 2- Exemplo *Scrap* de ICs

SAP#	Description	MAN/MPN	Scrapping Costs
F.01U.285.696	IC DSP TMS320DM8167 FCBGA1031	Texas Instruments/ TMS320DM8167SCYG	400 777,51€
F.01U.320.819	IC DSP S3L63 LFBGA353	Ambarella / S2L66-A2-RH	374 090,17 €

Estes dados indicam que foi efetuado *scrap* no valor de aproximadamente 400K€ (7 448 unidades) do material TMS320DM8167SCYG da *Texas Instruments*®. O origina um valor de aproximadamente 53,4€ por unidade. A pesquisa em plataformas especializadas na comercialização destes de materiais demonstrou que os mesmos conservam um valor económico significativo, sendo transacionados por preços unitários compreendidos entre 38,78€ e 102,45€, em função da quantidade obtida e do respetivo DC.

O mesmo se sucede com o material S2L66-A2-RH da *Ambarella*®, cujo *scrap* totaliza o valor de aproximadamente 375K€ (38 012 unidades), ou seja, cerca de 10€ a unidade. Utilizando a mesma ferramenta de pesquisa, é possível verificar que o mesmo material está à venda em *brokers* entre 29,15€ a unidade e 33,12€ a unidade.

Neste contexto, os materiais preservam o seu valor no mercado secundário e podem, em determinadas situações, atingir preços superiores devido à sua raridade, sobretudo se encontram obsoletos.

4.2. Caso 2: Químicos

Relativamente aos materiais químicos, a análise das informações recolhidas junto dos responsáveis dos armazéns permitiu identificar os MOQs elevados como a principal causa de *scrap*. Embora este tipo de material represente cerca de 120mil € em *scrap*, a sua relevância decorre sobretudo por ter sido identificado pelas equipas do armazém e do elevado impacto ambiental associado à sua eliminação. Neste contexto, as propostas de negociação com o fornecedor para a realização de encomendas faseadas e distribuição de stock entre diferentes fábricas serão especialmente relevantes.

A Tabela 3 representa o conjunto de materiais onde a proposta de partilha de stocks é possível.

Tabela 3-Materiais elegíveis para a partilha

SAP#	Description
F.01U.273.765	solder preform SAC305 size 1406
F.01U.389.780	Solder Paste Reflow CVP-390 (PRODUCTION)
F.01U.435.021	SOLDER WAVE SAC305 lead free
F.01U.010.291	LOCTITE 222 50ML
F.01U.016.528	SILICONE FOR ELECTRICALPARTS
F.01U.028.225	LOCTITE 406 GLUE CAC 026
F.01U.039.096	LOCTITE 603
F.01U.039.108	LOCTITE 290
F.01U.133.653	NON SILICONE HEAT TRANSFER COMPOUND HTC

Deste modo, será necessário o apoio da equipa de compras na negociação com o fornecedor e na implementação de encomendas faseadas dos materiais identificados na Tabela 4.

Tabela 4- Materiais onde a negociação com fornecedores será necessária

SAP#	Description
F.01U.284.594	Paste Flux reflow ALPHA OM-338-PT
F.01U.013.850	GLUE OPTICAL UV CURNOA68
F.01U.013.853	GLUE EPOX RES RD PD966M CART.23
F.01U.028.222	LOCTITE 403,20G SIPHON (20 gram)
F.01U.039.089	LOCTITE 460/20 CA GLUE
F.01U.039.129	BORGMIDDEL LOCTITE 7400 20ML
F.01U.075.370	CASTING RESIN ALPHA EF-6100 - flux
F.01U.139.811	Lubricating Grease Copper Ease
F.01U.165.005	GLUE EPOX RES PD966M RED CART.2
F.01U.167.475	Grease Bearing Molykote BG-20
F.01U.279.475	sealing comp. Tputty 506 Turquoise
F.01U.307.198	sealing comp. Loctite 5088 Straw colored
F.01U.347.614	Aqueous Silicone Cleaner DS-1000
F.01U.349.196	sealing comp. TPUTTY 508 Green

Assim, demonstra-se que a problemática associada aos materiais químicos pode ser mitigada através de duas abordagens complementares, em função da tipologia dos materiais e da respetiva aplicabilidade transversal.

