Lusíada
Repositório das Universidades Lusíada

Universidades Lusíada

Andrade, Sophie Maia de

Redução de stocks numa linha de produção

http://hdl.handle.net/11067/5978

Metadados

Data de Publicação 2021

Resumo O presente trabalho insere-se no âmbito da Dissertação de Mestrado de Gestão de Operações, da Universidade Lusíada-Norte Campus V. N. Famalicão. Desenvolveu-se numa empresa especializada em condensadores de filme, denominada de Vishay Electrónica Portugal, Lda. e o principal objetivo desta dissertação é reduzir stocks intermédios de matérias primas/produtos, work in process (WIP), no setor Mid Power, sem agravar o nível de serviço ao cliente. Para além do principal objetivo, pretende-se também m...

The present work is in the scope of the Master's Dissertation in Operations Management, from Universidade Lusíada-Norte Campus V. N. Famalicão. This work was developed in a company specialized in film capacitors, called Vishay Electrónica Portugal, Lda. and the main objective of this dissertation is to reduce raw materials intermediate stocks, work in process (WIP), in the Mid Power sector, without affecting the customer service level. In addition to the main objective, it is also intended to im...

Palavras Chave Gestão de Operações, Kanban, Gestão de stocks, Pensamento Lean

Tipo masterThesis

Revisão de Pares no

Coleções [ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-04-24T22:16:33Z com informação proveniente do Repositório

http://repositorio.ulusiada.pt

UNIVERSIDADE LUSÍADA – NORTE
***CAMPUS* DE VILA NOVA DE FAMALICÃO**

REDUÇÃO DE *STOCKS* NUMA LINHA DE PRODUÇÃO

Sophie Maia de Andrade

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Gestão de Operações

Vila Nova de Famalicão – julho 2021

UNIVERSIDADE LUSÍADA – NORTE
***CAMPUS* DE VILA NOVA DE FAMALICÃO**

REDUÇÃO DE *STOCKS* NUMA LINHA DE PRODUÇÃO

Sophie Maia de Andrade

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Gestão de Operações

Orientador interno: Professora Ana Cecília Dias Ferreira Ribeiro

Orientador Externo: Engenheiro Geraldo Silva

Agradecimentos

Espero com este espaço limitado, conseguir agradecer a todas as pessoas que, ao longo do meu mestrado em Gestão de Operações me ajudaram, a cumprir os meus objetivos e a realizar mais uma etapa da minha formação pessoal e académica.

Desta forma, deixo um sentimento profundo de agradecimento a todos, que de uma forma ou de outra, estiveram presentes até à conclusão deste objetivo.

À professora Ana Dias, agradeço a oportunidade e o privilégio em tê-la como minha orientadora interna. Agradeço também a sua disponibilidade assim como o apoio, que elevaram os meus conhecimentos e, que sem dúvida, estimularam o desejo de querer saber sempre mais, bem como a constante vontade de querer fazer melhor.

Ao engenheiro Geraldo Silva, o meu sincero agradecimento, por ter aceitado ser meu orientador externo neste Projeto e ter dado apoio incondicional em todas as dificuldades sentidas. Muito obrigada também pelo profissionalismo e pela disponibilidade que sempre revelou comigo. O constante apoio, foi determinante na elaboração desta dissertação.

À doutora Cláudia Ribeiro, pela disponibilidade em fornecer dados necessários à elaboração da dissertação.

À administração da Vishay, por tornar possível este estágio, agradeço também todos os desafios e estímulos para a realização deste projeto. Agradeço à Engenheira Marta e ao Engenheiro Carlos Santos pela cooperação neste Projeto.

Agradeço também à minha família, namorado e amigos pela amizade, paciência, ajuda e companheirismo, fatores que foram muito importantes para a realização deste projeto. Todos esses fatores permitiram que cada dia tenha sido encarado com particular motivação. Espero que esta etapa que agora termino, possa retribuir e compensar, de alguma forma, todo o carinho, amor, apoio e dedicação que, constantemente, me oferecem. A eles, dedico todo este trabalho.

Por tudo, a minha sincera gratidão!

Resumo

O presente trabalho insere-se no âmbito da Dissertação de Mestrado de Gestão de Operações, da Universidade Lusíada-Norte *Campus* V. N. Famalicão. Desenvolveu-se numa empresa especializada em condensadores de filme, denominada de Vishay Electrónica Portugal, Lda. e o principal objetivo desta dissertação é reduzir *stock*s intermédios de matérias primas/produtos, *work in process* (WIP), no setor Mid Power, sem agravar o nível de serviço ao cliente. Para além do principal objetivo, pretende-se também melhorar o transporte e acondicionamento das matérias-primas. Os materiais fornecidos ao setor têm diferentes formas de ser acondicionados, e são fornecidos em diferentes quantidades. Uma vez que a quantidade entregue tem impacto na eficiência e logística interna, definiu-se como objetivos específicos, identificar pontos de melhoria contínua em todo o processo de armazenamento, nos pedidos de materiais, na devolução e gestão de *stock*s, e consequente análise do seu impacto.

Realizou-se um estudo do custo em valor do material do setor em questão, e elaborou-se uma análise atual do setor por tipo de material. Analisaram-se os pedidos e devoluções dos materiais, bem como o seu transporte e armazenamento. Após a análise crítica da situação atual, identificou-se, através do diagrama de *Ishikawa*, as principais causas do excesso de *stock*. Aplicaram-se/identificaram-se algumas sugestões de melhoria em cada uma das matérias-primas. Implementaram-se melhorias nos arames, reduzindo os *stocks* de segurança, e melhoria no transporte e acondicionamento dos rolos de arame, que resultaram numa redução de 37% no custo face à situação encontrada inicialmente. Para além da redução monetária, também se obteve o ganho ergonómico, pois implementaram-se carrinhos de transporte que fazem a movimentação da carga sem que o operador adote a posição curvada. Relativamente aos químicos, calcularam-se reduções teóricas monetárias na ordem dos 60%, caso se aplicassem as sugestões de melhoria, entre as quais estão a alteração de quantidades de embalagem, a alteração do transporte e acondicionamento dos mesmos no setor produtivo. Para além da redução, após implementação destas melhorias, também haveria ganho relativamente à segurança dos operadores da produção, pois reduziria em mais de 1000 Kg de produtos inflamáveis presentes na produção. Obtiveram-se ganhos para a organização das matérias-primas, através da aplicação e/ou proposta de aplicação da ferramenta 5S, informatização de sistemas, bem como dinamizar os pedidos de materiais através de *kanbans,* reduzindo os sistemas burocráticos.

Palavras-Chave: Redução de *Stock*; Redução de WIP; *Lean Thinking; JIT; Kanban;* Diagrama de *Ishikawa,* 5S; sistema puxado*, standard work.*

Abstract

The present work is in the scope of the Master's Dissertation in Operations Management, from Universidade Lusíada-Norte Campus V. N. Famalicão. This work was developed in a company specialized in film capacitors, called Vishay Electrónica Portugal, Lda. and the main objective of this dissertation is to reduce raw materials intermediate stocks, work in process (WIP), in the Mid Power sector, without affecting the customer service level. In addition to the main objective, it is also intended to improve the transport and packaging of raw materials in the productive sector. The materials supplied to the sector have different ways of packaging and are supplied in different quantities. Since the quantity delivered has an impact on efficiency and internal logistics, specific objectives were defined, identifying points of continuous improvement in the entire storage process, in material orders, in return and stock management, and consequent analysis of its impact.

A study of the cost of the material in the sector was carried out, and a current analysis of the sector by type of material was accomplished. The orders and returns of the materials were analyzed, as well as their transport and storage. After a critical analysis of the current situation, the main causes of excess stock were identified through the Ishikawa diagram. Some suggestions for improvement were identified/applied for each one of the raw materials. Improvements were made to the wires, reducing the safety stocks, and improving the transport and packaging of the wire rolls, which resulted in a 37% reduction in cost compared to the situation initially found. In addition to the cost reduction, there was also an ergonomic gain, because were implemented transport cars that move the load without operator adopting the curved position. With the chemicals, the cost theorical reductions was 60%, if the suggestions for improvement were applied, including changes in packaging quantities and changes in transport in the productive sector. In addition to the reduction in value, there would also be a gain in terms of safety for production operators, as it would reduce by more than 1000Kg of flammable products present in the production.

Gains were made for the organization of raw materials, through the proposal or application of 5S tool, computerization of systems, as well as streamlining material orders through kanbans, reducing bureaucratic systems.

Key Words: Stock reduction; WIP reduction; Lean Thinking; JIT; Kanban; Ishikawa diagram; 5S; pull system; standard work.

Índice

Agradecimentos ... iii
Resumo ... iv
Abstract ... v
Índice ... vi
Lista de figuras ... ix
Lista de tabelas ... xi
Lista de abreviaturas e símbolos ... xii
1. Introdução ... 1
1.1. Enquadramento ... 1
1.2. Objetivos ... 2
1.3. Metodologia da Investigação ... 3
1.4. Estrutura do relatório ... 4
2. Fundamentação teórica ... 6
2.1. *Lean Thinking* e tipos de desperdícios ... 6
2.2. Ferramentas *Lean* e da qualidade ... 14
2.2.1. *Standard work* ... 14
2.2.2. Gestão visual e 5S ... 14
2.2.3. Diagrama de *Ishikawa* ou causa-efeito ... 16
2.2.4. Sistema puxado ... 17
2.2.5. *Mizusumashi* ... 17
2.2.6. Sistema *Kanban* ... 18
2.2.7. *Just-In-Time* ... 21
2.3. Classificação ABC ... 21
2.4. Benefícios e limitações da filosofia *Lean* ... 22
3. Apresentação da empresa ... 23
3.1. História e caracterização da Vishay Intertechnology ... 23
3.2. Descrição e localização da Vishay Electrónica Portugal ... 23
3.3. Estratégia empresarial ... 24
3.4. Área de mercado envolvente ... 25
3.5. Objetivos da organização ... 26
3.6. Estrutura organizacional da empresa ... 27
3.7. Processo produtivo ... 27
3.7.1. Bobinagem ... 28
3.7.2. Pré-Montagem ... 31

3.7.3. Montagem ... 33
3.7.4. Ensaio ... 37
3.7.5. Controlo final ... 38
4. Análise da situação atual ... 39
4.1. Caracterização dos materiais utilizados no setor Mid Power ... 39
4.1.1. Químicos ... 39
4.1.2. Terminais ... 42
4.1.3. Arame ... 45
4.1.4. Copos ... 50
4.1.5. Embalagens ... 54
4.1.6. Bobinas metalizadas ... 56
4.2. Caracterização dos pedidos, entregas de materiais e devoluções ... 56
4.3. Análise crítica à situação atual do setor ... 58
4.4. Diagrama de *Ishikawa* para o excesso de *stock* ... 60
5. Propostas de melhoria ... 62
5.1. Químicos ... 62
5.2. Terminais ... 70
5.3. Arame ... 72
5.4. Copos ... 75
5.5. Embalagens ... 81
5.6. Bobinas metalizadas ... 83
5.7. Pedidos, entregas de materiais e devoluções ... 84
5.8. Análise dos resultados obtidos ... 87
6. Conclusões ... 90
Referências Bibliográficas ... 92
Anexos ... 94
Anexo I – Organograma da empresa ... 94
Apêndices ... 95
Apêndice I - Produtos químicos do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor ... 95
Apêndice II – Terminais no setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor ... 96
Apêndice III – Arames do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor ... 97
Apêndice IV – Copos do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor ... 98

Apêndice V – Embalagens do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor 102

Apêndice VI – Análise ABC dos químicos no setor Mid Power 103

Apêndice VII – Análise ABC dos terminais no setor Mid Power 104

Apêndice VIII – Análise ABC dos copos no setor Mid Power 105

Apêndice IX – Análise ABC das embalagens no setor Mid Power 108

Lista de figuras

Figura 1 - Sete categorias de desperdícios mais conhecidas, adaptado de: Ohno (1988)..... 10
Figura 2 - Estrutura do diagrama de Ishikawa, adaptado de Pinto (2014). 16
Figura 3 - Representação simplificada do sistema pull. Adaptado de Citeve (2012)..... 18
Figura 4 - Ilustração da fachada principal da empresa Vishay 24
Figura 5 - Alguns tipos de condensadores produzidos na Vishay Electrónica Portugal..... 26
Figura 6 - Máquinas de bobinar, no setor da Bobinagem 28
Figura 7 - Tensores do filme metalizado 29
Figura 8 - Ilustração figurativa de um condensador 30
Figura 9 - Prensa lauffer no setor da pré-montagem..... 32
Figura 10 - Envolvimento de bobinas previamente prensadas..... 32
Figura 11 - Máquina de tratamento de tensão elétrica na Pré-Montagem..... 33
Figura 12 - Setores de montagem, com os respetivos tipos a montar em cada setor 34
Figura 13 - Ilustração de um copo com plasma e um sem plasma 35
Figura 14 - Máquina de plasma no setor Mid Power 35
Figura 15 - Soldadura de uma bobina com 4 arames, numa máquina de montagem automática 36
Figura 16 - Processo de montagem de condensadores – colocação de massa nos condensadores. 36
Figura 17 - Condensadores ensaiados e bons eletricamente, já devidamente marcados e em fase de embalamento 37
Figura 18 – Matérias primas utilizadas no setor Mid Power 39
Figura 19 - Massas existentes no setor Mid Power, com os respetivos códigos SAP de cada elemento que as compõem 40
Figura 20 - Representação gráfica da quantidade (Kg) de químicos existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019 41
Figura 21 - Representação gráfica do valor de químicos existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019 41
Figura 22 - Ilustração de alguns químicos que compõem as massas..... 42
Figura 23 - Representação gráfica da quantidade de terminais existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019 43
Figura 24 - Representação gráfica do valor de terminais existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019 44
Figura 25 - Ilustração do acondicionamento de alguns terminais no setor Mid Power 45
Figura 26 - Representação dos diferentes arames utilizados no setor Mid Power 46
Figura 27 - Representação da quantidade de máquinas / rolos existentes por tipo e máquina no setor Mid Power..... 46
Figura 28 - Acondicionamento de um tipo de rolos no setor 47
Figura 29 - Acondicionamento de rolos vazios de arame 48
Figura 30 - Representação gráfica da quantidade de arames (KG) existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019 48
Figura 31 - Representação gráfica do valor de arames (€) existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019 49
Figura 32 - Representação gráfica da quantidade de copos existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019 50

Figura 33 - Representação gráfica do valor de copos existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019 51
Figura 34 - Ilustração do acondicionamento de alguns copos no setor Mid Power 52
Figura 35 - Representação gráfica da quantidade de embalagens existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019 55
Figura 36 - Representação gráfica do valor de embalagens existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019 55
Figura 37 - Modelo Vishay para o pedido de materiais para o Mid Power – exemplo do dia 04-11-2020 57
Figura 38 - Diagrama de Ishikawa para o excesso de stock 60
Figura 39 – Gráfico com a curva de Pareto da análise ABC, em valor, dos químicos no setor Mid Power 62
Figura 40 - Carro de transporte com retenção –Marca: Mecalux 69
Figura 41 - Representação gráfica do valor de químicos no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019, com a representação do objetivo traçado. 70
Figura 42 - Gráfico com a curva de Pareto da análise ABC, em valor, dos terminais no setor Mid Power 70
Figura 43 - Ilustração de uma embalagem de terminais no setor Mid Power. 71
Figura 44 - Stock de reserva de rolos de arame acondicionado por baixo de máquina de montagem 73
Figura 45 - Esquematização do pedido cíclico dos arames 74
Figura 46 - Representação gráfica da quantidade de arames no setor Mid Power de janeiro 2018 a outubro 2019, com a representação do objetivo traçado 74
Figura 47 - Transporte dos rolos – antes e depois 75
Figura 48 - Gráfico da curva de Pareto da análise ABC, em valor, dos copos no setor Mid Power 76
Figura 49 - Ilustração do programa de gestão do armazém 80, no CF 77
Figura 50 - Ilustração de tapetes transportadores que poderiam ser adaptados ao sistema produtivo da Vishay (Omron - Automação Industrial, 2020) 79
Figura 51 - Ilustração de uma cabine de plasma no transportador (Omron - Automação Industrial, 2020) 80
Figura 52 - Gráfico da curva de Pareto da análise ABC, em valor, das embalagens no setor Mid Power 82
Figura 53 - Ilustrações de possíveis templates para o pedido de materiais ao armazém 85
Figura 54 - Representação gráfica da redução do valor económico do stock dos arames após implementação das melhorias, nos arames 89
Figura 55 - Representação gráfica da redução do valor económico do stock dos químicos após implementação das melhorias propostas, nos químicos 89

Lista de tabelas

Tabela 1 - Resumo da situação atual do setor através da ferramenta 5W2H 59
Tabela 2 - Análise feita em maio 2020, do consumo e previsão dos artigos A e B dos químicos no setor Mid Power..... 63
Tabela 3 – Situação atual e sugestões de melhoria (prós e contras) nos químicos identificados na análise ABC..... 65
Tabela 4 - Ganhos obtidos e teóricos em 2 tipos de materiais..... 88

Lista de abreviaturas e símbolos

BOB 1 – Armazém da produção

CA – Corrente Alternada

CF – Controlo final

DC – *Direct Current*

FIFO – *First in first out*

JIC – *Just in case*

JIT – *Just-In-Time*

KPI – *Key Perfomance Indicator*

MP – Matéria prima

PA – Produto acabado

PCB – *Printed Circuit Board*

PN – *Part-number*

SAP – Sistemas, aplicativos e produtos para processamento de dados

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System*

WIP – *Work-In-Process*

VEP – Vishay Electrónica Portugal

1. Introdução

O presente projeto de dissertação foi realizado no âmbito do Mestrado de Gestão de Operações, da Universidade Lusíada – Norte Campus V. N. Famalicão, desenvolvido na empresa Vishay. Este capítulo compreende o enquadramento do projeto, os seus objetivos, a metodologia utilizada e faz referência à organização da estrutura do relatório.

1.1. Enquadramento

Na atualidade, a indústria automóvel é uma indústria altamente competitiva e, portanto, as empresas que nela estão inseridas têm de ter o seu nível de competitividade em consideração. Os clientes são mais rigorosos em termos de diversidade de produto, preços, prazos de entrega, e qualidade. Para isso, é necessário controlar e melhorar todos os processos a fim de incrementar o serviço ao cliente reduzindo custos para manter o carácter competitivo.

Assim, e de um modo geral, as empresas precisam de apostar em soluções que garantam uma produção inovadora, rápida e sem desperdícios. Esse feito é alcançado com muito dinamismo e com uma gestão adequada – a designada gestão *Lean*. É de extrema importância a existência de metodologias para um acertado planeamento e controlo, para que de forma eficaz, se obtenha um menor fluxo de pessoas, materiais e informações desde os fornecedores, até ao cliente, não esquecendo todos os outros processos envolventes, desde a produção, a gestão de inventário, o armazenamento, e o seu transporte (Matos, 2015).

Ao longo do tempo, a logística interna, tem conseguido evidenciar a sua importância, e a relevância para que as organizações possam alcançar a vantagem competitiva. A logística interna consegue agilizar e aperfeiçoar uma grande parte das operações de distribuição de matéria prima (MP), tanto para os locais de alimentação das máquinas, como nos transporte de produtos intermédios entre as células e o armazenamento de produtos finais.

Sohail (2018), referenciado por Faedo & Silva (2019), afirma que a gestão de *stock* é uma área desafiadora e problemática na gestão da cadeia de abastecimento. Por um lado, os *stock*s são necessários para atender a procura dos clientes, por outro lado, possuem custos e requerem manutenção e corresponde a um ativo congelado. Neste sentido, o desafio consiste em encontrar a quantidade de *stocks* que atenda os pedidos e evite o excesso de *stock.*

Para Côrrea, Gianese, & Caon (2001), os *stocks* representam grande parte dos custos de produção, mas são necessários como forma de amenizar as incoerências dos sistemas produtivos, evitando gastos maiores. No entanto, também escondem imperfeições que quando

analisadas, mostram oportunidades de melhorias. Esses fatores levam as empresas a controlar de forma adequada os *stock*s, mantendo apenas o que é estritamente necessário.

A gestão de *stock* requer, do gestor de produção, três principais tipos de decisão:

- Quanto encomendar – de que tamanho deve ser o reabastecimento;
- Quando encomendar – em que momento, ou que nível de *stock* o pedido de reabastecimento deve ser feito;
- Como controlar o sistema – quais os procedimentos e rotinas devem ser implantadas para auxiliar na tomada de decisão.

É evidente que a indústria automóvel ocupa um papel primordial na economia mundial e a empresa onde será desenvolvido o trabalho, a Vishay, insere-se neste panorama como uma empresa de um dos líderes mundiais no segmento de produção de condensadores de filme para a indústria automóvel entre outros.

1.2. Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é a redução do *stock* no chão de fábrica, que está diretamente ligada com a melhoria do fluxo e abastecimento de materiais às seções produtivas da Vishay (será inicialmente aplicada à seção *Mid Power,* mas posteriormente será alargada aos demais setores produtivos da organização).

Pretende-se atingir este objetivo com a aplicação de ferramentas *Lean*. Neste contexto, surge a necessidade de melhorar as seguintes medidas de desempenho:

- Redução de WIP;
- Redução de esperas;
- Redução de paragens devido a falta de abastecimento;
- Redução de desperdícios.

Para além desses objetivos, alguns outros foram surgindo aquando a elaboração da dissertação. Para garantir o melhor cumprimento dos objetivos acima houve a necessidade de acrescer estes novos objetivos:

- Redefinição dos pedidos de materiais ao armazém;
- Organização, monitorização e redefinição de locais para os artigos;
- Sugestão de propostas de melhoria relativamente à gestão visual relativamente aos materiais.

1.3. Metodologia da Investigação

A realização de pesquisa de informação em várias fontes bibliográficas, para aprofundar e consolidar os conhecimentos essenciais à elaboração da dissertação, foi o ponto de partida para a elaboração da mesma.

A metodologia investigação-ação foi a metodologia utilizada nesta dissertação. Esta metodologia carateriza-se por ser um processo democrático e participativo, comparativamente ao desenvolvimento do conhecimento prático. Há uma harmonia entre reflexão e ação, prática e teoria na procura de soluções. A investigação é mais ativa e há um maior envolvimento por parte dos colaboradores, e não apenas do investigador (Reason, 2001). Esta metodologia tem por base a ideia de que, as pessoas estão mais dispostas a aceitar novas formas de trabalhar, se se sentirem ouvidas no processo de tomada de decisão.

Esta metodologia é bastante utilizada nas mais diversas áreas académicas, em particular na área da engenharia. Segundo Susman (1978), podem ser identificadas cinco fases cíclicas:

1. Diagnóstico (identificação do problema e recolha de informação relevante);
2. Planeamento (definição de propostas de soluções para o problema encontrado);
3. Implementação (selecionar e implementar as soluções necessárias);
4. Avaliação (recolha e análise crítica dos resultados com o objetivo de avaliar o impacto causado no projeto);
5. Especificação da aprendizagem (conclusão da escrita da dissertação, onde estão descritas todas as informações pertinentes ao estudo realizado e para um estudo futuro).

O diagnóstico da situação atual da empresa, foi elaborado através da verificação do seu estado atual no que diz respeito à valorização e quantificação de materiais no setor Mid Power, às formas de efetuar os pedidos/devoluções de materiais, efetuando registos fotográficos e fazendo análises da evolução da valorização do armazém nos diferentes materiais. Posteriormente realizou-se uma análise crítica às situações existentes, propondo algumas melhorias ao nível da gestão do *stock* dos diferentes materiais e pedidos de material, e através do planeamento de um plano de ações (segunda fase da implementação de investigação-ação).

Foram utilizadas algumas ferramentas, tais como:

- Diagramas de causa-efeito;
- Análise ABC e respetivas curvas de Pareto.

Implementaram-se algumas propostas de melhoria definidas e verificou-se a sua viabilidade através de registo fotográfico, e comparação dos valores dos diferentes materiais

nos progressivos meses seguintes. Registou-se assim o antes e depois, para poder comparar o estado atual e o estado inicial.

Alguns materiais têm apenas dados e ganhos teóricos, na aplicação das melhorias sugeridas, por não ter sido viável terminar e aplicar todas as sugestões propostas para a redução do *stock* no chão de fábrica.

Concluídas as três fases anteriores, procedeu-se à análise da situação atual, bem como à exposição de propostas de melhoria e discussão dos resultados obtidos, tendo sido importante a verificação de estado de desenvolvimento do projeto bem como análise crítica dos resultados obtidos.

Por último, mas não menos importante, conclui-se com a descrição de todas as informações pertinentes ao estudo realizado e para análise/trabalho futuro.

1.4. Estrutura do relatório

Esta dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos. No primeiro capítulo é feito um enquadramento ao tema, seguido da apresentação dos objetivos da dissertação, assim como a metodologia utilizada.

No segundo capítulo integra o enquadramento teórico, para uma melhor compreensão do tema abordado. Inicia-se com uma introdução teórica sobre os temas que se considerou serem mais relevantes para o projeto, tais como os princípios fundamentais do sistema Toyota de produção. Abordam-se várias ferramentas de melhoria contínua que são pertinentes para o objeto de estudo desta dissertação e que serão pertinentes para o desenrolar da análise e discussão de resultados.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa onde se implementou o estudo, a Vishay Electrónica Portugal, com uma abordagem histórica e a sua caracterização e localização. Seguidamente aborda-se a estratégia empresarial da organização, bem como as áreas envolventes e principais clientes. Por fim, mencionam-se os objetivos, a estrutura organizacional e a organização fabril, para que no decorrer da dissertação se possa perceber o contexto de todos os temas.

No quarto capítulo, é feita uma análise crítica à situação atual do setor que será utilizado para o objeto de estudo, analisando a situação atual de cada uma das diferentes matérias primas. Aborda também a caracterização dos pedidos, entregas e devoluções dos diferentes materiais.

No quinto capítulo apresentam-se as propostas de melhoria para cada tipo de MP abordados no capítulo quatro bem como análise de vantagens e desvantagens da aplicação de algumas propostas de melhoria.

No sexto capítulo é feita uma discussão dos resultados obtidos ao longo da dissertação.

E, por fim, no capítulo sete, são feitas as considerações finais da dissertação bem como propostas de melhorias futuras.

2. Fundamentação teórica

Neste capítulo apresenta-se uma revisão dos conceitos inerentes aos temas abordados na dissertação. Inicia-se por uma introdução ao conceito *Lean*, começando-se por descrever o *Lean Thinking* e os sete desperdícios que a filosofia pretende eliminar, assim como algumas ferramentas de identificação de desperdícios. De seguida, faz-se a introdução do *Lean Manufacturing* bem como o *Toyota Production System* (TPS). Apresentam-se as ferramentas de diagnóstico que contribuíram para o desenvolvimento na aplicação da filosofia *Lean*.

Conclui-se o capítulo referindo benefícios e limitações da filosofia *Lean.*

2.1. *Lean Thinking* e tipos de desperdícios

Segundo Pinto (2014) , a denominação *Lean Thinking*, como conceito de liderança e gestão empresarial, foi utilizada pela primeira vez por Womack & Jones (2004), na obra de referência com o mesmo nome. A partir desse momento, o termo é mundialmente aplicado sempre que se pretende referir esta filosofia de liderança e gestão. Esta filosofia tem como principal objetivo, a criação de valor e a sistemática eliminação do desperdício. Estes autores referem-se ao *Lean Thinking* como o "antídoto para o desperdício", e referem que o desperdício é qualquer atividade humana que não acrescenta valor. Pinto (2014), alarga o conceito, incluindo qualquer tipo de atividade e/ou recurso utilizado erradamente e que contribui para o aumento de custos, de tempo e da não satisfação do cliente ou das demais partes interessadas (*stakeholders*) no negócio.

De acordo com Pattanaik & Sharma (2008), o *Lean Thinking,* tem sido cada vez mais aplicado por empresas líder, na indústria automóvel, em todo o mundo. O conceito central baseia-se em puxar produção na qual, o fluxo no chão de fábrica é impulsionado pela procura de produção. Esta filosofia tem cada vez mais reputação mundial, devido aos ganhos que surgem com a aplicação da mesma, sendo aplicada em quase todas as áreas de atividade económica.

Segundo Pinto (2014), o *Lean Thinking* define-se como uma cultura cujo propósito é obter uma organização sem desperdícios e plenamente focada na satisfação dos clientes e das partes interessadas. Esta filosofia é atingida através da aplicação da melhoria contínua tanto nos processos como nas relações, de uma forma simples, criando assim, um ambiente de confiança, respeito e ligação de todos os colaboradores.

Segundo Pinto (2014), uma organização que pretende criar valor para os seus *stakeholders*, deve fundamentalmente, centrar-se nas atividades que vão de encontro à sua

satisfação, procurando assim, suprimir todas as formas de desperdício (*muda*, em japonês). Mais de 95% do tempo de uma organização é consumido na realização de atividades *muda*. Cerca de 40% dos custos em qualquer negócio, resultam da manutenção desse desperdício.

O mesmo autor defende ainda que, os 95% de tempo desperdiçado (valor médio entre as organizações), pode ser convertido em 95% de oportunidades de melhoria. Ao identificar e quantificar o desperdício que gera, a organização está simultaneamente a descobrir novas oportunidades.

Todas as atividades onde não se obtém valor acrescentado, são consideradas desperdício. Estas atividades consomem tempo e recursos, incrementando um valor nos produtos ou serviços que não será reembolsado. Quando organizações concorrentes conseguem entregar o mesmo produto ou serviço, por um menor valor, estão a reforçar a vantagem competitiva no mercado. Quanto mais favorável for a vantagem competitiva, maior hipótese de vencer no mercado (Pinto, 2014).

O desperdício pode-se manifestar de várias formas: deslocações, inspeções, controlos, retificações, burocracias, verificações, ajustes, acertos e armazenamento de materiais, resolução de problemas de qualidade, arquivamento de documentos, tempo despendido ao telefone e na internet, pausas excessivas, longas conversas nos corredores, entre muitos outros.

Para eliminar o desperdício, é necessário classificá-lo (Pinto, 2014):

- **Desperdício puro:** Atividades inteiramente dispensáveis (como por exemplo, reuniões demoradas sem decisões efetivas sobre ações a executar, avarias, deslocações e outras paragens). As empresas, para sua sobrevivência e constante otimização, têm a obrigação de eliminar completamente este tipo de *muda*. Segundo o mesmo autor, este tipo de desperdício chega a representar 65% do *muda* nas organizações;
- **Desperdício necessário:** Embora não acrescente valor, estas atividades têm de ser realizadas, como é o caso dos *setups*, da inspeção da matéria-prima, entre outras. As organizações devem trabalhar no sentido de diminuir também este tempo de *muda* (algumas ações passam por aplicação de algumas ferramentas, como *Single Minute Exchange Of Die*[1] ou SMED, fornecedores mais fiáveis ou materiais com maior qualidade para dispensar ou reduzir a inspeção necessária).

O *muda* pode também ser classificado como visível (inspeções, sucata, retrabalho, excesso, defeitos) ou invisível (especificações inadequadas de trabalho, excesso de *stock*, falta de peças, processamentos extra, custo de investigação de reclamações, procedimentos

[1] Traduzida para "troca rápida de ferramenta"

desnecessários, custa das vendas perdidas, custos de entregas urgentes), sendo o invisível o mais difícil de eliminar.

Segundo Pinto (2014), para identificar o desperdício, a gestão empresarial forneceu uma série de classificações de desperdício. *Muda*, *Mura* e *Muri,* ou os três MU's, assim como a combinação dos conceitos, recursos humanos (*men*), material, máquina, método, gestão (*management*), qualidade e segurança, (5M + Q + S), ou os desperdícios que podem estar associados ao fluxo de operações e atualmente estão definidos 7 desperdícios do *Lean*.

Segundo Pinto (2014), a gestão empresarial japonesa, expressa estes desperdícios em:

- ***MUDA*** (o que é desperdício) – Tudo o que não acrescenta valor ao produto final, é desperdício, logo deve ser reduzido ou eliminado. Refere-se a todas as componentes do produto e/ou serviço que não acrescentam valor.
- ***MURA*** (desperdício que é variável – inconsistências ou irregularidades) – É reduzido através da adoção do sistema just-in-time (JIT) - ver capítulo 2.2.7, ou seja, é essencial fazer apenas o necessário e apenas quando pedido. Este tipo de desperdício é aplicado através do sistema puxado, deixando que seja o cliente a puxar os produtos ou serviços (capítulo 2.2.4).
- ***MURI*** (desperdício que é irracional – mostra-se através do excesso ou da insuficiência) – É eliminado através da uniformização do trabalho, garantindo assim, que todos os elementos seguem o mesmo processo, tornando os mais controláveis.

Outra forma de identificar desperdícios é analisar onde os mesmos podem ocorrer e subdividir esses desperdícios em categorias e para que de um modo sistemático e disciplinado se possam analisar e eliminar.

Segundo Pinto (2014) pode-se citar algumas formas onde os desperdícios podem e devem ser analisados e categorizados:

- Colaboradores (***M****en)*: andar, esperar, procurar, movimentos desnecessários;
- Equipamentos (***M****achines)*: dimensões dos equipamentos, avarias e outras paragens, mudança de ferramentas;
- Materiais (***M****aterials):* peças e componentes, *stock*s diversos, manuseamento e armazenamento;
- Gestão (***M****anagement)*: gestão de materiais e *stock*s, gestão do tempo e de recursos, comunicação, práticas de planeamento e de controlo;
- Método (***M****ethod)*: Fabrico *Just-In-Case* (JIC), grandes lotes, transportes e movimentações, falta de uniformização;
- Qualidade (***Q****uality)*: defeitos, erros, retrabalho, inspeções e controlos de qualidade;

- Segurança (***S**afety)*: acidentes, redução de velocidade, *layout* perigoso, outras paragens.

O fluxo de operações é uma ferramenta/técnica de identificação de desperdício e pode ser categorizada de 4 formas:

- **Retenção** – Paragem do fluxo sem acrescentar valor. Origina excesso de *stock*s e maior armazenamento; esta ação provoca inventários consequente das sequentes situações:
  - ✓ O processo anterior é mais rápido do que o processo seguinte (inexistência de balanceamento e sincronização entre os processos);
  - ✓ O material é adquirido em avanço (erros de planeamento, conseguir descontos de volume, otimizar os transportes ou outras estratégias de otimização local);
  - ✓ Tempos de espera nas mudanças de ferramentas (*setups*);
  - ✓ Existência de dúvidas com fornecedores (acumulação de *stock* para que fortuitas situações não sejam sentidas);
  - ✓ O produto final é fabricado antes do tempo devido (equívocos de planeamento, para manter os recursos fabris ocupados, fazer os artigos na expetativa de vender mais cedo);
- **Transporte** – Deslocação do material sem criação de valor, nesse sentido as movimentações e os transportes devem ser reduzidos através de atualização de *layouts* e do armazenamento nos pontos de produção.
- **Processamento –** criação de valor, mas se for apenas o necessário. O excesso de processamento, ou seja, as ações desnecessárias como retrabalho nos produtos e serviços devem ser excluídos.
- **Inspeção** – Reconhece e exclui defeitos na produção. Esta ação não cria valor. É prioritário tomar ações para identificar os motivos dos defeitos, em vez de, os controlar. Os conceitos de "qualidade na fonte" acrescentados pelos japoneses são um ótimo exemplo para suprimir a inspeção. Para suportar essa qualidade na origem, existem ferramentas *Lean* tais como o *Poka-Yoke*[2] e o *Jidoka*[3].

Segundo Pinto (2014), as sete categorias de desperdícios mais notórias foram reconhecidas por Ohno (1988) *no* decorrer do desenvolvimento do *Toyota Production System* (TPS), (Figura 1).

---

[2] *Poka-Yoke* é um mecanismo aplicado no processo de fabricação *Lean*, que permite evitar erros (Pinto, 2014).

[3] *Jidoka* é uma automação com uma componente humano. O operador assim que percebe uma situação anormal, expõe a situação que é logo resolvida e analisada a causa raiz, para extinguir o acontecimento de uma nova situação (Suzaki, 2010).

Figura 1 - Sete categorias de desperdícios mais conhecidas, adaptado de: Ohno (1988)

- **Excesso de Produção:** Desperdício da produção daquilo que não é necessário ou em quantidades que não são necessárias, podem trazer consequências tais como:
  - ✓ Ocupação de recursos;
  - ✓ Adiantamento de compras de materiais – consequente aumento de *stocks*;
  - ✓ Consumos de materiais e de energia sem que retorno financeiro imediato para a empresa;
  - ✓ Carência de flexibilidade no planeamento;

As propostas para a redução/eliminação deste desperdício, é implementar métodos de produção *Lean,* tais como:

- ✓ Trabalho programado e uniformizado ao longo da cadeia de valor;
- ✓ Fluxo contínuo (peça a peça);
- ✓ Postos de trabalho balanceados;
- ✓ Produção puxada (JIT);
- ✓ Produção nivelada laborando em lotes pequenos;
- ✓ Produção flexível;
- ✓ Mudanças rápidas de ferramentas.

- **Esperas:** Desperdício que menciona o tempo em que as pessoas ou os equipamentos desperdiçam sempre que estão à espera de algo. As consequências mais comuns das esperas são as seguintes:

- ✓ Fluxo obstruído;
- ✓ *Layout*;
- ✓ Problemas e/ou atrasos com entregas de fornecedores;
- ✓ Capacidade (oferta) não balanceada ou sincronizada com a procura;
- ✓ Grandes lotes de produção.

Algumas soluções propostas para a redução/eliminação deste tipo de desperdício, são por exemplo:

- ✓ Nivelamento de operações;
- ✓ Implementação de *layout* específico;
- ✓ Mudanças rápidas de ferramentas;
- ✓ Melhorar planeamento;
- ✓ Balanceamento nos postos de trabalho.

- **Transporte e movimentações:** Desperdício que menciona qualquer movimentação de materiais, ou produto acabado (PA), de um local para outro. As consequências mais comuns são:

- ✓ Os sistemas de transporte e movimentação ocupam espaço na fábrica;
- ✓ Aumentam os custos e o tempo de fabrico;
- ✓ Produtos estraguem-se com as movimentações. Nem todas as movimentações de materiais são possíveisde eliminar, mas deve-se trabalhar no sentido da redução das distâncias.

A solução proposta para esta redução, é a eliminação dos *stocks* intermédios.

Com a finalidade de reduzir os transportes e movimentações, é aconselhável alterar o *layout*, o planeamento das operações e optar por sistemas de transporte mais pequenos, rápidos e modulares. Alguns exemplos de metodologias para redução/eliminação de fluxo de transportes e movimentações estão mencionados de seguida:

- ✓ Utilização de células de fabrico;
- ✓ Flexibilidade operacional;
- ✓ Produção fluída e puxada;
- ✓ Operadores e equipamentos flexíveis;
- ✓ Produtos e serviços modulares.

- **Desperdício do próprio processo:** Desperdício que diz respeito a operações e processos desnecessários. A insuficiência de formação e/ou uniformização por parte dos operadores. As consequências para este tipo de defeito são:

- ✓ Aumento de defeitos e consequentemente desperdícios no processo.

Em todos os processos existem perdas, porém, estas devem ser suprimidas ao máximo.