4.3. Caso 3: Stock em não conformidade

Durante a revisão anual de stock, foi identificado um caso particularmente crítico que envolveu a aquisição do mesmo material através de dois distribuidores distintos. Embora a primeira remessa apresentasse um *Date Code* recente, a segunda revelou-se substancialmente mais antiga, com um DC superior a dois anos.

Tal condicionou a aceitação por parte de um dos clientes o que gerou um desvio significativo face ao controlo expectável para este tipo de material. A recusa de utilização do stock mais antigo por um dos clientes, e a sua aceitação pelo outro, apesar do risco associado, aumentou a complexidade do caso. Para acomodar esta divergência foi necessário duplicar o código interno de SAP, proceder à sua substituição em todas as BOMs correspondentes e desencadear um conjunto de alterações documentais. Como estas BOMs estavam associadas a produtos abrangidos pela certificação Vds, cada modificação exigiu ainda a atualização formal e respetiva comunicação à entidade certificadora, o que aumentou de forma expressiva a complexidade administrativa e o risco de inconformidade.

Este caso evidencia a vulnerabilidade de uma gestão de stocks assente no FIFO, na ausência de um mecanismo eficaz de rotação por antiguidade de fabrico. A implementação do princípio FPFO teria permitido priorizar a utilização do material com o DC mais antigo, mesmo que tivesse chegado posteriormente, prevenindo situações como o caso apresentado, que neste caso não acabou em *scrap*.

4.4. Caso 4: *Scrap* de plásticos/ *housings*

Nos últimos três anos houve um registo de aproximadamente 860 mil € de materiais plásticos como *housings* a irem para *scrap*, quer seja por problemas de qualidade ou pela obsolescência do material. Neste contexto, a incorporação de uma empresa como a *PreZero*® na logística pode ter um impacto relevante na gestão destes fluxos, ao permitir a transição de um modelo centrado exclusivamente na eliminação de resíduos para um modelo orientado para a valorização de material.

A integração de um parceiro especializado contribui para uma melhor organização da recolha, segregação, triagem e encaminhamento dos resíduos, assegurando maior eficiência operacional e maior controlo sobre o seu destino. Em paralelo, esta abordagem promove a recuperação de parte do valor do *scrap* gerado, reduzindo o custo líquido associado ao desperdício e consequente peso económico.

Para além disso, esta solução trará uma redução no impacto ambiental, promovendo a circularidade e reintegração de matérias no ciclo produtivo.

5. Conclusão

A presente dissertação teve como principal objetivo analisar de que forma a gestão de materiais pode ser otimizada para reduzir a obsolescência e os custos de *scrap* em ambiente de produção, aplicada ao contexto real da indústria eletrónica. A partir da revisão da literatura e da análise de caso estudo, identificaram-se como fatores com impacto direto no desperdício gerado e na consequente perda de valor económico dos materiais a acumulação de *stock* envelhecido e a perda de rastreabilidade temporal dos mesmos.

Do ponto de vista teórico, o estudo permitiu demonstrar que os métodos tradicionais de rotação de *stocks* como o FIFO, apresentam limitações relevantes. Particularmente, quando onde o mesmo material é passível de ser adquirido por múltiplos fornecedores ou distribuidores com diferentes *Date Codes*. Nestas situações, a ordem de entrada em armazém deixa de refletir de forma fiável a verdadeira antiguidade do material, o que aumenta o risco de permanência de materiais mais antigos em *stock* e, consequentemente, o risco de obsolescência, de não conformidade e *scrap*. Por sua vez, o FPFO revela-se a estratégia mais compatível com o contexto analisado, permitindo um consumo orientado com base na data de fabrico. Desta forma, promove uma rotação mais coerente com a realidade temporal dos materiais e reforça simultaneamente a rastreabilidade e o controlo de qualidade.

Neste enquadramento, a proposta de implementação do método FPFO destaca-se como a medida central da dissertação, não só pela sua capacidade de reduzir o envelhecimento de *stock*, mas também por criar condições para uma gestão mais robusta, rastreável e compatível com contextos industriais de maior exigência normativa. A adaptação do fluxo físico dos armazéns, a criação de regras visuais de posicionamento com base no DC e o suporte em SAP, através da gestão de lotes, demonstram que a implementação do FPFO pode ser operacionalizada de forma concreta e integrada.