Para a redução/eliminação deste desperdício seguem algumas sugestões:

- ✓ Automatização;
- ✓ Formação de colaboradores;
- ✓ Substituição de processos por outros mais eficientes.

- ***Stocks*:** Desperdício é todo o material retido por um determinado tempo, dentro ou fora da fábrica. As consequências mais comuns para a existência dos *stock*s são:

- ✓ Considerar que faz parte da organização;
- ✓ *Layout* mal definido;
- ✓ Excesso de tempo despendido na mudança de ferramentas;
- ✓ Existência de estrangulamentos no processo;
- ✓ Antecipação da produção (JIC);
- ✓ Problemas de qualidade (defeitos e inspeções);
- ✓ Processos a trabalhar a diferentes velocidades.

Algumas soluções propostas para a redução/eliminação dos *stock*s:

- ✓ Planeamento e controlo de operações;
- ✓ Balanceamento da produção garantindo um fluxo estável e contínuo;
- ✓ Controlo do fluxo de operações;
- ✓ Produção puxada;
- ✓ Melhoria da qualidade nos processos;
- ✓ Mudança rápida de ferramentas.

- **Defeitos:** Desperdício inerente a problemas de qualidade. Estão associados os custos de inspeção, as respostas às queixas dos clientes e as reparações. Os erros humanos geram defeitos e quando os mesmos ocorrem as consequências deste tipo de desperdício são:

- ✓ Reclamações por parte dos clientes;
- ✓ Falta de controlo e vigilância das pessoas e dos processos;
- ✓ Carência de padronização de autocontrolo e de inspeção, bem como nas operações de fabrico e de montagem;
- ✓ Erro humano;
- ✓ Manuseamento e transporte de materiais;

Estão listadas abaixo algumas formas comuns de reduzir/eliminar os defeitos:

- ✓ Padronizar operações, materiais e processos;
- ✓ Aplicação de sistemas *Poka-Yoke*;
- ✓ Reduzir/eliminar inspeções através da implementação da qualidade na origem;

- ✓ Estimular a produção em fluxo contínuo, sem *stock*s intermédios para camuflar problemas;
- ✓ Eliminar movimentações desnecessárias;
- ✓ Automatizar o máximo de operações.

- **Trabalho desnecessário:** Todos os movimentos que não são necessários para efetuar a operação, são considerados movimentos desnecessários. Muitos dos movimentos executados não acrescentam valor ao produto. Algumas consequências comuns do trabalho desnecessário são as seguintes:
  - ✓ Desmotivação dos recursos humanos;
  - ✓ Falta de método de trabalho;
  - ✓ Insuficiência de formação;
  - ✓ Instabilidade nas operações.

  Formas de eliminar/reduzir o trabalho desnecessário:
  - ✓ Aplicar um fluxo contínuo de produção/serviço;
  - ✓ Incentivar a uniformização das operações de trabalho;
  - ✓ Investir na formação dos colaboradores.

Outras formas de desperdício, são apontadas por Brunt & Butterworth (1998), citado por Pinto (2014). Entre elas estão:

- **Ausência do potencial humano** – Falta de formação de pessoas que contribuam, que se sintam integradas, e que podem dar sugestões sobre os postos de trabalho onde exercem exercício, tanto a nível produtivo como a nível ergonómico.
- **Utilização de sistemas inapropriados** – A aplicação incorreta de sistemas e tecnologias desatualizadas e inapropriadas está na origem de grandes fontes de desperdício nas organizações.
- **Utilização excessiva de energia** – eletricidade, gás, óleo, petróleo. A maior parte destas fontes de energia são finitas, pelo que a redução da utilização gera ganhos a nível financeiros e ambientais.
- **Utilização excessiva de materiais** – as atividades de fabrico não são apenas uma responsabilidade ambiental, mas uma questão de lucro. Para reduzir os materiais utilizados, é necessário fazer uma abordagem ao tempo de vida do produto/serviço.
- **Burocracia em excesso.**
- **Tempo excessivo do cliente**, quando o cliente é forçado a esperar pelos produtos/serviços que deseja.

Não ouvir e não envolver todas as partes interessadas, é desperdiçar oportunidades de melhoria e de crescimento das organizações (Brunt & Butterworth, 1998).

2.2. Ferramentas *Lean* e da qualidade

Nesta seção serão apresentadas algumas das ferramentas utilizadas ao longo da implementação do projeto que se apresenta nesta dissertação.

2.2.1. *Standard work*

Segundo Pinto (2014), a normalização de processos é um dos aspetos mais importantes na filosofia *Lean Thinking.* Normalizar requer que todos façam do mesmo modo, seguindo as mesmas sequências, operações e ferramentas.

A normalização requer a elaboração de documentação de todos os procedimentos, garantindo que todos utilizam as mesmas ferramentas, conseguindo lidar com as mais diversas situações que podem advir da laboração nesse posto de trabalho. O aumento da previsibilidade dos processos, a redução dos desvios e menores custos, são algumas das vantagens da normalização.

Ao uniformizar processos, materiais e equipamentos, a organização garante consistência nas operações, produtos e serviços. Esta é uma das características mais apreciadas da qualidade, atualmente.

O *standard work* é constituído por três elementos básicos:

- Tempo de ciclo (tempo necessário para a conclusão de cada etapa da produção);
- Sequência de produção (melhor ordem de operações para realizar uma tarefa);
- Nível WIP (nível máximo de *stock* necessário para o processo decorrer sem variabilidade).

2.2.2. Gestão visual e 5S

O uso de ferramentas *Lean*, nomeadamente 5S e gestão visual, permite redução de desperdícios, pois possibilita reduzir distâncias percorridas, espaços ocupados no chão de fábrica e em consequência, a redução de tempos de ciclo (Bragança *et al*., 2013).

Os 5S são uma ferramenta de gestão de espaço e organização, que surgiu no Japão em consequência da aplicação da cultura *Kaizen*. Segundo Ohno (1988), citado por Bragança *et al.*

(2013), os 5S têm como objetivo assegurar a organização e limpeza da área de trabalho, com vista a melhorar o ambiente saudável e a produtividade dos colaboradores.

Cada "S" representa uma atitude a ser tomada (National Research Coucil Canada, 2004):

- *Seiri* – Eliminar (ter junto ao posto de trabalho, apenas o que é estritamente necessário, o resto deve ser eliminado);
- *Seiton* – Ordenar (criar um lugar para cada material e mantê-lo sempre no respetivo lugar);
- *Seiso* – Limpar (manter os equipamentos e toda a área de trabalho devidamente limpa, bem como, implementar estratégias com a finalidade de reduzir a sujidade);
- *Seiketsu* – Normalizar (desenvolver um processo normalizado para a arrumação, limpeza, e métodos de verificação);
- *Shitzuke* – Disciplinar (gerar um sentido de compromisso e implementar um sistema de auditorias).

Após a implementação destes 5S, garantindo um posto de trabalho limpo e somente com o material necessário, é possível garantir condições de trabalho com menor esforço, menor ansiedade, menor fadiga, menor tempo de procura de materiais, aumentando assim a produtividade.

A gestão visual proporciona uma perspicaz aquisição de informação.

Segundo Pinto (2014), a gestão visual, pretende aumentar a eficiência e a eficácia das operações, tornando os processos visíveis, lógicos e intuitivos. Para tornar os processos mais simples e menos dependentes de sistemas informáticos, algumas organizações recorrem à gestão visual.

Os sinais visuais podem aparecer sob várias formas, por exemplo:

- Marcas das ferramentas num quadro*;*
- Semáforos ou LED;
- Roupa/farda de diferentes cores;
- Marcas no chão ou nas paredes;
- Quadro *andon*[4]*.*

[4] Quadro andon - Sistema de controlo visual utilizado em áreas de trabalho. Normalmente apresenta-se na forma de um quadro eletrónico, e mostra o estado do sistema de produção através de cores visíveis num panorama geral. É utilizado para alertar para problemas ou pedidos de intervenção (Pinto, 2014).

2.2.3. Diagrama de *Ishikawa* ou causa-efeito

Segundo Pinto (2014), o diagrama *Ishikawa* (assim designado em homenagem ao seu criador, *Kaoru Ishikawa*, 1915-1989) – é possivelmente uma das ferramentas mais poderosas de melhoria contínua. É uma ferramenta de análise, habitualmente utilizada em processos de *brainstorming* para a resolução de problemas. Através da análise obtida pelo diagrama de *Ishikawa*, é possível averiguar as possíveis causas, por exemplo, um problema, defeito, acidente ou uma forma de desperdício.

Cada uma das causas é posteriormente atribuídaem causas específicas (Figura 2).

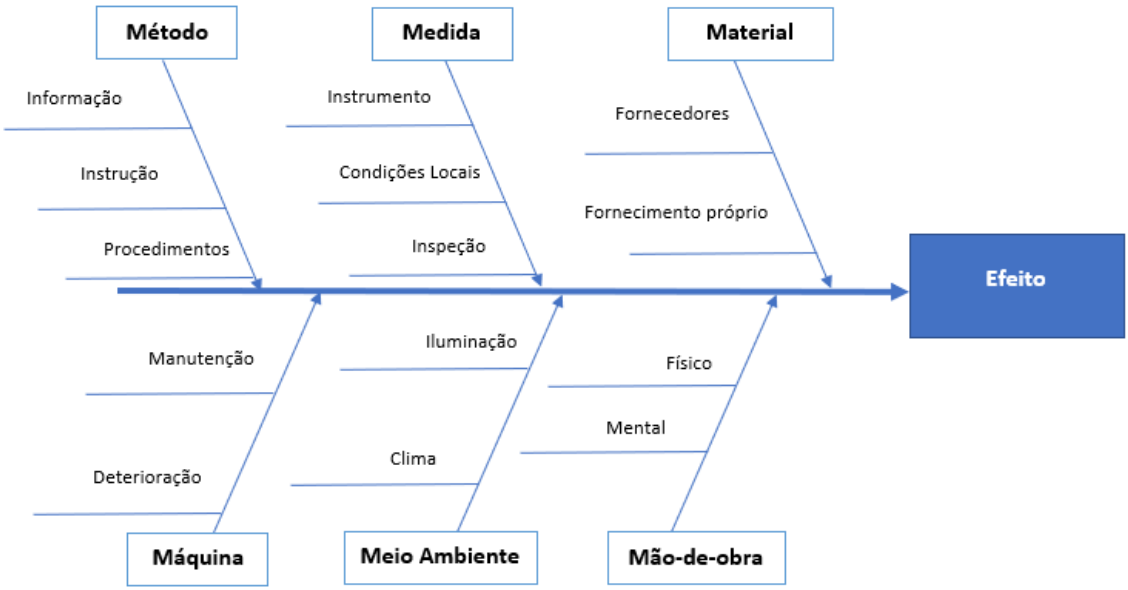


Figura 2 - Estrutura do diagrama de Ishikawa, adaptado de Pinto (2014).

Na utilização do diagrama de causa-efeito deve-se seguir algumas recomendações:

- Identificar as potenciais causas, e não as confundir com os sintomas;
- Agrupar as potenciais causas, criando categorias e quantificar o peso de cada causa na criação do efeito;
- Avaliar cada categoria e eliminar duplicações;
- Analisar cada causa ("espinha individual"), e garantir que se trata de um evento único e discreto (caso contrário será necessário subdividir as causas em subcausas).

2.2.4. Sistema puxado

Segundo Pinto (2014), de acordo com a filosofia *Lean Thinking*, cada ordem de trabalho só é iniciada quando a que está logo a seguir o permita. Quando usado, diz-se que o sistema é gerido por um sistema puxado, também designado por *pull system*. No referido sistema, cada estação "puxa os materiais" da estação anterior na presença de um pedido da estação seguinte, ou seja, o sistema puxado só inicia os processos na presença de um pedido, no qual as operações são realizadas JIT.

O conceito puxado consiste, fundamentalmente, na produção apenas dos produtos pretendidos, na quantidade e momento certo. No TPS, o cliente final é que dá a decisão de fabrico, visto que o material é apenas fabricado, quando existe anteriormente a ordem de venda do mesmo. A informação flui em sentido contrário ao fluxo de materiais. Neste sistema de produção pretende-se evitar os excessos de produção, garantindo apenas a montagem do que realmente é necessário por parte do cliente, e quando o cliente quer, eliminando também *stocks* parados.

2.2.5. *Mizusumashi*

O *mizusumashi*, também conhecido por comboio logístico ou *milk run*, é um meio de transporte de materiais usado para abastecer as áreas de produção. Chama-se "comboio logístico" porque possui várias carruagens para transportar materiais, peças e ferramentas.

Segundo Miller (2010), citado por Matos (2015), o *milk run* é exemplo de uma reposição com tempo fixo, mas com quantidade variável, ou seja, a entrega é baseada numa programação temporizada independente da sua utilização. Este conceito surgiu com o homem do leite, que todas as manhãs leva as garrafas cheias de leite às casas, e levantava as garrafas vazias. Se não houver garrafas vazias, este não deixa as garrafas cheias – reposição apenas pela necessidade do cliente.

O *mizusumashi* tem a particularidade de poder ser adaptado à estratégia da empresa. O mesmo deve circular pela produção no horário em que seja necessário, sem haver perdas noutros campos, e não fixando um horário de entrega. O mesmo se aplica relativamente às quantidades enviadas.

2.2.6. Sistema *Kanban*

A palavra *kanban* tem origem japonesa e significa cartão ou etiqueta. O referente sistema foi criado por *Taiichi Ohno*, com base no sistema americano de supermercados (Liker, 2004)

Entre as várias ferramentas existentes para a gestão da produção, esta é das mais utilizadas e está estritamente ligada com o sistema puxado, abordado no subcapítulo 2.2.4.

É através deste sistema que o pedido é feito. É enviado um *kanban* de transporte sempre que é necessário material, que indica a quantidade de produto necessária para satisfazer as necessidades de quem envia o *kanban,* ou seja, do processo seguinte. Quando o mesmo é fornecido, regressa ao processo seguinte acompanhado pela quantidade de material pedido. Quando o material é recebido pelo processo seguinte, o processo anterior recebe o sinal para dar início à produção ou reposição do mesmo material, através de um *kanban* de produção, que se encontra associado ao lote retirado.

Pode se verificar na Figura 3, esse fluxo de informação.

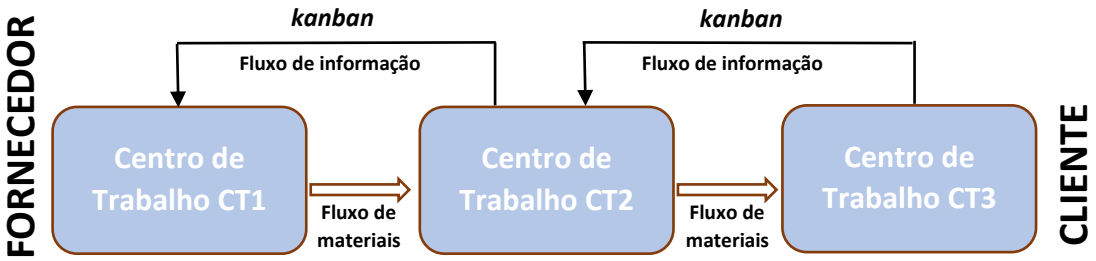


Figura 3 - Representação simplificada do sistema pull. Adaptado de Citeve (2012).

Esta ferramenta surge no âmbito de diminuir dois dos sete principais desperdícios: sobreprodução e excesso de *stock*.

De acordo com Courtois *et al*. (1997) esta ferramenta tem como objetivos produzir e entregar apenas o produto que o cliente quer, apenas quando e com a quantidade encomendada, baseada numa filosofia JIT.

No sistema *kanban*, o fluxo é orientado pela linha de montagem. Esta recebe o programa de produção, e à medida do consumo das peças, é gerada uma autorização aos centros de trabalho precedentes, para a fabricação de novas peças. Esta informação é fornecida através do cartão kanban. Usualmente são armazenados em recipientes normalizados e com um número definido de peças (normalmente este número de peças é reduzido). Por cada recipiente com lote mínimo, existe um cartão *kanban* que lhe corresponde. As peças dentro dos recipientes são

acompanhadas pelo seu respetivo cartão, e movimentadas através dos centros de trabalho, sujeitas às diversas alterações durante o processo, até chegarem como peça acabada, à linha de montagem final.

Alguns exemplos de *kanbans:*

- Recipientes;
- Cartões;
- Sinais eletrónicos;
- Carros de transporte.

O sinal visual pretende dar conhecimento de qual a quantidade a ser produzida, bem como, quando deve ser produzida, para que destino deve ser enviada e pode ainda conter outras informações, tais como, fotografias, códigos de barras ou até mesmo cores de distinção para serem facilmente identificáveis.

O sistema *kanban* coordena e disciplina o sistema puxado. Atualmente, é possível identificar dois tipos diferentes de *kanban*:

- *Kanban* de produção – Nenhuma operação de fabrico é executada sem a existência de um *kanban* de produção a autorizar;
- *Kanban* de transporte – De uma forma geral, este cartão contém as mesmas informações do *kanban* de produção, acrescentando a indicação do destino. Nenhuma atividade de movimentação é realizada sem a existência de um *kanban* de transporte a conceber autorização.

As regras de operação do sistema *kanban* foram criadas para simplificar o fluxo de materiais, enquanto preservam o controlo sobre os níveis de inventário.

Segundo Gross & McInnis (2003), cada recipiente normalizado, deve conter apenas um cartão *kanban* e devem ser as áreas de montagem a exercer o pedido de materiais necessários, nunca sendo enviados materiais que não sejam necessários, ou seja, sem o pedido dos mesmos.

A totalidade de inventário autorizada, é determinada pelo número de recipientes autorizados no sistema de fabrico. A gestão do chão de fábrica deve definir o número de unidades a manter em cada um dos recipientes e o número de recipientes que devem existir na produção.

Inicialmente deve ser definido o tamanho do lote, dependendo dos tempos de transporte, de posse, ou até mesmo em função dos tempos de *setup*. Posteriormente, é necessário saber qual o número de recipientes que deve ser utilizado entre duas células de trabalho, de forma a minimizar *stocks* intermédios, e de forma a garantir um *stock* de segurança

que evitará tempos de espera. O *lead time*[5] de um recipiente, reparte-se entre a deslocação, a espera e a localização de armazenamento.

Com a finalidade de se determinar o número de recipientes, segundo Pinto (2014), é necessário conhecer com precisão o *lead time* médio para fabricar um recipiente de peças, o *stock* de segurança para assegurar o consumo, e a quantidade de peças que cada recipiente pode armazenar, como se pode verificar na equação (1).

$$K = \frac{PDLT+SS}{C} \qquad (1)$$

K – número de recipientes;

PDLT – procura média durante o *lead time;*

SS – *stock* de segurança;

C – capacidade de um recipiente.

Para o sucesso do sistema de *kanban* e do sistema JIT, é necessária uma grande fluidez no escoamento dos produtos. Existem algumas estratégias importantes a avaliar:

- *Layout* dos postos de trabalho;
- Supressão de processos instáveis;
- Tempos de *setup* e de ciclo reduzidos;
- Melhoramento nas relações entre clientes e fornecedores em todo o processo;
- Polivalência das pessoas através de formação;
- Processos normalizados e estáveis;
- Produtos com *design* estandardizados e com procura estável e previsível;
- Evolução do *design* dos produtos, normalizar materiais e, subconjuntos constituintes do produto, para que haja uma diminuição do número de referências, de mudanças de produtos e da variedade de *kanbans*.