Todavia, o trabalho evidenciou ainda que a redução do *scrap* não pode depender exclusivamente da adoção do método de rotação de *stock*. Por essa razão, foram desenvolvidas estratégias complementares orientadas para diferentes causas estruturais do problema. Estas incluem, a venda de *stock* excedentário a *brokers*, a revisão de práticas associadas a MOQs elevados, a partilha de *stock* entre fábricas, a negociação de entregas faseadas com fornecedores, a valorização de materiais através de princípios de economia circular e, por fim, o reforço da articulação multidisciplinar entre os departamentos da empresa. Em conjunto, estas propostas permitem atuar de forma mais abrangente, quer na prevenção da formação de excedentes, quer na recuperação do valor de materiais, cuja utilização interna deixou de ser viável.

Apesar da relevância dos resultados obtidos importa reconhecer que o estudo se baseia numa análise desenvolvida numa única organização e num período marcado por um contexto particular de transição estratégica e operacional. Acresce ainda que as propostas apresentadas foram avaliadas sobretudo numa lógica de impacto potencial, não sendo integralmente implementadas no período de estudo. Ainda assim, a dissertação permite concluir que a combinação entre FPFO com suporte digital e estratégias complementares de prevenção e valorização constitui uma abordagem consistente e promissora para reduzir a obsolescência e melhorar gestão de materiais, diminuindo assim os custos de *scrap* em ambiente industrial.

Como perspetiva futura é fundamental concretizar a implementação das propostas de melhoria apresentadas ao longo da dissertação de forma a validar em contexto real o seu impacto. Em paralelo, é igualmente relevante desenvolver investigação centrada nas causas do *scrap* associadas à qualidade e às ocorrências de dano ao longo do fluxo de produção. Tal abordagem permitirá identificar novas oportunidades de otimização orientadas para a prevenção de desperdício, reforçando a melhoria contínua do desempenho produtivo.

Referências

- [1] A. C. Sembiring, J. Tampubolon, D. Sitanggang, and M. Turnip, "Improvement of Inventory System Using First In First Out (FIFO) Method," 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1361/1/012070.
- [2] S. Minner and S. Transchel, "Periodic review inventory-control for perishable products under service-level constraints," pp. 979–996, 2010, doi: 10.1007/s00291-010-0196-1.
- [3] A. Najlae, A. Sedqui, and A. Lyhyaoui, "A Product Driven System to Facilitate FEFO Application in A Product Driven System to Facilitate FEFO Application in Warehouses Warehouses," vol. 191, pp. 451–456, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.07.056.
- [4] J. Kandasamy, K. E. K. Vimal, A. Pratap, A. Magnani, A. Gokhale, and S. Jagtap, "Analysis of key challenges to implementation of FEFO in perishable food supply chain," vol. 21, no. March, p. 101848, 2025, doi: 10.1016/j.jafr.2025.101848.
- [5] S. Ismail, "Technology Corner : Dating of Electronic Hardware for Prior Art Investigations Technology Corner Dating of Electronic Hardware for Prior Art Investigations Sellam Ismail," *J. Digit. Forensics , Secur. Law*, vol. 7, no. 1, 2012.
- [6] International Organization for Standardization, *ISO 9001:2015: Quality management systems — Requirements*, 5th ed. Geneva, Switzerland: ISO, Sep. 2015, cl. 8.5.2. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- [7] International Automotive Task Force (IATF), *IATF 16949:2016: Requirements for automotive production and relevant service parts organizations*, 1st ed. Troy, MI, USA: IATF, Oct. 2016, cl. 8.5.2.1. [Online]. Available: <https://www.iatfglobaloversight.org/iatf-16949>
- [8] International Organization for Standardization, *ISO 13485:2016: Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes*, 3rd ed. Geneva, Switzerland: ISO, Dec. 2016, cl. 7.5.9. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/63898.html>
- [9] A. Cherra, S. Elfezazi, A. Chiarini, A. Mokhlis, and K. Benhida, "The integration of lean manufacturing , Six Sigma and sustainability : A literature review and future research directions for developing a specific model," vol. 139, pp. 828–846, 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.08.101.