São vários os autores que abordam diferentes tipos de *kanbans*, devido à diversidade existente. Apenas foi relevante para este projeto abordar um tipo de *kanban,* o "sistema de duas caixas". Segundo Pinto (2014), o "sistema de duas caixas", também conhecido por sistema de *kanbans* fixos, consiste em colocar, no mínimo, dois recipientes para cada material necessário nas áreas circundantes aos postos de trabalho, ou mesmo nos postos de trabalho, tendo fixado, em cada um deles, um *kanban*. O recipiente é recolhido quando fica sem peças e é devolvido ao

[5] *Lead Time* – Período de tempo, que passa entre a chegada de um pedido e a entrega do produto ao cliente (Pinto, 2014).

posto de trabalho ou respetiva área circundante, com o mesmo material, na quantidade assinalada no cartão. A caixa 1 é devolvida vazia e levada pelo *mizusumashi* aquando da sua passagem. Este serve de *kanban* para que uma caixa cheia seja entregue na próxima passagem do *mizusumashi*. A caixa 2 é dimensionada para suportar o consumo durante o prazo de entrega (tempo de ciclo do *mizusumashi*).

2.2.7. *Just-In-Time*

Segundo Pinto (2014), o JIT é uma técnica de produção puxada segundo a qual todos os PA são montados no momento e na quantidade certa, recorrendo ao sistema puxado e ao *kanban* para monitorizar o fluxo de materiais, pessoas e informação.

Por sua vez, a produção puxada é uma técnica de gestão contrária ao pensamento tradicional de fabricar, armazenar e depois vender. Neste ambiente de fabrico puxado, os produtos são executados de uma forma muito rápida, começando por produzi-los momentos antes da data em que os mesmos devem ser entregues e concluindo-os apenas no momento exato, ou seja, vendem-se, produzem-se e não se armazenam.

Para a correta aplicação de um sistema JIT, é necessário que o sistema de operações seja estável e uniformizado tendo em conta a componente humana, garantindo pessoas motivadas e flexíveis. A flexibilidade deve ser estendida ao processo em si, visto ser um dos requisitos para se obter a variabilidade no volume de fabrico, bem como a variedade nos produtos, garantindo os prazos de entrega estipulados para o cliente.

2.3. Classificação ABC

Quando uma organização gere inúmeros artigos diferentes, não pode atribuir o mesmo grau de prioridade na sua gestão. Para isso há a necessidade de gerir, por classes os diferentes artigos de acordo com a sua importância mediante algum objetivo.

A análise ABC dos artigos consiste em diferenciá-los. Baseia-se no princípio teórico dos 80-20. Segundo os autores Courtois *et al.* (2011), 20% dos artigos representam 80% do valor total do objetivo definido,e os 80% dos artigos restantes representam apenas 20%, ou seja, 80% dos problemas são geralmente causados por 20% dos fatores e vice-versa. Parte do entendimento da curva ABC deve-se à análise desenvolvida por Pareto.

Os mesmos autores, detalham a explicação da análise ABC:

- Classe A – maior importância, valor ou quantidade, correspondendo a 20% do tota de produtos;

- Classe B – com importância, quantidade ou valor intermédio, correspondendo a 30% do total de produtos;
- Classe C – menor importância, valor ou quantidade, corresponde aos restantes 50% do total de produtos.

A classificação descrita acima não deve ser rígida, deve ser ajustada de organização para organização, ajustando sempre de forma a melhor satisfazer os interesses da mesma.

2.4. Benefícios e limitações da filosofia *Lean*

Com um aumento de competitividade, nos dias que correm, existe a necessidade de uma ligação mais estreita com os clientes, para se compreender e satisfazer as necessidades dos mesmos. A competitividade contribui igualmente a nível de qualidade, conseguindo reduzir a ocorrência de erros, e ainda a nível da perceção de toda a cadeia de abastecimento.

A aplicação da filosofia *Lean* apresenta um amplo conjunto de benefícios tais como a diminuição do *lead time*, redução dos níveis de inventário, eficiência nos processos que leva a que a organização tenha um menor gasto e um consequente maior lucro.

Segundo Maia *et al.* (2015) o desenvolvimento de uma nova filosofia implica a mudança de mentalidades, competências e responsabilidades de todas as partes envolvidas no processo. Por outro lado, verifica-se a existência de limitações na implementação da filosofia *Lean* e algumas barreiras que devem ser superadas.

Segundo *Myerson* (2012), alguns dos entraves detetados nas organizações são, por exemplo, a resistência à mudança, a falta de disponibilidade dos envolvidos, e o impacto da mudança na cultura da organização.

O mesmo autor defende que cerca de 50% das tentativas de aplicação da filosofia *Lean* demonstram fracasso, por existir uma cultura de organização desadequada que é incapaz de suportar as mudanças requeridas. Em grande parte das organizações, a administração não está recetível ao investimento de tempo e recursos em formação e aplicação de melhorias. A alteração à cultura de uma organização é um trabalho árduo mas que é possivel, de uma forma indireta e gradual através da criação de um ambiente de trabalho eficaz.

3. Apresentação da empresa

Este capítulo tem como objetivo a apresentação da Vishay Electrónica Portugal, Lda, empresa onde foi realizado o projeto. São abordados alguns tópicos, tais como, a história e caracterização do grupo Vishay Intertechnology, a descrição e localização da Vishay Electrónica Portugal, a estratégia empresarial, as áreas de mercado envolventes, os principais clientes e mercados, a estrutura organizacional da empresa, assim como a sua organização fabril.

3.1. História e caracterização da Vishay Intertechnology

Fundada em 1962 pelo Dr. *Felix Zandman*, a empresa tem o nome da aldeia de onde era natural, em memória dos membros da família que faleceram no Holocausto. Em 1985, depois de ter crescido a partir de uma *start-up* tornou-se fabricante líder mundial de resistências de folha e medidores de deformação. A empresa iniciou uma série contínua de aquisições estratégicas para se tornar num fabricante de ampla linha de componentes eletrónicos. Hoje, a Vishay Intertechnology é um dos maiores fabricantes mundiais de semicondutores discretos e componentes eletrónicos passivos. Em 1984 a Vishay Intertechnology, Inc. torna-se uma empresa cotada em bolsa.

Com o negócio dividido em duas grandes áreas, nomeadamente componentes passivos e semicondutores ativos, a Vishay Intertechnology contém 54% do negócio nestes últimos produtos. Os semicondutores ativos têm como principais características o seu desenvolvimento altamente tecnológico e o seu ciclo de vida curto. Os componentes passivos correspondem aos restantes 46% do seu volume de vendas e é nesta área de negócio que a Vishay Electrónica Portugal (VEP) se insere, sendo uma unidade de negócio mais estável com produtos de ciclo de vida de média a longa duração. A empresa além de apostar no aumento da penetração no mercado, também se dedica à entrega de novos produtos baseando o seu aumento da capacidade fabril nas principais linhas de produtos para aprimorar o suporte aos clientes, especialmente durante os períodos de pico de procura. A Vishay tem uma forte presença na Europa, Estados Unidos, Israel e Ásia com presença marcada noutros pontos através de escritórios de venda.

3.2. Descrição e localização da Vishay Electrónica Portugal

A *Vishay* Electrónica Portugal, Lda., foi fundada em 1969 pelo grupo alemão Roederstein, com a designação de Roederstein Electrónica Portugal, Lda., onde o foco inicial era

a produção de condensadores de filme que foram produzidos e exportados massivamente nos anos 70. Nos anos 80, a transferência de produção da Alemanha para Portugal potenciou o crescimento da empresa portuguesa.

Em 1993, a multinacional Vishay Intertechnology, Inc., com sede em Malvern, na Pensilvânia, EUA, adquiriu a empresa.

A Vishay Portugal é uma sociedade por quotas estrategicamente sediada em Vila Nova de Famalicão, no distrito de Braga, e emprega atualmente 200 pessoas, com uma unidade fabril de 18000 m^2.

A Figura 4, é uma ilustração da fachada principal da empresa.

Figura 4 - Ilustração da fachada principal da empresa Vishay

A evolução tecnológica foi uma constante nesta organização, resultando em equipamentos eletrónicos que alteraram o mundo e a forma como as pessoas comunicam, viajam, trabalham e se divertem.

Esta estratégia conduziu a uma empresa mais competitiva, tornando-se num dos maiores produtores mundiais de semicondutores discretos e componentes eletrónicos passivos, sempre com o objetivo da inovação e da liderança tecnológica em todos os produtos eletrónicos. O setor eletrónico é caracterizado pela rápida inovação dos produtos e serviços. A empresa teve sempre a necessidade de se reinventar e de apostar em desenvolvimento do produto constante para garantir uma maior capacidade de manter os clientes existentes e angariar novos.

3.3. Estratégia empresarial

A Vishay, líder em tecnologia durante meio século, está bem posicionada para fornecer componentes para os novos mercados de crescimento macroeconómicos, tais como conectividade, mobilidade e sustentabilidade. O plano de crescimento da empresa foca-se na aposta de recursos humanos para as áreas de investigação e desenvolvimento, bem como na divulgação dos novos produtos, através do marketing, e também na engenharia de processos

para a melhoria de processos existentes e implementação dos novos desenvolvimentos. Isto garantirá à organização um fluxo constante de componentes inovadores para ajudar os designers a criar gerações de produtos finais. Toda a sua produção é exclusivamente para exportação, no entanto toda a sua distribuição e venda ao cliente final é feito por canais próprios da Vishay *Corporate.* A atual aposta da VEP prende-se aos produtos, nominados internamente por commodities, e que apesar de não representarem um grande volume de vendas, são os que garantem um maior valor acrescentado. Há mais de 20 anos que a VEP tem tido uma forte aposta e investimento na área da qualidade, sendo uma das estratégias da VEP e da Vishay *Corporate* para se tornarem mais competitivas e uma exigência de muitos dos nossos clientes, especialmente na indústria automóvel. Neste mercado o importante é observar as tendências e desenvolver novas tecnologias antes dos concorrentes e para isso a Vishay aposta bastante na inovação, na versatilidade dos seus produtos e serviços.

3.4. Área de mercado envolvente

A Vishay tem quota de mercado em vários setores pelo que a torna uma empresa ainda mais competitiva e credível.

Os componentes eletrónicos são utilizados em praticamente todos os tipos de aparelhos e equipamentos eletrónicos, tais como telemóveis, PDA's, consolas de jogos, sistemas áudio e vídeo, televisores, eletrodomésticos, computadores, iluminação, equipamento médio, equipamento industrial, subsistemas em automóveis e aeronáutica.

Neste momento a empresa fabrica condensadores sobretudo para o mercado de energias renováveis. Nem sempre foi assim, a mudança de paradigma no consumo de componentes eletrónicos, como por exemplo, a passagem dos televisores tradicionais para os atuais LCD, significou um golpe profundo nas encomendas dos condensadores de filme. Em 2007 a Vishay passou por uma restruturação profunda e redirecionou a produção para outros alvos, concretamente para as energias renováveis. Devido à preocupação ambiental mundial, a Vishay encontrou uma oportunidade, um potencial e desenvolveu ao longo destes anos potencial e competências para competir neste mercado. Os carros híbridos e elétricos vieram também dar uma nova vida à Vishay.

De uma forma resumida e segundo Vishay *Intertechnology*, os seus produtos, neste momento, destinam-se aos seguintes mercados:

- Eletrónica industrial: Energias renováveis, máquinas industriais;
- Indústria automóvel: veículos elétricos/híbridos, pequenos motores elétricos;
- Consumidor: aplicações domésticas, iluminação;

- Telecomunicações: infraestruturas, ADSL;
- Indústria na área de saúde: equipamentos de medição e testes.

A Figura 5, ilustra vários tipos de condensadores produzidos na VEP.

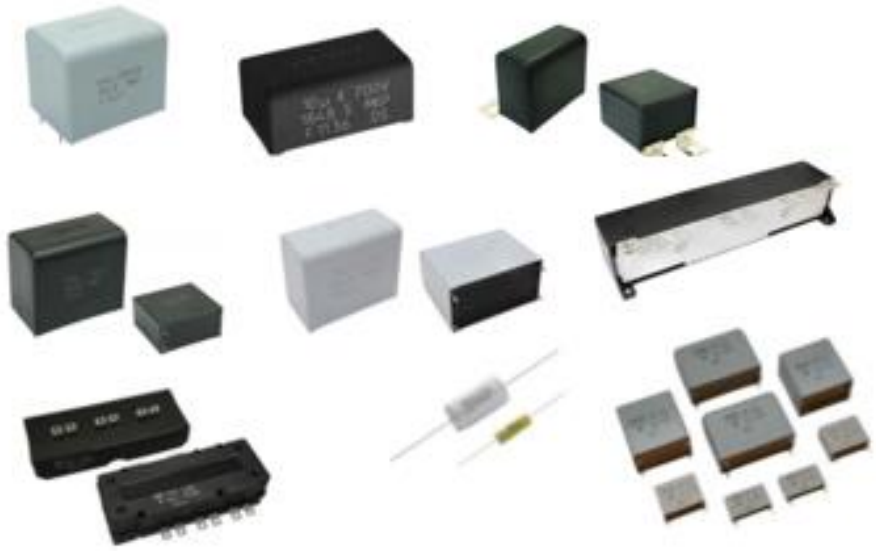


Figura 5 - Alguns tipos de condensadores produzidos na Vishay Electrónica Portugal

Alguns dos principais clientes automóvel da Vishay são a Siemens, Continental, Kostal, Hanon Systems, Bosch, Samsung-Magna, Delphi, Preh, CATL, Hella, Webasto, Delta, Meta System, Market Power, Immotions, Skyworth, Rogers Corporation, Prodrive, Lear, Magnetti Marelli, Visteon, entre outros. Para além do fornecimento para o ramo automóvel, a Vishay produz condensadores para vários outros clientes das mais variadas áreas de negócio já referidas anteriormente.

3.5. Objetivos da organização

A Vishay Electrónica Portugal, fornece mais de 200 000 000 de condensadores por ano, para os mais variados segmentos de mercado que compõem a indústria eletrónica internacional.

Os objetivos gerais da organização incluem o alcance de resultados que satisfaçam os acionistas, a produção de produtos excelentes ao melhor custo, a inovação e formação contínua, a manutenção de uma presença global no mercado em que opera e a satisfação e lealdade de clientes, colaboradores e fornecedores.

3.6. Estrutura organizacional da empresa

Na área operacional existem os departamentos de produção, qualidade, compras, desenvolvimento, engenharia de processo, planeamento e manutenção. Na área administrativa incluem-se os recursos humanos, financeiro, higiene e segurança no trabalho, métodos e tempo, departamento informático, logística e *marketing*. Atualmente a organização possui cerca de 170 colaboradores nos quadros, no entanto recorre-se à subcontratação de recursos humanos temporários ajustando-se às necessidades de produção. Ao longo da sua história o seu número foi sempre decrescendo, devido à introdução de novas tecnologias nos processos do fabrico dos seus produtos, por deslocalização de produção e por último, redução de volume de produção.

A organização fabril da Vishay está subdividida em vários departamentos como se pode verificar no organograma do Anexo I.

3.7. Processo produtivo

Antes de conhecer o processo produtivo é necessário saber o que é um condensador de filme.

Citado por Lima (2015), os condensadores de filme consistem em dois elétrodos de placas metálicas, que são separados por um filme isolante, como o poliéster ou o polipropileno, denominado dielétrico. Segundo Kerrigan & Kropiewnicki (2008), os condensadores de filme têm uma menor dissipação de calor e uma maior vida útil face a outros condensadores.

Nos condensadores de filme metalizado, os elétrodos consistem numa fina camada de metal com uma espessura de várias dezenas de nanómetros que é depositada sob condições de vácuo. Os elétrodos são enrolados numa célula e as faces são pulverizadas com um metal por chama ou *spray* de arco, a fim de fornecer o contacto elétrico aos terminais, que são conectados às faces finais por soldagem ou solda. A bobina é então selada num recipiente plástico, denominado de copo, onde uma substância química, denominada pela VEP como massa, é depositada – essa substância tem na sua composição pelo menos uma resina e um endurecedor e confere um isolamento entre a bobina e a ação do exterior.

Esse tipo de condensador possui uma alta eficiência de volume, alta densidade de armazenamento de energia e são unidades altamente confiáveis.

Segundo Wang & Wang (2013), um condensador é um componente eletrónico passivo, essencial nas placas de circuito, que acumula uma carga quando conectado por uma fonte de

energia DC / CA[6]. Dessa forma, como o condensador tem a capacidade de armazenar energia e depois descarregá-la, funciona como uma pequena bateria recarregável. As vantagens dos condensadores face às baterias são algumas, pois estes não contêm metais nocivos (chumbo, por exemplo) e não causam problemas ambientais. Para além disso possuem ciclos de carga e descarga mais altos e com uma velocidade mais alta. Estes também podem ser utilizados para suavizar a tensão de saída fornecida pelas fontes de alimentação.

Nas seções seguintes são abordadas as diferentes fases para a construção de um condensador. Agora pretende-se apenas conhecer o processo produtivo e perceber a constituição, em termos de materiais, de um condensador.

Existem cinco fases no processo produtivo da *Vishay*. A bobinagem, a pré-montagem, a montagem, o ensaio, e, por fim, o CF.

3.7.1. Bobinagem

A produção de um condensador de filme metalizado, começa com a bobinagem. Este processo produtivo consiste em enrolar diferentes filmes metalizados nas máquinas de bobinar (Figura 6).

Figura 6 - Máquinas de bobinar, no setor da Bobinagem

[6] A energia DC, ou corrente contínua, ou ainda com o termo inglês, *Direct Corrent*, não altera o seu sentido de circulação dentro do circuito elétrico. A energia CA, ou corrente alternada, consegue alterar o seu sentido (Meireles, 2009).

Existem condensadores com uma ou mais bobinas na sua composição. A bobina, que é o elemento central do condensador, é constituída por duas matérias-primas: o filme metalizado e a etiqueta de fecho da bobina.

Um condensador tem a função de armazenar energia elétrica, à semelhança de uma bateria. A diferença é que o condensador tem a capacidade de descarregar toda a sua capacidade em segundos, o que o torna perigoso em várias situações.

O número de espiras ativas da bobina (voltas do filme metalizado), depende da especificação do produto que se pretende obter. As espiras ativas definem a capacidade da bobina, mas a densidade do filme pode também intervir na medida em que quanto menor for, maior a capacidade que suporta. A etiqueta de fecho da bobina é colocada posteriormente e serve para proteger a bobina de ações exteriores enquanto é transformada no produto final.

A tensão de enrolamento do filme metalizado, é mantida para evitar o encolhimento ou a rutura do filme e um rolo de pressão é usado para evitar intervalos de ar entre eles (Figura 7). Essa tensão mecânica é mantida para uma boa estabilização do filme no enrolamento. O filme metalizado possui uma margem isolante para criar isolamento elétrico entre os dois filmes.

Figura 7 - Tensores do filme metalizado

Existem vários artigos diferentes, que podem ser criados alterando os filmes utilizados, as espiras, a tensão entre os filmes, a dimensão dos filmes e consequentemente da bobina e dos copos a utilizar.

Outros fatores de diferenciação entre os condensadores são os números de terminais soldados na bobina, que podem conferir uma maior estabilidade na aplicação do condensador, a altura ou tipo de terminais, o tipo de copos utilizado assim como a massa. Esta constituição depende das dimensões que o cliente precisa, assim como a capacidade para cada dimensão. Existem medidas *standard* para aplicação nas placas de PCB's[7].

Ao longo da dissertação apresentam-se alguns termos internos à empresa, referentes a dimensões dos condensadores. Para melhor compreensão dos mesmos, apresenta-se a respetiva legenda (Figura 8).