- [10] R. I. De Oliveira, S. O. Sousa, and F. C. De Campos, "Lean manufacturing implementation: bibliometric analysis 2007–2018," pp. 979–988, 2019.
- [11] J. Womack and D. Jones, "Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation," *J. Oper. Res. Soc.*, no. April, pp. 1–8, 2008. [12] S. S. Dutta, "Lean Manufacturing and Process Optimization : Enhancing Efficiency in Modern Production," vol. 10, no. 5, 2024.
- [13] S. C. Mukwakungu, M. D. Mabasa, S. Mankazana, X. Mzileni, and S. A. Burakeye, "The Impact of Just in Time (JIT) in Inventory Management – Perspectives from Two Case Studies in a South African Environment," *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, no. 8, pp. 1271–1278, 2019.
- [14] M. Taddiken, N. Hellwege, N. Heidmann, D. Peters-drolshagen, and S. Paul, "Analysis of aging effects - From transistor to system level," *Microelectronics Reliability*, vol. 67, pp. 64–73, 2016, doi: 10.1016/j.microrel.2016.10.016.
- [15] J. K. Kwak, "Analysis of Inventory Turnover as a Performance Measure in Manufacturing Industry," *MDPI*, 2019.
- [16] K. Aljaaidi and O. Ali, "Days inventory outstanding and firm performance : Empirical investigation from manufacturers," *GrowingScience*, vol. 6, pp. 1111–1116, 2020, doi: 10.5267/j.ac.2020.7.007.
- [17] O. Ezeanyim, U. Onwurah, and C. Okpala, "An Evaluation of Actual Costs of Rework and Scrap in Manufacturing Industry," vol. 2, no. 4, pp. 612–618, 2015.
- [18] P. Chow, T. Choi, and T. C. E. Cheng, "Impacts of Minimum Order Quantity on a Quick Response Supply Chain," *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART A: SYSTEMS AND HUMANS*, vol. 42, no. 4, pp. 868–879, 2012.
- [19] K. Salas-navarro and L. E. Cárdenas-, "A vendor-managed inventory model for a three-layer supply chain considering exponential demand , imperfect system , and remanufacturing," *Ann. Oper. Res.*, vol. 332, no. 1, pp. 329–371, 2024, doi: 10.1007/s10479-023-05793-6.
- [20] J. Lee, H. Choi, and J. Kim, "Environmental and economic impacts of e-waste recycling : A systematic review," *Chem. Eng. J.*, vol. 494, no. January, p. 152917, 2024,
- [21] A. M. De Jong, A. Mellquist, and A. M. De Jong, "The Potential of Plastic Reuse for Manufacturing: A Case Study into Circular Business Models for an On-Line Marketplace," *MDPI*, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su13042007>. doi: 10.1016/j.cej.2024.152917.

- [22] SAP, “What is SAP ERP?” <https://www.sap.com/portugal/products/erp/what-is-sap-erp.html> (accessed Jan. 11, 2026).
- [23] I. G. Fomina and V. V. Samoylov, “Applying of Innovative Methods in Warehouse Management,” *2017 IEEE Conf. Russ. Young Res. Electr. Electron. Eng.*, pp. 1337–1340, 2017, doi: 10.1109/EIConRus.2017.7910814.
- [24] SAP, “SAP Extended Warehouse Management (SAP EWM).” https://help.sap.com/docs/SAP_EXTENDED_WAREHOUSE_MANAGEMENT/3d97bec9bf1649099384bb8167df3cf2/4ecb88b8b2422afee10000000a42189e.html?locale=en-US (accessed Jan. 11, 2026).
- [25] SAP, “Quality Management (QM).” https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_ON-PREMISE/9905622a5c1f49ba84e9076fc83a9c2c/e2f8f94be737403696eeea0e2be80d87.html?locale=en-US (accessed Jan. 11, 2026).
- [26] SAP, “Inventory Management and Physical Inventory (MM-IM).” https://help.sap.com/docs/SAP_ERP/96bf9ad642cf4b26a29595e3d573fb8c/38b1ba53422bb54ce10000000a174cb4.html?locale=en-US (accessed Jan. 11, 2026).
- [27] SAP, “Production Planning.” https://help.sap.com/docs/SAP_PROFITABILITY_PERFORMANCE_MANAGEMENT/7fa13890d47b4c69bbb62175e84e4aa8/dc770897bd86416e86a742ebedad7ad2.html?locale=en-US&q=Production+Planning (accessed Jan. 11, 2026).
- [28] SAP, “Financial Accounting – General Topics.” https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_ON-PREMISE/8fbed5f2046489696a50ac7fd76f9c6/68e4cf536db84408e10000000a174cb4.html?locale=en-US (accessed Jan. 11, 2026).
- [29] SAP, “Controlling (CO).” https://help.sap.com/docs/SAP_ERP/07c6eb297cdd4f3bafb743072e5375f4/5cd170526837214fe10000000a445394.html?locale=en-US (accessed Jan. 11, 2026).
- [30] SAP, “SAP SD- Sales and Distribution Module Introduction.” https://help.sap.com/docs/SUPPORT_CONTENT/abap/3353523548.html?locale=en-US (accessed Jan. 11, 2026).
- [31] SAP, “Batch Management.” https://help.sap.com/docs/SAP_ERP/4819b5e43b9b4a8c9d92baf99b102d20/ee8ec95360267214e10000000a174cb4.html?locale=en-US&version=6.05.latest (accessed Jan. 11, 2026).