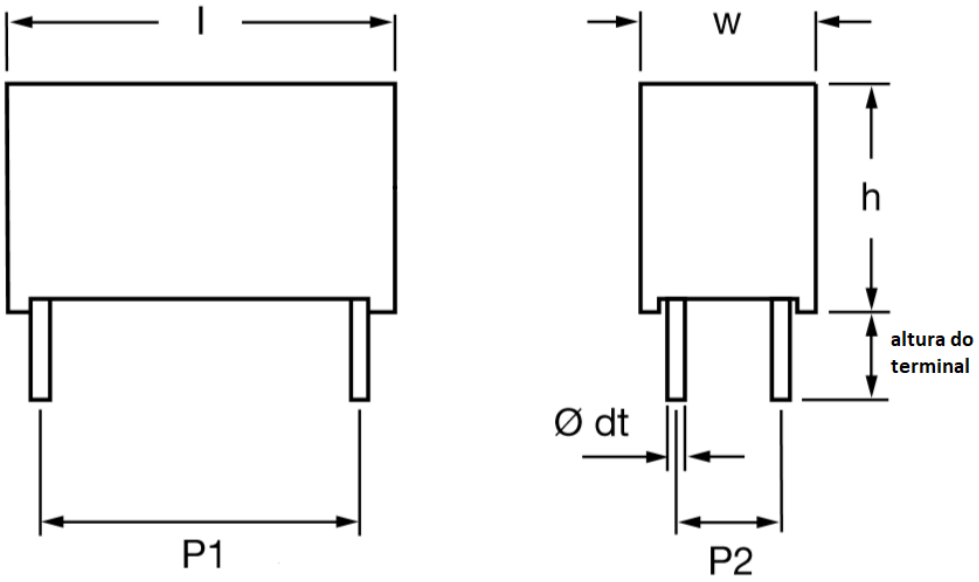


Figura 8 - Ilustração figurativa de um condensador

P1 ou RM – Dimensão desde o centro dos terminais que estão soldados nas diferentes faces do condensador em milímetros

P2 – Dimensão desde o centro dos terminais que estão soldados na mesma face do condensador em milímetros

dt – Diâmetro do terminal em milímetros

l – Comprimento do copo em milímetros

w – Largura do copo em milímetros

h – Altura do copo em milímetros

[7] PCB é a abreviação de "*Printed circuit board*", ou seja, placa de circuito impresso. O PCB é o componente básico da placa-mãe. É a placa onde são soldados os demais componentes.

A designação mais comum, utilizada internamente, para definir a dimensão das bobinas é o RM. Os condensadores são subdivididos em vários RM's: 5, 10, 15, 22.5, 27.5, 37.5, 52.5 e 55.

Existem condensadores radiais, onde a bobina é prensada e introduzida num copo, e condensadores axiais, onde a bobina mantém a forma redonda. No condensador axial é utilizada apenas, uma etiqueta e a respetiva massa, para proteger contra as ações do exterior.

Para além dos RM's existem alguns tipos de condensadores que são classificados internamente com outros nomes para se distinguirem dos restantes, pois têm processos diferentes na fase da montagem.

Antes de seguirem para o setor a jusante (pré-montagem), algumas bobinas são pré-prensadas para não danificar o núcleo. Usualmente faz-se esse processo nos RM's iguais ou superiores a 10mm.

3.7.2. Pré-Montagem

Após a bobinagem, o processo seguinte ocorre no setor da pré-montagem.

Neste setor a bobina é prensada para remover o ar do interior da mesma, e para lhe dar a forma de um paralelepípedo, para posterior introdução no copo. Este processo é feito através de 4 diferentes tipos de prensas:

- Prensa pneumática - para artigos com RM ≥ 37,5, mandril[8] ≤ 8 mm e tolerâncias ≤ 5% na capacidade;
- Prensa a frio – para RM ≤ 15 e tolerâncias ≤ 5% na capacidade;
- Prensa em espiral – para RM's compreendidos entre 15 e 37,5. Como segura as bobinas com fita de aço e faz a temperagem sob pressão, garante melhor estabilização mecânica, no entanto não tem grande controlo sobre a tolerância. Não é aconselhada para tolerâncias menores ou iguais a 5% na capacidade;
- Prensa a quente (*lauffer*) - Garante a melhor estabilização, mais lenta e requer muito manuseamento (Figura 9).

[8] Mandril – Peça utilizada nas máquinas de bobinagem, para definir o diâmetro do núcleo da bobina.

Figura 9 - Prensa lauffer no setor da pré-montagem

Antes do processo de metalização das laterais da bobina, estas devem ser envolvidas em papel para assim garantir que apenas são metalizadas as laterais, evitando a deposição de partículas metálicas no resto da bobina, durante a metalização. No caso das *lauffers* e da prensa pneumática o envolvimento é feito após a prensagem das bobinas (Figura 10), mas no caso da prensa em espiral a bobina é envolvida antes de prensar.

Figura 10 - Envolvimento de bobinas previamente prensadas

Após a prensagem, as faces das extremidades da bobina são pulverizadas com um metal por *spray* de arco ou chama e essa metalização irá fornecer o contacto elétrico aos terminais. Para obter um bom contacto elétrico, é importante que durante a pulverização, as partículas de metal preencham todas as lacunas produzidas pelo deslocamento das fitas de envolvimento.

Após a metalização, as bobinas, ainda envolvidas, seguem para a temperagem, que serve para estabilizar o dielétrico do polímero. Posteriormente, as bobinas são descintadas, para proceder à remoção da fita de envolvimento, assim como eliminar algumas rebarbas de metalização existentes, formadas no processo.

Antes da soldagem dos terminais, e ainda no setor da pré-montagem, é feito um pré-tratamento à bobina nas máquinas de tratamento de tensão elétrica (Figura 11).

Figura 11 - Máquina de tratamento de tensão elétrica na Pré-Montagem

Este processo de pré-tratamento à bobina consiste na aplicação de uma determinada voltagem, de acordo com o artigo que esteja a ser montado, e garante que as bobinas que têm algum tipo de defeito sejam eliminadas.

3.7.3. Montagem

Após a pré-montagem, as bobinas são enviadas para o setor a jusante: montagem.

Devido à elevada diversidade de condensadores, a Vishay subdividiu os processos de montagem e ensaio em diferentes setores, de acordo com os diferentes tipos (Figura 12).

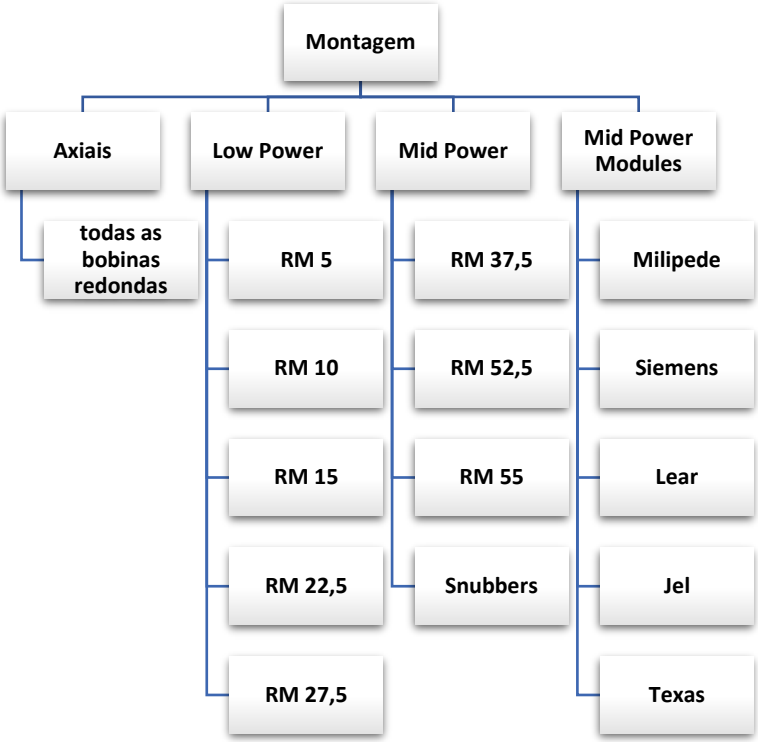


Figura 12 - Setores de montagem, com os respetivos tipos a montar em cada setor

Antes de efetuar a soldagem, algumas bobinas passam pelo processo de impregnação.

O processo de impregnação (*Ozokerit* – conhecido internamente por cera) serve para remover o ar existente entre os filmes, dando-lhes um desempenho com menor nível de ruído (faz-se usualmente a todos os tipos designados como F's, de capacidade igual ou superior a 0,22 *microFaraday*).

Outro processo presente em alguns artigos, é a imersão em óleo de silicone para aumentar a fiabilidade dos condensadores, quando necessário. Este processo não é feito em todos os artigos para não aumentar os custos associados ao artigo, quando assim o cliente não o exija.

Antes de iniciar a soldagem das bobinas, é necessário que os copos estejam preparados para receber a resina que irá ser colocada dentro dos mesmos.

Para haver uma boa aderência da resina no copo, é necessário que os copos passem pelo processo do plasma. O plasma é um processo de aumento da rugosidade superficial do material para provocar uma boa adesão da massa ao copo. O tratamento da superfície do copo, com plasma, aumenta a capacidade de ligação com outros materiais, tornando a superfície polar. Na Figura 13 verifica-se que num copo com plasma, aplicando uma gota de água, esta fica mais espalmada. No copo sem plasma, a gota de água fica mais redonda. Este copo não pode ser utilizado na produção.

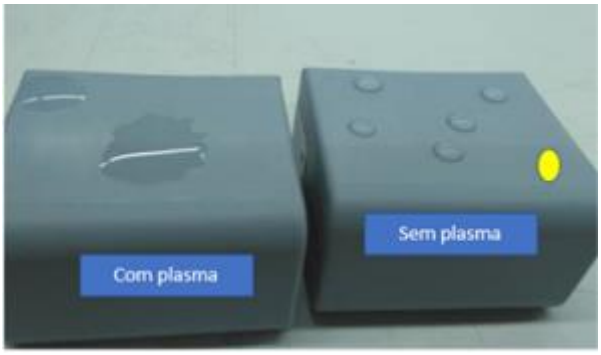


Figura 13 - Ilustração de um copo com plasma e um sem plasma

No processo de plasma a superfície do copo é bombardeada com átomos de oxigénio e hélio que são libertados num tambor, onde estes são previamente colocados. Os copos têm de ser todos previamente tratados com plasma, antes de iniciar o processo de montagem (Figura 14).

Figura 14 - Máquina de plasma no setor Mid Power

Com as bobinas metalizadas, e os copos com o processo de plasma, segue-se a montagem dos mesmos. Os terminais são conectados na metalização colocada na parte lateral da bobina, por solda ou soldadura (Figura 15).

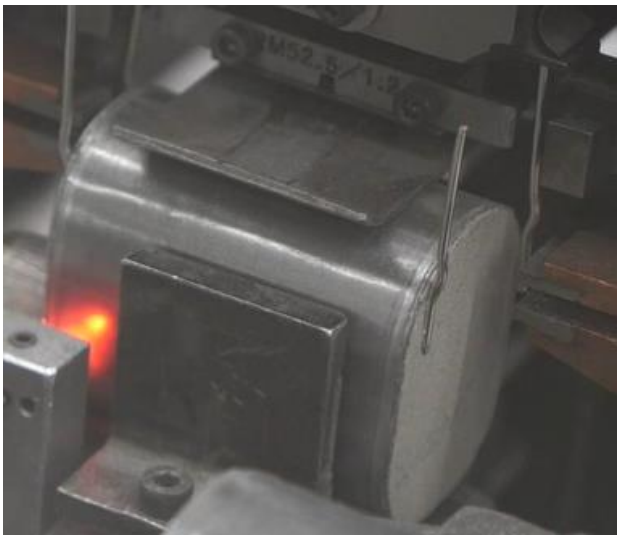


Figura 15 - Soldadura de uma bobina com 4 arames, numa máquina de montagem automática

Após a soldadura de arames ou terminais na bobina metalizada, esta é colocada num copo e cercada por resinas eletricamente isolantes (Figura 16).

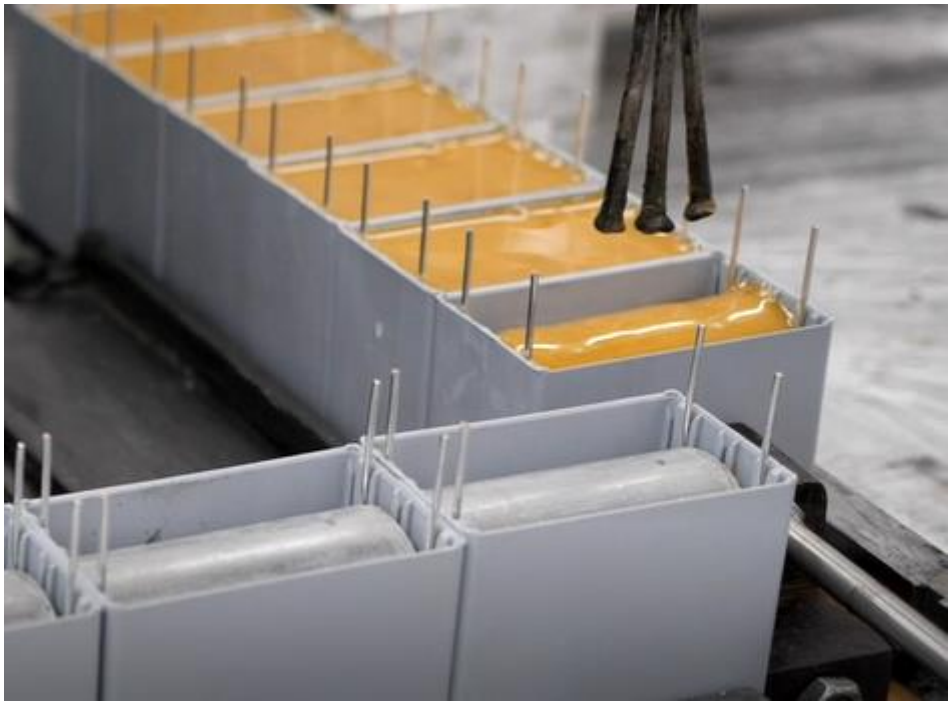


Figura 16 - Processo de montagem de condensadores – colocação de massa nos condensadores.

Este processo da montagem dos condensadores deve ser realizado com a maior brevidade possível, para reduzir o contacto da bobina com a humidade e a penetração de poluentes. Para um maior aproveitamento dos equipamentos, esta redução de tempo entre a metalização e a montagem, nem sempre é possível. Para minimizar a exposição das bobinas à

humidade, as mesmas são colocadas em baldes fechados, com um agente secante (sílica e gel ou outro), e colocadas numa sala climatizada, com a temperatura e humidade controladas, denominada de sala seca.

3.7.4. Ensaio

A fase do processo onde os condensadores são testados, denomina-se de ensaio. Todos os condensadores são 100% testados. Na máquina de teste o condensador é sujeito a uma tensão elétrica, e posteriormente medido eletricamente (esta medição abrange a capacidade do condensador, a tangente delta (δ)[9] e o Rs[10]). Apenas os condensadores que são considerados bons eletricamente, são marcados e embalados (Figura 17). Os condensadores que são considerados faltas elétricas, são rejeitados para caixas vermelhas que estão alocadas em vários pontos da máquina consoante o tipo de falta (Rs, tangente delta ou capacidade).

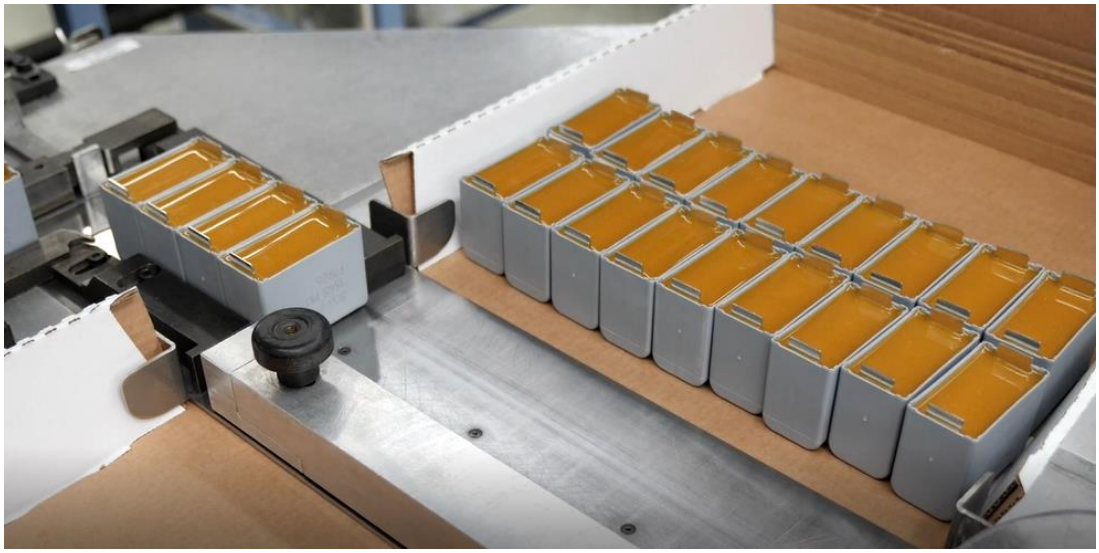


Figura 17 - Condensadores ensaiados e bons eletricamente, já devidamente marcados e em fase de embalamento

Após a caixa de condensadores estar pronta, esta é verificada pela operadora relativamente a possíveis faltas mecânicas, e são rejeitados os condensadores que possuam características que não estejam de acordo com as especificadas pelo cliente.

Quando a encomenda está completa, é enviada para o controlo final (CF).

---

[9] Tangente delta (δ) - A tangente delta é um parâmetro dielétrico importante para a avaliação do estado geral de um sistema de isolamento, permitindo identificar as perdas dielétricas dos materiais isolantes. Um baixo valor de ensaio da tangente constitui um indicador de reduzidas perdas dielétricas, ou seja, que o isolamento se encontra em boas condições (Silva, 2016).

[10] Rs – Rs é a resistência da soldadura, e é medida com o objetivo de detetar anomalias nos contatos, condutores partidos e resistências de contactos nos reguladores de tensões.

3.7.5. Controlo final

Esta secção, faz uma análise de qualidade a todas as encomendas. Esta análise é feita por amostragem, dependendo do rigor da amostragem exigida nesse artigo. É feita uma prova mecânica e elétrica. Se na prova de qualidade, todos os condensadores selecionados, estiverem de acordo com as especificações, a encomenda segue para armazém para posteriormente ser enviada para cliente. Se a prova mecânica ou elétrica não estiver de acordo, a encomenda é devolvida ao setor a montante para escolha a 100% relativamente a esse defeito.

4. Análise da situação atual

No presente capítulo realiza-se a descrição do setor *Mid Power* relativamente ao acondicionamento do material, que tipo de material existe no setor, e a respetiva valorização que esta dissertação se propõe a reduzir, assim como o processamento de pedidos de materiais, como são transportados desde o armazém, quais as burocracias nas devoluções, quando os mesmos não são necessários, e a periodicidade dessas mesmas devoluções.

Após uma breve descrição realiza-se uma análise crítica identificando-se problemas no sistema atual de pedidos/devoluções de materiais, bem como do seu armazenamento.

Descrevem-se também outras situações passíveis de ser melhoradas.

4.1. Caracterização dos materiais utilizados no setor Mid Power

Neste subcapítulo são descritas todas as matérias-primas utilizados no setor Mid Power, como estão armazenados, assim como a sua quantificação em quantidade e valor. São centenas de códigos diferentes para as referências de material existente no setor, o que torna difícil a sua gestão. Houve necessidade de diferenciar as melhorias a cada tipo de MP, de forma a ajustar à realidade da organização. Subdividiu-se este capítulo em 6 subcapítulos, onde foi analisada cada uma das MP utilizada no setor *Mid Power* (Figura 18).