- [32] SAP, “Shelf Life Expiration Date.” https://help.sap.com/docs/SAP_ERP/4819b5e43b9b4a8c9d92baf99b102d20/f18ec95360267214e10000000a174cb4.html?locale=en-US&version=6.05.latest (accessed Jan. 11, 2026).
- [33] SAP, “Aquatherm- Connecting the shop floor and the top floor for real-time operational insights with SAP Digital Manufacturing.” 2024, [Online]. Available: <https://www.sap.com/documents/2024/06/d0f6f7b8-c27e-0010-bca6-c68f7e60039b.html>.
- [34] SAP, “Jowat: Criando operações integradas com o SAP Digital Manufacturing.” [Online]. Available: <https://news.sap.com/2024/01/jowat-creates-seamless-operations-sap-digital-manufacturing/>

Apêndice A - *Guideline*

Venda de material a *brokers*

Initial	Internal
Author / Department:	Gustavo Soares
Process Owner / Department:	LOS Team
First version date:	2026-Jun-4

Scope and Applicability

Applies to:	Material Scrap
-------------	----------------

Attachments:

Change history:

Version	Date	Description	Author / Editor
1.00	2026-Jun-4	Document release	Gustavo Soares

Índice

1. Enquadramento e objetivos	3
2. Âmbito de aplicação	3
3. Instruções de operação.....	4
3.1. Hierarquia de decisão	4
3.2. Critérios de elegibilidade	4
3.3. Classificação do <i>stock</i>	5
3.4. Validação Interna	6
3.5. Informação necessária do lote	6
3.6. Contacto com <i>brokers</i>	6
3.7. Avaliação das propostas	7
3.8. Aprovação e expedição.....	7
3.9. Registo e acompanhamento	8
4. Responsabilidade pelo processo	8
5. Fluxograma	9

1. Enquadramento e objetivos

A venda de material a *brokers* constitui uma alternativa importante para reduzir perdas associadas à obsolescência e evitar que materiais ainda valorizáveis sejam encaminhados diretamente para *scrap*.

O objetivo desta *guideline* é definir um procedimento normalizado para gestão de *stock* com potencial de venda a *brokers*. Pretende-se assegurar que o processo decorre de forma coerente, com critérios claros de decisão e com registo das etapas mais relevantes.

Em termos práticos, esta *guideline* procura:

- Maximizar a recuperação de valor económico do stock excedentário;
- Reduzir o volume de material encaminhado para *scrap*;
- Garantir consistência no processo de decisão;
- Melhorar a rastreabilidade das operações.

2. Âmbito de aplicação

A *guideline* aplica-se a materiais que deixaram de ter utilidade previsível no contexto operacional e que, por esse motivo, devem ser analisados quanto ao seu destino mais adequado. Nem todo o excesso de *stock* deve ser automaticamente vendido, sendo necessário avaliar primeiro outras possibilidades.

De forma geral, esta *guideline* pode ser aplicada a:

- Stock excedentário sem consumo previsto;
- Materiais obsoletos ou próximos de obsolescência;
- Artigos associados a *End of Life* (EOL);
- Excedentes resultantes de *Minimum Order Quantities* (MOQs) elevado;
- Lotes cuja utilização interna deixou de ser economicamente viável.