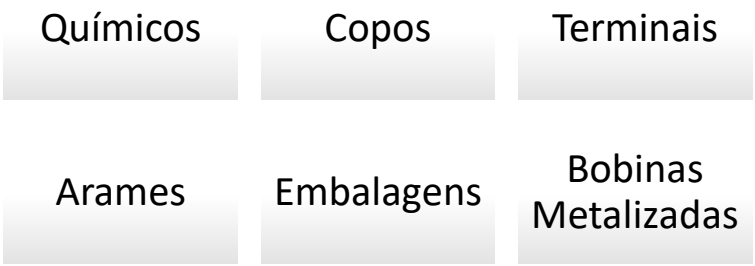


Figura 18 – Matérias primas utilizadas no setor Mid Power

4.1.1. Químicos

A maioria dos químicos utilizados no setor Mid Power, fazem parte da constituição das "massas", utilizadas para isolar a bobina metalizada, após a soldagem da mesma aos respetivos arames/terminais.

Existem diferentes tipos de massa no setor, com diferentes cores, e cada uma delas pode levar de 2 a 7 componentes químicos como se pode verificar na Figura 19, bem como o respetivo

código de identificação único (código SAP - Sistemas, aplicativos e produtos para processamento de dados) de cada componente. Esse código, é um número atribuído a cada material existente na empresa, que permite que através do *software* SAP, seja mais fácil a sua gestão e análise, bem como o respetivo controlo dos diferentes materiais.

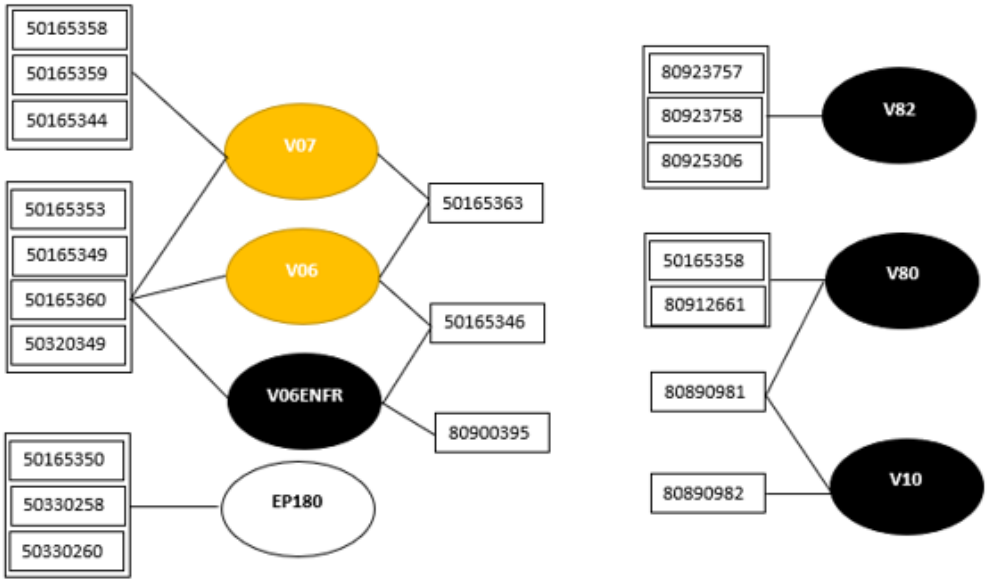


Figura 19 - Massas existentes no setor Mid Power, com os respetivos códigos SAP de cada elemento que as compõem

No Apêndice I, apresenta-se uma tabela com a valorização mensal média, em quantidade (kg) e valor (€) dos diferentes componentes químicos existentes no setor. Verifica-se que em média, a quantidade de químicos existente mensalmente, é de cerca de 5 000 Kg, com um valor aproximado de 20 215€.

A variação destas quantidades e valores de químicos durante o período de análise (por mês) no setor Mid Power, entre janeiro 2018 e outubro 2019, pode ser verificada nas Figuras 20 e 21, respetivamente.

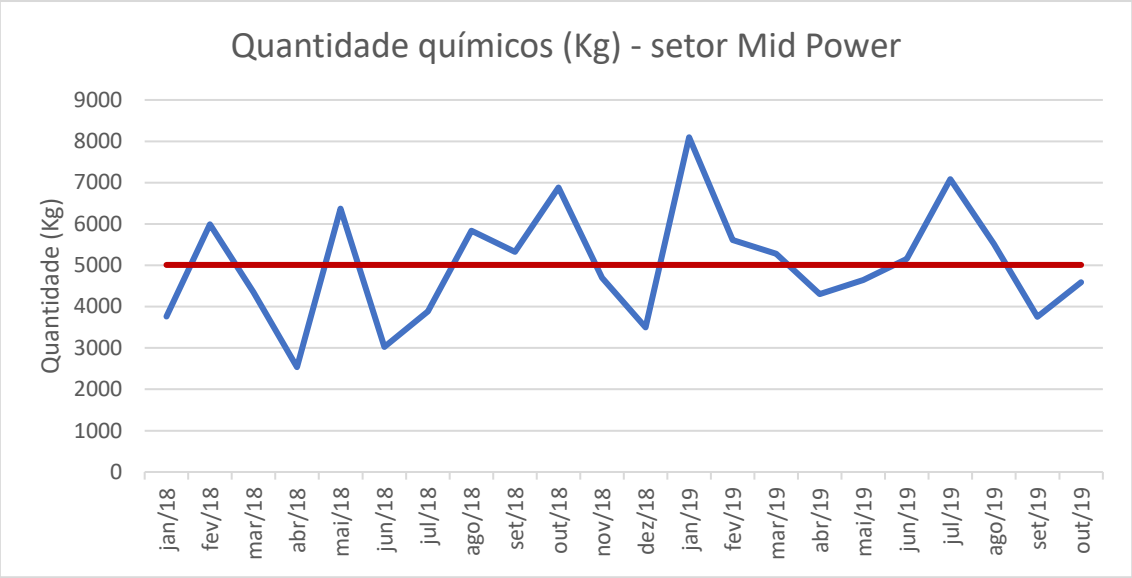


Figura 20 - Representação gráfica da quantidade (Kg) de químicos existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019

Na representação gráfica da quantidade, verifica-se uma elevada oscilação, sendo o mês de abril 2018 o valor mais baixo registado, com cerca de 2 500 Kg, e o mês de janeiro 2019 o valor mais elevado registado, com quase 8 100 Kg. A vermelho está representada a média da quantidade face a esse período.

Esta variação pode ter várias causas, como a variação no planeamento, o pedido excessivo de matéria-prima, possíveis erros no acerto do BOB 1[11].

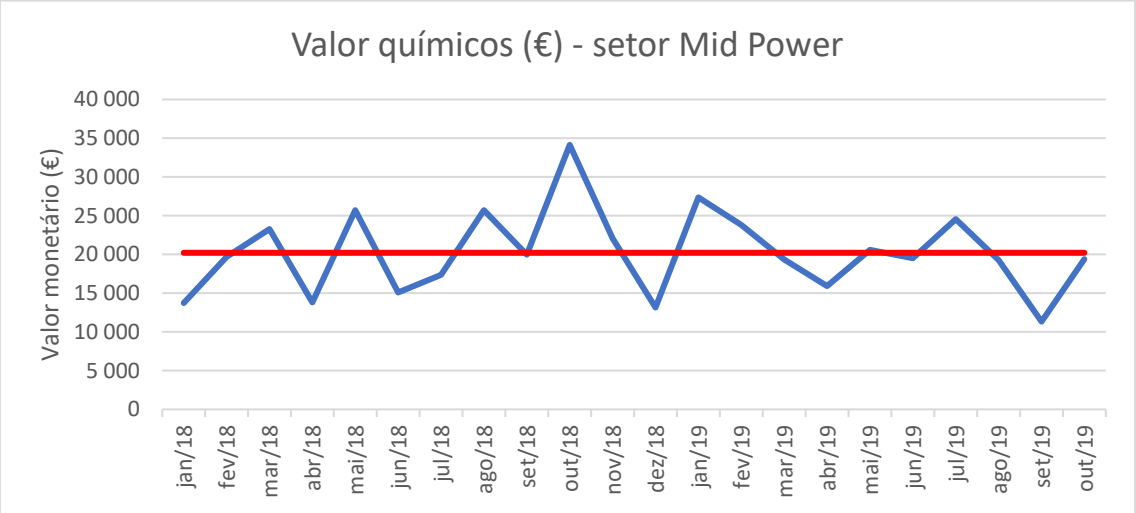


Figura 21 - Representação gráfica do valor de químicos existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019

[11] BOB 1 – nome interno, designado pela Vishay, para o armazém da produção.

Como consequência das oscilações das quantidades, a representação gráfica em valor apresenta uma variação semelhante. No entanto, como os materiais consumidos por mês são diferentes e têm custos diferentes, o valor mais baixo apresentado, é em setembro 2019, com um valor económico de químicos na ordem dos 11 000€ aproximadamente. O mês com o maior valor económico é o de outubro 2019, que atinge valores superiores aos 34 000€. Verifica-se que o valor não está diretamente relacionado com os quilogramas de químicos existentes no setor, ou seja, há químicos com uma quantidade inferior que têm um custo e uma representação superior. A vermelho está representado o valor médio face a esse período de análise.

As embalagens dos químicos variam entre 1 Kg e 1 000 Kg. Na Figura 22 pode-se ver algumas embalagens de químicos. Como são vários os químicos utilizados, apenas serão analisados no subcapítulo 5.1.1. os químicos que representem um maior valor económico do *stock* (análise feita através da curva de Pareto).

Figura 22 - Ilustração de alguns químicos que compõem as massas

Sempre que é utilizada a última embalagem de uma palete, é pedida e fornecida uma nova palete, onde estão dispostas várias embalagens de um determinado químico. A palete de suporte e transporte das embalagens dos químicos é de madeira na maioria dos casos, e também na maioria dos casos, o transporte não é feito com a devida segurança, uma vez que as embalagens deveriam ser manuseadas e armazenadas com uma base de retenção, com capacidade para a respetiva quantidade movimentada/armazenada.

4.1.2. Terminais

Os terminais são soldados no condensador, para permitir a ligação elétrica ao circuito onde vai ser inserido e permitir a sua medição elétrica.

Os terminais utilizados, são em cobre, por este ser um bom material condutor. O arame também é considerado um terminal, contudo internamente, há a distinção entre arames, e terminais, no sentido em que os terminais garantem uma maior estabilidade na aplicação final do produto.

No Apêndice II, apresenta-se uma tabela com o valor da valorização mensal médio, em quantidade (kg) e valor (€) dos diferentes terminais existentes no setor. Verifica-se que em média, a quantidade de terminais existente mensalmente, é de cerca de 78 600 unidades, com um valor aproximado de 29 861€.

A variação dos terminais em quantidade e valor durante o período de análise no setor Mid Power, entre janeiro de 2018 e outubro 2019, pode ser verificada respetivamente nas Figuras 23 e 24.

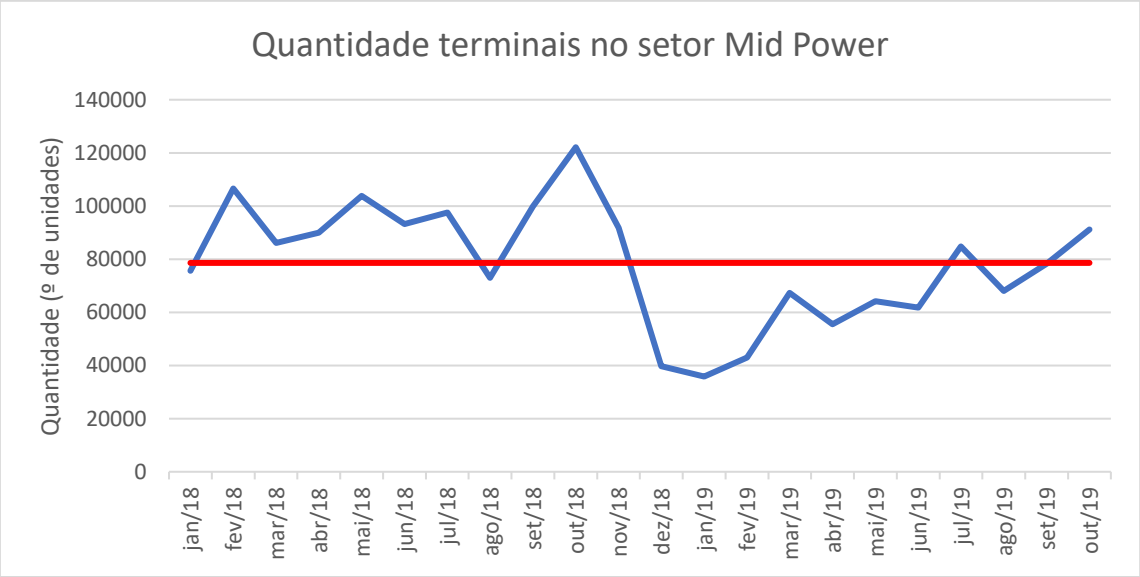


Figura 23 - Representação gráfica da quantidade de terminais existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019

Na representação gráfica da quantidade, verifica-se uma elevada oscilação, sendo o mês de janeiro 2019 o valor mais baixo registado, com cerca de 35 842 unidades de terminais, e o mês de outubro 2019 o valor mais elevado registado, com quase 122 121 unidades. A vermelho está representada a média da quantidade face a esse período de análise.

A causa desta variação, deve-se não só à variação no planeamento, como na quantidade mínima enviada em cada pedido de material. Ou seja, é usual na empresa, neste tipo de material, fornecer uma embalagem de terminais, ou múltiplos da quantidade da embalagem.

Em muitos casos a quantidade existente dentro de uma embalagem do material, é superior à que é necessário para o pedido. Por exemplo, quando se pedem 100 terminais, se a embalagem for de 10 000 terminais, então fornecem-se os 10 000 terminais à produção, ficando os restantes em *stock*, isto porque para eliminar retrabalho nos transportes, os terminais em excesso não são devolvidos, e ficam a aguardar uma nova encomenda para serem utilizados. Em alguns terminais, por serem diferentes o esquerdo do direito, encomenda-se uma embalagem de cada tipo de terminais.

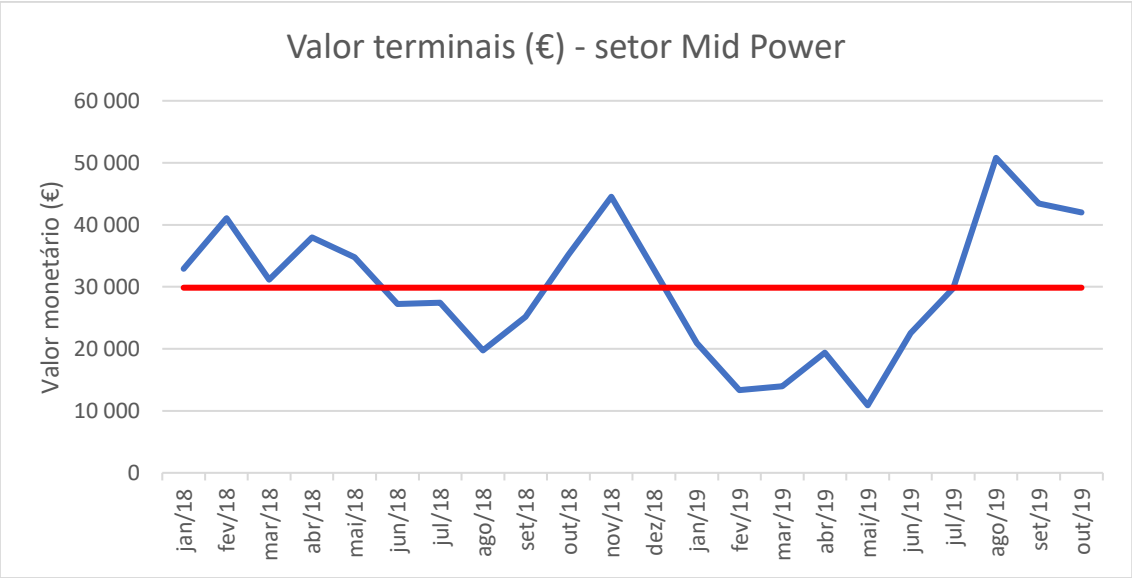


Figura 24 - Representação gráfica do valor de terminais existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019

Como consequência das oscilações das unidades consumidas mensalmente, a representação gráfica em valor apresenta uma variação semelhante (apesar de ser em meses diferentes). No entanto, como os materiais consumidos por mês são diferentes e têm custos diferentes, o valor mais baixo apresentado, é em maio 2019, com um valor de terminais de 10 891€. O mês com a maior valor é o de agosto 2019, que atinge o valor de 50 803€. Verifica-se que o valor não está diretamente relacionado com as unidades de terminais existentes no setor, uma vez que os consumos em unidades não oscilam proporcionalmente com o valor dos mesmos.

Na Figura 25 pode-se verificar o acondicionamento de alguns terminais no setor Mid Power. A maior parte dos terminais vem numa embalagem plástica, reutilizável, mas também existem alguns que vêm em embalagens de cartão. A quantidade por embalagem varia

dependendo do tamanho do terminal. Essa quantidade varia entre 1 500 peças e 10 000 peças por embalagem.

Figura 25 - Ilustração do acondicionamento de alguns terminais no setor Mid Power

Os terminais são enviados para a produção, após serem solicitados. Os pedidos são efetuados consoante as encomendas previstas e entram em produção nos dias seguintes.

4.1.3. Arame

Assim como os terminais, os arames servem para possibilitar a passagem de corrente elétrica entre a bobina e o exterior. No caso dos arames, estes são tubulares podendo variar entre diferentes dimensões. No setor Mid Power, apenas são utilizadas 3 dimensões diferentes de diâmetro dos arames: 0.78mm, 0.95mm e 1.20mm (Figura 26). Os arames são soldados na bobina metalizada para haver passagem da corrente, mas não são tão resistentes quanto os terminais, relativamente às vibrações.

Os arames são utilizados consoante os RM's e em diferentes quantidades por condensador. Na Figura 26, pode-se ter uma visão global da utilização de arames no setor.

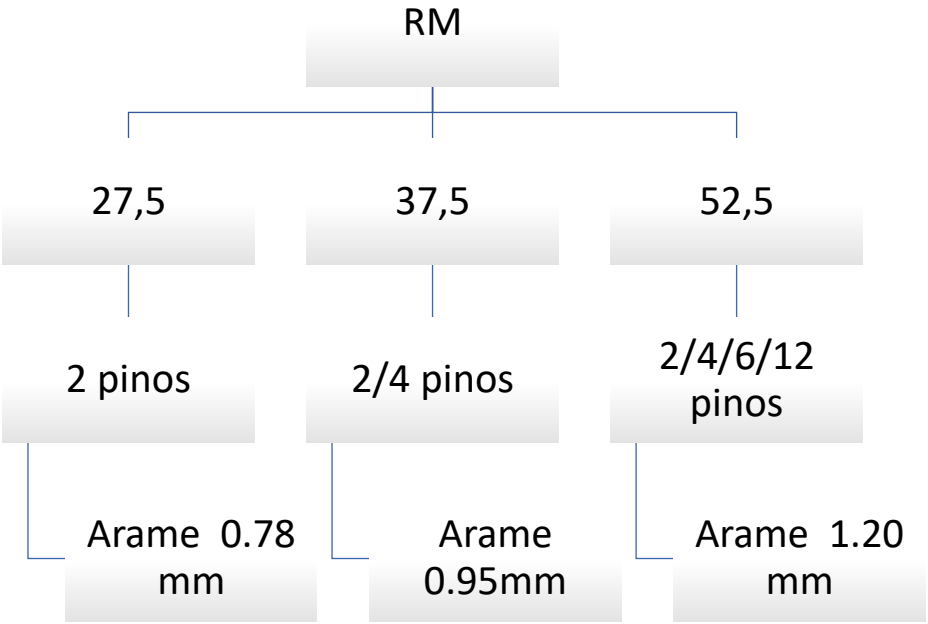


Figura 26 - Representação dos diferentes arames utilizados no setor Mid Power

Na Figura 27 apresentam-se as diferentes máquinas existentes no setor que consomem os diferentes tipos de arames. O *stock* mínimo é de 17 rolos de arame, sem ser considerado nenhum *stock* de reserva. As designações VGB, ABM e MP com as respetivas numerações, são designações internas das diferentes máquinas de montagem.

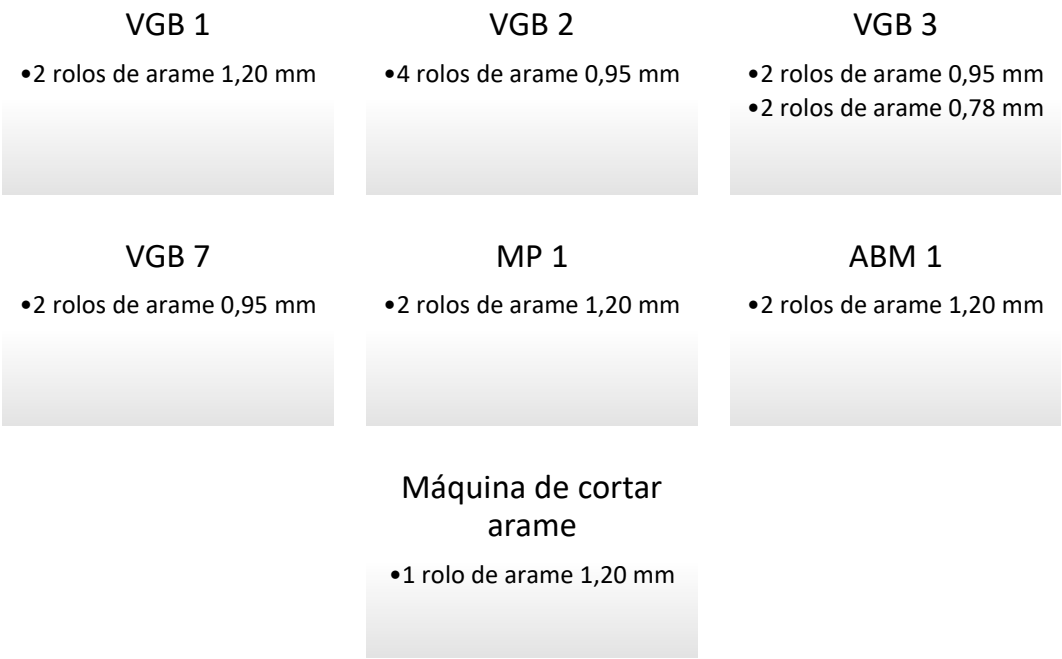


Figura 27 - Representação da quantidade de máquinas / rolos existentes por tipo e máquina no setor Mid Power

Cada rolo pesa cerca de 20 Kg, assim a sua movimentação é um fator a considerar, uma vez que cada rolo é movimentado manualmente, e encontram-se em cima de uma palete colocada no chão.

Apesar de algumas máquinas gastarem diferentes dimensões de arame, considera-se, sem perda de generalidade, na análise, apenas os rolos de arame que estão identificados na Figura 27 para uma fácil análise.

Para além do *stock* das máquinas, a empresa considera a necessidade de existir um *stock* de segurança, para rapidamente repor os rolos de arames em falta das máquinas. O transporte e acondicionamento dos rolos na produção, é feito em europalete de madeira e o *stock* mínimo de rolos de arame fornecidos para cada tipo de arame é de 6 rolos. A Figura 28 ilustra o acondicionamento do *stock* de rolos de um tipo de arame. Enquanto aguardam a colocação na máquina permanece *stock* parado na produção. Para além do valor do arame "parado", como este é acondicionado em europaletes de madeira, ocupa espaço na produção (cada europalete tem apenas um tipo de arame). Além das europalete com rolos que ainda não foram utlizados nas máquinas, acrescenta-se uma palete que armazena os rolos vazios que devem ser devolvidos e reaproveitados pelo fornecedor (Figura 29).

Figura 28 - Acondicionamento de um tipo de rolos no setor

Figura 29 - Acondicionamento de rolos vazios de arame

No Apêndice III, apresenta-se uma tabela com o valor mensal médio, em quantidade (kg) e valor (€) dos arames existentes no setor. Verifica-se que em média, a quantidade de arames existente mensalmente, é de cerca de 670 Kg, com um valor aproximado de 6250€, como se pode verificar representado a vermelho nos respetivos gráficos.

Na Figura 30 é feita uma análise em quantidade desde janeiro de 2018 até outubro de 2019.

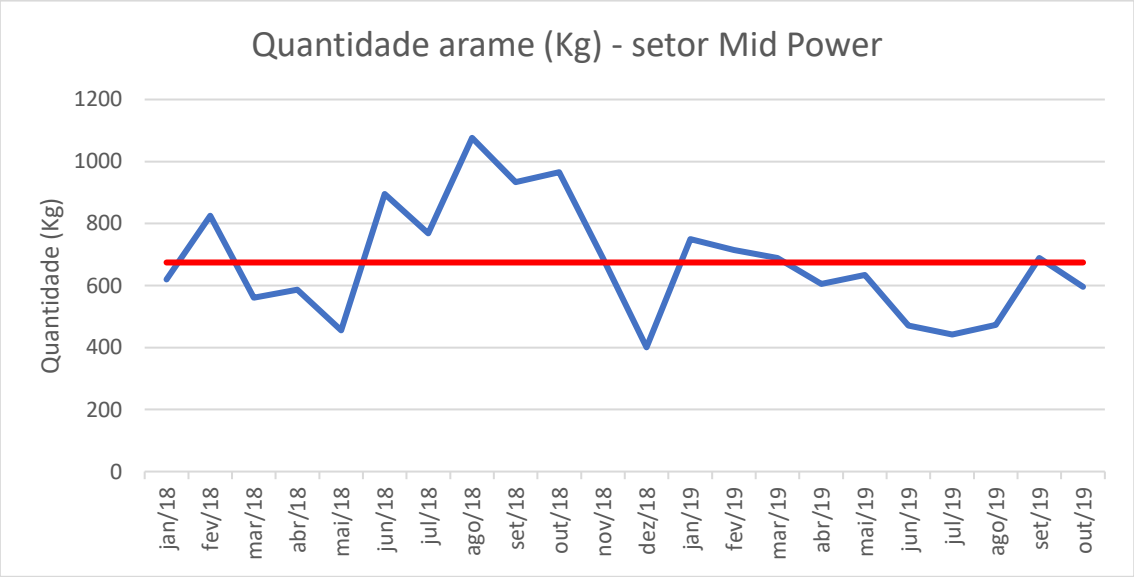


Figura 30 - Representação gráfica da quantidade de arames (KG) existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019

Verifica-se existir uma grande variação de valores, e a partir de janeiro de 2019 a oscilação passou a ser mais estável. Isto resultou da consciencialização dos operadores responsáveis pelos pedidos de materiais sobre o número de rolos que forneciam, reduzindo a quantidade. O pico de menor quantidade verifica-se em dezembro de 2018.

Neste mínimo de *stock* surgem atrasos na produção, quando há necessidade de arame, pois preciso efetuar o pedido e respetivo levantamento de um novo rolo de arame (a máquina fica parada se não tiver rolos para a reposição rápida).

Verifica-se que o pico mais alto em valor é coincidente com o pico mais alto em quantidade (Figura 31). O pico mais alto é em agosto 2018, com uma valorização de 9 562,36€ e com uma quantidade de 1 076,30 Kg.

O mesmo acontece com o pico mais baixo que acontece em dezembro 2018, com uma valorização de 3 442,45€ e com uma quantidade de 400,59 Kg.

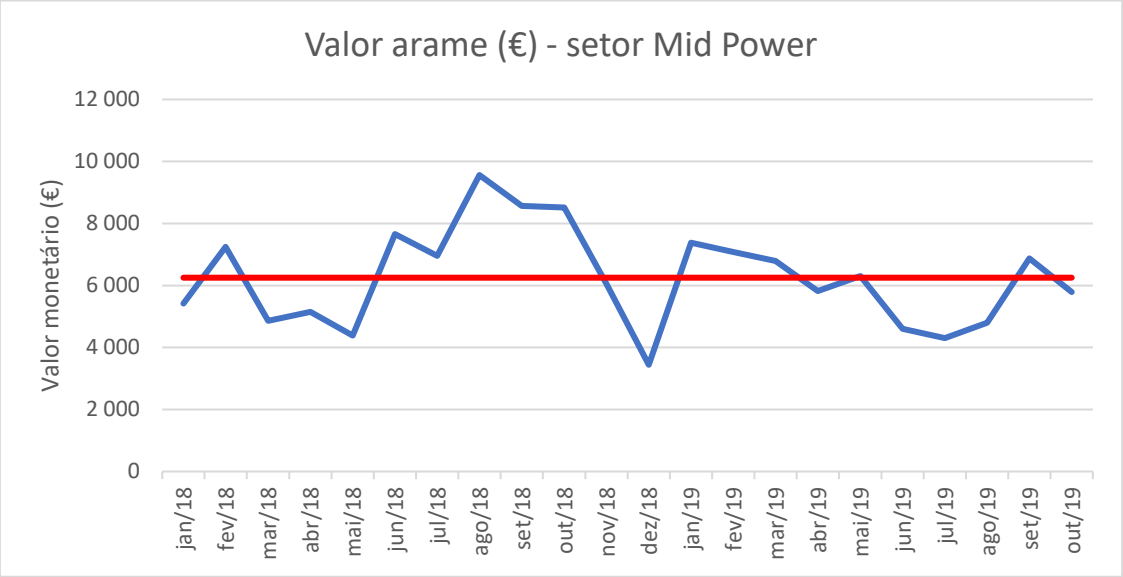


Figura 31 - Representação gráfica do valor de arames (€) existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019

Em termos médios, e se cada rolo de arame pesasse efetivamente 20Kg, em máquinas deveria ter o *stock* máximo de cerca de 340 Kg. Em suma o *stock* máximo das máquinas é de 7 rolos de arame 1.20mm no valor de 1 614,20€, 8 rolos de arame 0.95mm no valor de 1 388,80€ e 2 rolos de arame 0.78mm no valor de 369,20€. Ou seja, o máximo do valor em rolos presentes nas máquinas é de 3 372,20€.

4.1.4. Copos

Os copos são recipientes plásticos onde são inseridas as bobinas metalizadas, cujos arames/terminais já tenham sido soldados. Estes diferem de referência para referência. Alguns copos podem ser comuns a várias referências de condensadores, contudo continuam a existir centenas de referências diferentes. Estes copos antes de poderem ser montados, têm de passar no processo do plasma. Este processo garante que a massa, ao ser depositada no copo, vai aderir ao interior do mesmo. Este processo pode demorar de 1 a 10 minutos (por embalagem de copos), dependendo do tipo de copo que passa por este processo. Ao fazer o pedido dos copos, é necessário ter em consideração a passagem desses copos pelo processo de plasma que tem um tempo variável, dependendo da ocupação da máquina de plasma.

No Apêndice IV, apresenta-se uma tabela com o valor mensal médio, em quantidade (kg) e valor (€) dos copos existentes no setor. Em termos médios, utilizam-se por mês aproximadamente 198000 copos, que representam um valor médio total aproximado de 17 600€.

Existem 91 tipos diferentes de copos no setor *Mid Power* no período em análise. Na Figura 32 pode visualizar-se as oscilações mensais verificadas entre as 100 000 unidades e as 250 000, sendo o mês de dezembro 2018 o valor mais baixo registado, com 111 895 unidades de copos, e o mês de fevereiro 2018 o valor mais elevado registado, com quase 242 970 unidades. A vermelho está representada a média da quantidade de copos, no período analisado.

O mês de dezembro, como já foi visto em subcapítulos anteriores, é sempre um mês onde a quantidade de *stock* diminui, pois, a empresa tenta manter o mínimo *stock* possível para inventariar, aumentando a ineficiência das máquinas por possíveis paragens por falta de *stock.*

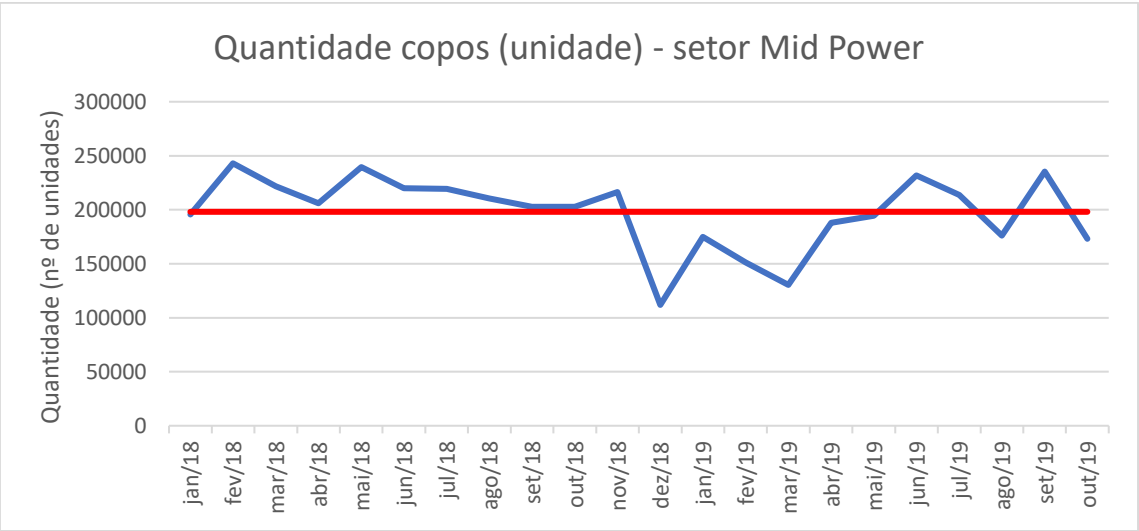


Figura 32 - Representação gráfica da quantidade de copos existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019

Verifica-se na Figura 33, que a oscilação se mantém na representação gráfica em valor monetário. O valor mais baixo apresentado, é em dezembro 2018, com 9 505,92€. O mês com a maior valorização é o de fevereiro 2018, que atinge valores superiores aos 23 000€. Também está representada a média do valor de copos durante esse período.

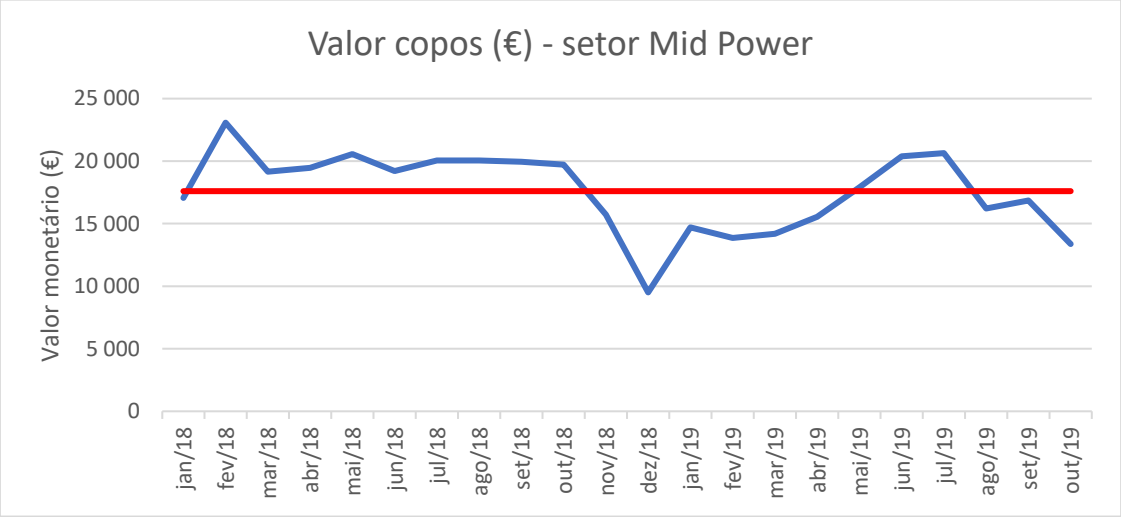


Figura 33 - Representação gráfica do valor de copos existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019

As 91 referências diferentes de copos, não se utilizam todas na mesma semana.

Em média utilizam-se cerca de 20 referências diferentes, num plano de produção semanal, acrescidas das possíveis encomendas em atraso ou em avanço no setor. Há necessidade de ter *stock* de copos para garantir a montagem das bobinas metalizadas com a maior brevidade permitida pelos *setups* das máquinas, evitando que as bobinas fiquem expostas a humidades e possível deterioração.

Usualmente não se coloca na mesma palete diferentes tipos de copos. Para além das paletes, utiliza-se algumas prateleiras para colocar embalagens de copos – normalmente as prateleiras são para os copos utilizados em menor quantidade.

Atualmente não existe uma localização fixa para cada referência de copos, o que gera perda de tempo em deslocações.

Os copos quando acondicionados no setor, já têm o processo de plasma. Este processo tem a validade de 24 horas no caso dos copos PPS[12], ou de 6 semanas, no caso de ser outro tipo de copos.

Quando está terminada a encomenda que gasta um determinado tipo de copo, os restantes copos permanecem no setor a aguardar que seja gerada nova encomenda, que consuma esses copos. Este procedimento é feito para aproveitar a restante quantidade de copos, que já têm o processo de plasma. Contudo, por vezes os copos não são necessários nos meses seguintes, e ficam no setor armazenados, originando *stock* que não tem consumo, aumentando os custos dos materiais do setor e, também o espaço ocupado por material no setor.

Atualmente, a devolução dos copos não utilizados, é feita de forma aleatória, ou seja, sempre que há oportunidade, faz-se uma análise a todos os copos que estão nas paletes/prateleiras e verifica-se se têm ou não consumo nos próximos meses. Se tiverem consumo, mantêm-se na produção, senão são devolvidos para o armazém de matérias primas. Este procedimento requer a burocracia abordada no capítulo 4.2.

Na Figura 34, apresenta-se algumas ilustrações do acondicionamento dos copos no setor atualmente, e pode-se verificar que não existe uniformização nas embalagens.

Figura 34 - Ilustração do acondicionamento de alguns copos no setor Mid Power

Os copos são fornecidos do armazém de MP maioritariamente em embalagens plásticas, que ao estarem vazias são devolvidas ao armazém. Essa devolução é efetuada quando existem 24 embalagens vazias de copos (uma palete de embalagens). Assim, há um local no setor Mid Power onde se armazenam as embalagens vazias antes de serem devolvidas ao armazém de MP,

[12] PPS - Sulfeto de Polifenileno, é um polímero semi-cristalino, plástico de engenharia de elevado desempenho e com propriedades mecânicas (resistente à fluência e rigidez) e temperaturas elevadas, resistência química que torna o PPS a alternativa preferida aos metais e termoendurecíveis.

estas são encaminhadas para o armazém para posteriormente serem devolvidas ao fornecedor que reaproveita as embalagens para fazer um novo fornecimento.

O local de armazenagem temporária de embalagens vazias é comum para todo o setor, assim evitam-se vários locais de armazenamentos de embalagens vazias. O operador responsável pelos pedidos de materiais, é também o responsável por devolver as embalagens vazias ao armazém. Sendo um local comum, percebe-se que há deslocações dos operários das várias máquinas, para colocar todas as embalagens vazias no mesmo local.

Alguns tipos de copos são fornecidos em embalagens de cartão ou plástico, em medidas não normalizadas, o que dificulta o acondicionamento e a uniformização de estruturas. Para além das embalagens plásticas que podem ser reutilizadas pelo fornecedor, existem também embalagens de cartão e de plástico não reutilizável, ou seja, que são depois depositadas em contentores de refugo – também há deslocação dos operários das respetivas máquinas, para colocarem as embalagens vazias no refugo.