3. Instruções de operação

3.1. Hierarquia de decisão

Antes de avançar para a venda a *brokers*, deve existir uma lógica de decisão bem definida. O objetivo é assegurar que a venda apenas ocorre quando já não existem alternativas internas mais vantajosas.

A análise do destino do stock deve seguir a seguinte ordem:

1. Reutilização interna;
2. Transferência para outras localizações;
3. Venda a *brokers*;
4. *Scrap*.

Esta sequência ajuda a evitar decisões precipitadas e reforça uma gestão mais eficiente dos materiais.

3.2. Critérios de elegibilidade

Para que um lote seja considerado elegível para venda a *brokers*, deve cumprir pelo menos um conjunto mínimo de condições que demonstrem a sua baixa probabilidade de utilização interna.

Os principais critérios de elegibilidade devem incluir:

- Ausência de consumo previsto num horizonte temporal definido;
- Descontinuação do produto associado;
- Risco elevado de obsolescência;
- Quantidade em stock claramente superior à necessidade real;
- Impossibilidade de reaproveitamento interno.

3.3. Classificação do *stock*

Após a identificação do material elegível, recomenda-se a sua classificação por prioridade de venda. Esta separação permite concentrar o esforço nos lotes com maior probabilidade de valorização e simplifica a gestão do processo.

Uma classificação simples pode ser a seguinte:

- **Classe A:** material com elevada probabilidade de venda e maior potencial de valorização;
- **Classe B:** material vendável, mas com liquidez moderada;
- **Classe C:** material com baixa probabilidade de venda e necessidade de análise mais cautelosa.

Esta classificação pode considerar fatores como procura de mercado, estado do material, idade do *stock*, quantidade disponível e relevância técnica do artigo.

3.4. Validação interna

Antes do contacto com o mercado, cada lote deve ser validado internamente para confirmar que não existe necessidade presente ou futura que justifique a sua retenção. Esta etapa é essencial para evitar a venda de materiais que possam ainda ter utilidade.

A validação deve considerar, sempre que aplicável:

- Possibilidade de consumo interno futuro;
- Utilização alternativa noutros produtos ou processos;
- Compatibilidade técnica com outras referências;
- Necessidade noutras localizações;
- Restrições técnicas ou de qualidade.

Só após esta verificação o lote deverá ser considerado disponível para venda.

3.5. Informação necessária do lote

Um dos fatores que mais influencia a eficiência do processo é a qualidade da informação enviada aos *brokers*. Quanto mais clara e completa for a caracterização do lote, maior será a probabilidade de obter respostas rápidas e propostas comparáveis.

Para cada lote, recomenda-se o registo da seguinte informação:

- Código e fabricante do material;
- Descrição;
- Quantidade disponível;
- Estado do material;
- Data de aquisição;
- Localização;
- Tipo de embalagem;
- Indicação de EOL, quando exista;
- Observações relevantes;
- Fotografias, se necessário.

3.5. Contacto com *brokers*

O contacto com *brokers* deve seguir um modelo *standard*, de forma a garantir coerência na comunicação e maior facilidade de comparação entre propostas. A utilização de *Templates* reduz omissões de informação e melhora a velocidade do processo.

Nesta etapa, recomenda-se definir previamente:

- Quais os *brokers* a contactar;
- Número mínimo de pedidos de cotação a enviar;
- Prazo esperado de resposta;
- Formato de envio da lista de materiais;
- Condições logísticas relevantes;
- Requisitos documentais aplicáveis.

Sempre que possível, deve existir uma lista de *brokers* previamente qualificados, organizada de acordo com o tipo de material e com o histórico de desempenho.

3.6. Avaliação das propostas

A seleção do *broker* não deve basear-se apenas no valor monetário apresentado. Embora o preço seja um critério importante, a decisão deve integrar também aspetos operacionais e de fiabilidade.

Na avaliação das propostas, devem ser considerados fatores como:

- Preço oferecido;
- Capacidade de aquisição do lote total ou parcial;
- Prazo de resposta;
- Prazo de recolha;
- Condições de transporte;
- Fiabilidade comercial;
- Conformidade documental.

Se necessário, pode ser utilizada uma grelha de avaliação ponderada, permitindo justificar a escolha de forma mais transparente e consistente.

3.8. Aprovação e expedição

Depois de selecionada a proposta mais adequada, a venda deve ser formalmente aprovada antes da sua execução. Esta aprovação deve confirmar que não existem alternativas internas preferenciais e que as condições da transação foram devidamente analisadas.

Na fase de expedição, deve assegurar-se:

- Correspondência entre material aprovado e material expedido;
- Acondicionamento adequado;
- Emissão da documentação necessária;
- Registo da data de saída;
- Identificação do broker destinatário;
- Arquivo dos comprovativos da operação.

3.9. Registo e acompanhamento

A venda de *stock* excedentário deve ser acompanhada por registos que permitam avaliar a eficácia do processo e criar histórico para futuras decisões. Sem este acompanhamento, o processo torna-se pontual e perde capacidade de aprendizagem.

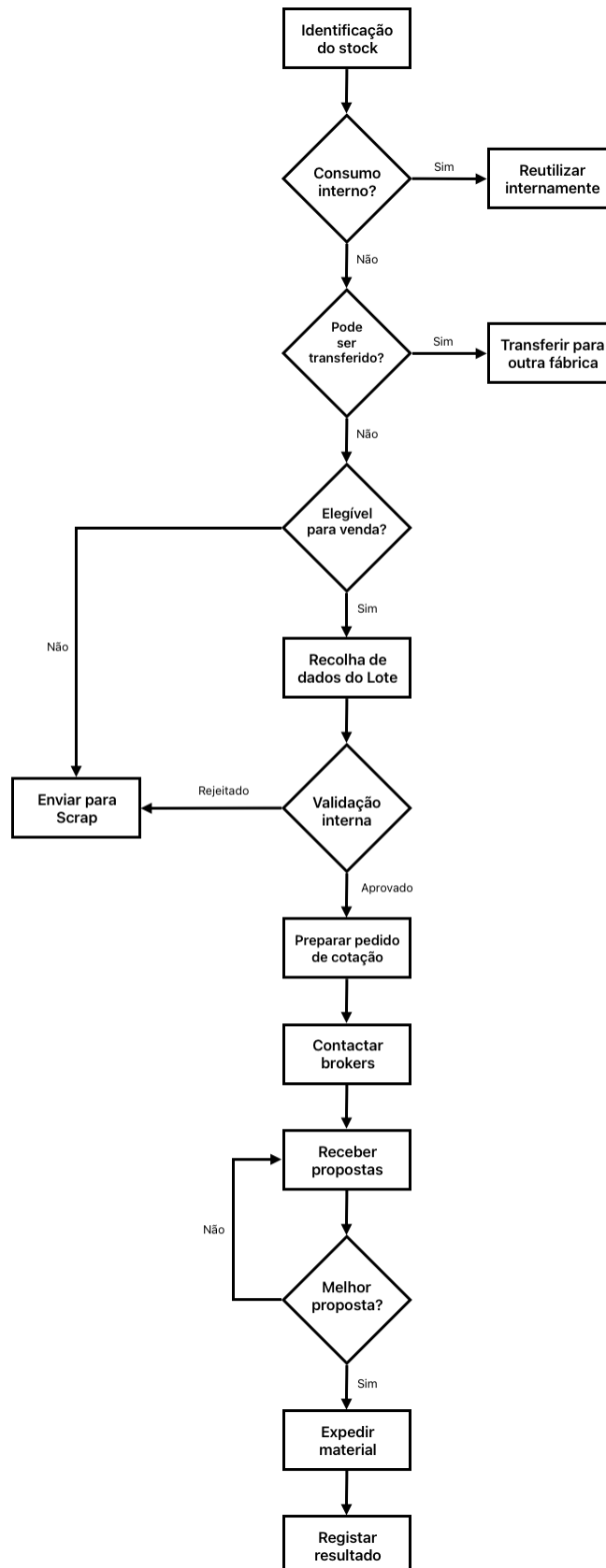
Devem ser registados, sempre que possível:

- Lote disponibilizado;
- *Brokers* contactados;
- Respostas recebidas;
- Valor proposto e valor aceite;
- Tempo decorrido até ao fecho;
- Destino final do material.

4. Responsabilidade pelo processo

O departamento LOS (Logística) é responsável pela implementação e formação, bem como pela revisão e atualização do procedimento.

5. Fluxograma



DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, (dia) de (mês) de (ano)