O armazenamento dos copos ocupa cerca de 12 europaletes e 4 estantes. Como existe uma quantidade superior de referências, muitas vezes são armazenados na mesma palete diferentes referências, o que gera desorganização, relativamente à procura dos copos que estão em produção.

Usualmente os pedidos de copos são feitos no dia anterior ao seu consumo. Este pedido é sempre feito para evitar excessos, mas, como os materiais são fornecidos em embalagens, que por sua vez estão em paletes, nem sempre o fornecimento mínimo é possível. Se se verificar ser um copo com muito consumo, o pedido faz-se em paletes, mesmo não utilizando numa encomenda a totalidade dessa palete. Isto evita a operação de passar apenas as embalagens necessárias para outra palete, e, nestes casos, como têm muito consumo acabam por ser utilizados no resto da semana, tendo que, até à montagem da próxima encomenda, estarem acondicionados nalgum espaço.

As embalagens dos copos com pouco consumo vêm com uma quantidade mínima de copos, ou seja, é sempre entregue caixas completas desse material, independentemente de serem ou não necessários na sua totalidade. Dessa forma, ficam no setor os copos não consumidos. Estes copos já têm o processo de plasma, que como foi visto anteriormente, tem a validade de 6 semanas na maioria dos casos. Atualmente, ao terminar a encomenda, há uma pesquisa, para se verificar se existe ou não consumo desse copo até às 6 semanas. Se se verificar que vão ser gastos, os copos são acondicionados no setor, se não forem necessários, estes são devolvidos ao armazém.

Para além do retrabalho que origina a devolução do material, há o retrabalho da pesquisa no final das encomendas. Este procedimento de devolução nem sempre é executada no final de cada encomenda, o que origina cada vez mais referências de copos no setor.

4.1.5. Embalagens

É considerado embalagem, todo o material que protege o condensador pronto.

Entre eles pode-se verificar que existem:

- Caixas;
- Blisters;
- Sacos de alumínio;
- Placas de cartão;
- Tiras de cartão;
- Placas de polietileno.

No Apêndice V, apresenta-se uma tabela com a valorização mensal média, em quantidade (kg) e valor (€) das embalagens existentes no setor.

Verifica-se que em média, a quantidade de embalagens existente mensalmente, é de cerca de 21 800 unidades, com um valor aproximado de 3 065€.

Existem 17 referências diferentes de embalagens no setor *Mid Power*. Com um consumo médio total mensal de aproximadamente 21 800 unidades, com um custo médio de aproximadamente 3 000€ por mês.

A Figura 35, ilustra a quantidade de embalagens por mês e sua variação, entre o período de janeiro 2018 e outubro 2019. Está também representado a vermelho a média da quantidade durante esse período.

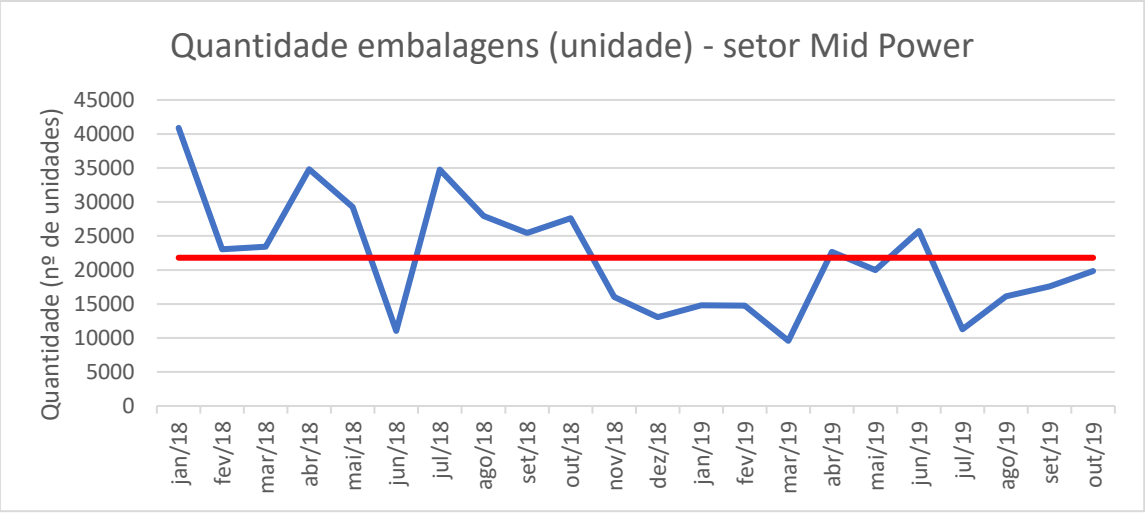


Figura 35 - Representação gráfica da quantidade de embalagens existente no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019

Registou-se um pico em janeiro de 2018, com cerca de 40 889 unidades em *stock*, e atingiu o ponto mais baixo em março 2019, com as 9 581 unidades em *stock.*

O pico mais alto e mais baixo do valor das embalagens, são coincidentes com os respetivos picos em valor (Figura 36). Sendo assim em janeiro 2018 a valorização das embalagens rondava os 4 530€ e o valor mais baixo rondava os 1 680€ em março de 2019. O valor médio das embalagens nesse período, está representado a vermelho.

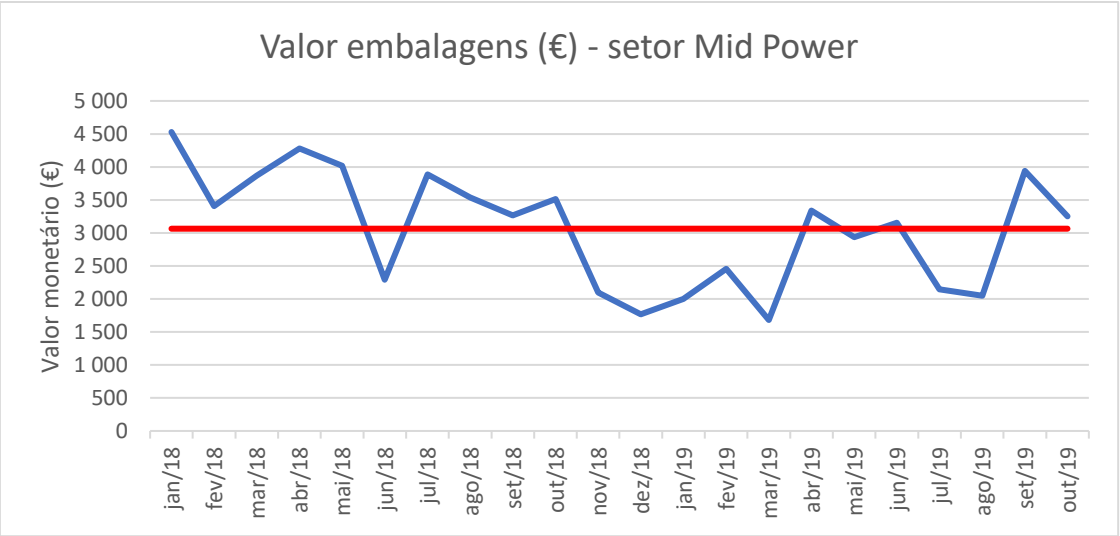


Figura 36 - Representação gráfica do valor de embalagens existente no setor Mid Power (€) de janeiro 2018 até outubro 2019

Atualmente o pedido de embalagens, é feito por análise visual, ou seja, a operadora responsável pelos pedidos de materiais, verifica que existe pouco material de um determinado tipo de embalagem, e faz a requisição de mais embalagens para a produção. Este tipo de pedido é feito, de acordo com o que é fornecido para o armazém, ou seja, a maioria das embalagens são fornecidas em paletes completas, para evitar o retrabalho, mesmo que o seu consumo dê para um período superior a uma semana.

As embalagens são colocadas num posto comum a todo o setor, e não alocado a cada máquina, ou seja, há deslocação dos operários para irem buscar as embalagens que necessitam.

4.1.6. Bobinas metalizadas

As bobinas metalizadas são entregues pelo setor a montante sem uma cadência nem planeamento definido. Algumas vezes são feitas análises de que produtos vão entrar no setor diariamente para facilitar a programação das necessidades dos respetivos materiais de consumo dessa encomenda. Esta análise é feita de forma manual, verificando através do estado das encomendas se se encontram num processo mais final ou inicial do setor a montante, para estimar prazos de entrega dessas respetivas encomendas. Esta análise pode ter uma margem de erro grande, visto que o material não entra nas respetivas máquinas do processo de acordo com o *first in, first out (*FIFO), pois por vezes para aproveitar o *setup* da máquina algumas encomendas, estas passam à frente de outras, e também porque os diferentes tipos têm diferentes *timings* de processo.

É frequente as encomendas entrarem no setor sem ter sido pedido o material necessário para a montagem das mesmas. Do mesmo modo, há encomendas que não são logo montadas, por diversas razões (excesso de carga para essa máquina, prioridade de montagem noutra máquina, avarias), e fica-se com o material em excesso na produção.

4.2. Caracterização dos pedidos, entregas de materiais e devoluções

A presente secção descreve o funcionamento do sistema de logística interna existente no setor Mid Power.

Atualmente existe um colaborador no setor responsável por realizar os pedidos e a distribuição de todas as MP no setor (com exceção de alguns químicos que também são manuseados por operadores que operam com as massas). Esse colaborador é também responsável pelas devoluções de materiais sempre que haja *stock* sem consumo ou *stock* com defeito.

Para além de executar essas tarefas, também é o responsável pelo transporte de embalagens vazias de volta para o armazém que posteriormente serão devolvidos ao fornecedor.

Não há neste momento padronização nos pedidos de materiais, entre setores. No setor *Mid Power*, setor que está a ser analisado nesta dissertação, o pedido de materiais ao armazém é feito diariamente e levantado pelo operador responsável por esses pedidos. O pedido é feito de forma a satisfazer a procura diária prevista (em alguns materiais, como é o caso das embalagens, este pedido não é feito diariamente, mas sim sempre que faltam materiais em produção). A Figura 37 é um exemplo de um pedido de material da empresa. Por vezes, e de forma a evitar retrabalho de passar embalagens de um lado para o outro, os pedidos são feitos por paletes quando existem encomendas para os dias seguintes, e não origina um acumular de material em produção, que não seja utilizado.

VISHAY	Requisição de Materiais Armazem Matéria Primas e Auxiliares				Requiz. nr° 500			DATA 09/11/2020
Semana do Plano	Centro de Custos	Quantidae Requisitada	Cod. Artigo SAP	Descrição	Data	Requisitante	Tecnica	OBS:
45/2020	12400510	1 palete	80921697	cx	04/nov	Andreia		
45/2020	12400510	320	80901092	5770	04/nov	Andreia		
45/2020	12400510	1 cx	80915257	4230	04/nov	Andreia		
45/2020	12400510	4 500	80926325	5739	04/nov	Andreia		
45/2020	12400510	1 palete	80934361	Placas	04/nov	Andreia		
45/2020	12400510	2 cx	80928167	Placas	04/nov	Andreia		

Figura 37 - Modelo Vishay para o pedido de materiais para o Mid Power – exemplo do dia 04-11-2020

Pela Figura 37 verifica-se que existe uma repetição de algumas informações e falha de outras informações.

Relativamente à quantidade requisitada, não está totalmente definida, ou seja, por vezes é pedida em quantidade, e outras vezes em número de embalagens, ou paletes, para facilitar o fornecimento do armazém.

A descrição do material é muitas vezes incompleta, mas existe o código SAP que permite facilmente a consulta do respetivo material.

A data do pedido, bem como o nome do requisitante, visto ser um pedido diário e executado sempre pelo mesmo operador, tem sempre a mesma informação.

A técnica que refere na Figura 37, é o local identificado no armazém, onde o mesmo material se encontra.

O operador do armazém após receber esta informação, faz a pesquisa de cada um dos códigos SAP e introduz a técnica manualmente para posteriormente se deslocar ao local e fazer a entrega dos materiais.

Quando existem encomendas em atraso, ou em avanço, e as semanas do plano são diferentes, são gastos materiais de um plano avançado, correndo-se o risco de os materiais faltarem para as encomendas das semanas em vigor. Nestas situações são necessários pedidos adicionais desses materiais.

Os materiais entregues pelo armazém são colocados numa área do armazém reservada para o efeito, e o operador que fez o pedido de materiais, procede ao levantamento dos mesmos. Estes materiais não são verificados por parte da produção, e quando um material está em falta esse material não é reposto. Nestes casos, o operador responsável pelos pedidos de materiais, coloca essa informação numa folha disponibilizada para o efeito: "Faltas de Materiais". Quando o material é reposto pelo fornecedor, a operadora tem de voltar a fazer o pedido desse mesmo material, e respetiva quantidade.

Relativamente às devoluções, sempre que é necessário devolver um artigo ao armazém há um registo manual, onde o operário coloca o tipo de material, o código SAP correspondente a esse material, e o motivo pelo qual procede à devolução de material. Esse registo é feito num bloco que tem 3 cópias do mesmo documento. Um fica arquivado na produção, outro é enviado juntamente com o material devolvido, e posteriormente arquivado no armazém, e o outro fica no bloco.

4.3. Análise crítica à situação atual do setor

Neste subcapítulo serão apontados alguns pontos que podem ser melhorados posteriormente. Através da ferramenta 5W2H fez-se um resumo à situação atual no setor – ver Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo da situação atual do setor através da ferramenta 5W2H

O quê?	Quem?	Onde?	Porquê?	Quando?	Como?	Quanto?
Uniformização dos processos	Departamento informático	Produção	Eliminar erros; agilizar o processo; reduzir o excesso de burocracia	A aguardar aprovação	Informatizar o sistema de pedidos de material.	0€
Melhorar manuseamento dos materiais	Produção e Departamento logístico	Produção; Armazém	Agilizar o processo; melhorar ergonomia; reduzir o stress dos operadores.	A aguardar aprovação	Carrinho que evita posição curvada; diminuir quantidade de produtos químicos na produção.	400€ por cada carrinho de transporte de químicos
Redução das quantidades por embalagem	Fornecedores	Nos químicos e terminais	Evitar pedidos em excesso de material; reduzir o valor dos materiais	A aguardar resposta dos fornecedores	Embalagens mais pequenas.	n.d.
Reduzir ocupação	Produção	Chão de fábrica	Fomentar o aumento organização; Evita acidentes de trabalho	Arames - novembro 2019; outros materiais - a aguardar aprovação	Realocar *stocks* de segurança; definir um local para cada artigo.	0€
Criação de KPI's	Departamento informático e produção	Produção	Operadores acompanharem os objetivos da organização	A aguardar aprovação	Informatização do sistema; Criação de objetivos bem definidos.	0€

n.d. – informação não disponibilizada pela empresa

4.4. Diagrama de *Ishikawa* para o excesso de *stock*

Para uma melhor resolução dos problemas, e consoante foi referenciado na fundamentação teórica, existem diferentes ferramentas *Lean* que ajudam a perceber as causas que originam esses problemas. Após encontrar as causas, é mais fácil incidir sobre as mesmas, e eliminá-las ou reduzi-las.

Através do diagrama de *Ishikawa,* representado na Figura 38, consegue-se perceber as principais causas do excesso de *stock* na produção.

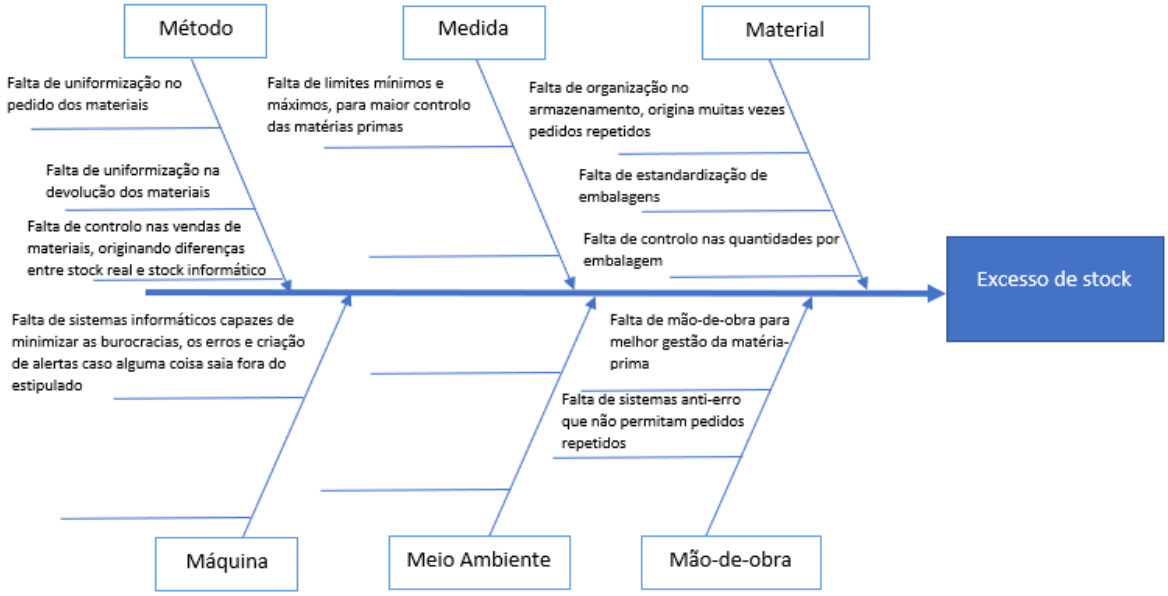


Figura 38 - Diagrama de Ishikawa para o excesso de stock

A maioria das causas está relacionada com o método utilizado na gestão do *stock*, e da matéria-prima.

Dentro do método, verifica-se que o sistema tem ainda muitas operações manuais suscetíveis a erros humanos. Pode-se melhorar o sistema informático para:

- Agilizar pedidos de materiais;
- Colocar um limite superior e inferior em cada material (*stock* máximo e mínimo que cada material pode ter) – isto permitirá detetar erros e posteriormente corrigi-los, eliminará o pedido excessivo de materiais (em particular de materiais que estejam no armazém produtivo), permitirá que as máquinas não fiquem paradas por falta de *stock* gerando alertas visuais;

- Minimizar os desvios entre o *stock* real e o *stock* informático – correção de erros em tempo real.

Relativamente à matéria-prima, uma das maiores causas para o excesso de *stock* na produção é o facto de as embalagens conterem quantidades superiores às quantidades necessárias num dia produtivo. Para além disso, existem muitos materiais que são fornecidos em europaletes, que contém várias embalagens do mesmo artigo.

5. Propostas de melhoria

Neste capítulo serão descritos processos de melhoria, bem como sugestões futuras, para todos os materiais utilizados no setor Mid Power, quanto ao seu armazenamento, quantidade, organização, pedidos e devoluções. Como já se verificou no capítulo anterior, existe uma enorme quantidade de referências diferentes de matérias primas, para cada tipo de material. Para ser mais objetivo na proposta de melhoria, neste capítulo foi aplicada a ferramenta ABC para analisar, quais as diferentes MP, são os causadores do excesso de *stock*, em cada tipo de material. Para uma melhor compreensão na leitura, os subcapítulos dos diferentes materiais, são coincidentes com o capítulo anterior.

5.1. Químicos

Como se verifica no subcapítulo 4.1.1., o valor dos químicos não está diretamente relacionado com a quantidade de químicos existente no setor.

O objetivo da dissertação é a redução de *stock*, a fim de reduzir o valor de materiais da produção de forma a ter uma empresa *Lean*. Para reduzir esse valor, fez-se uma análise ABC, aos químicos existentes no setor, consoante pode ser verificado na tabela do Apêndice VI. A verde, estão identificadas as referências da classe A. A amarelo, as referências da classe B, e a vermelho, as referências da classe C.

Esta análise foi feita com base na avaliação do gráfico de dispersão dos dados (curva de Pareto – Figura 39).

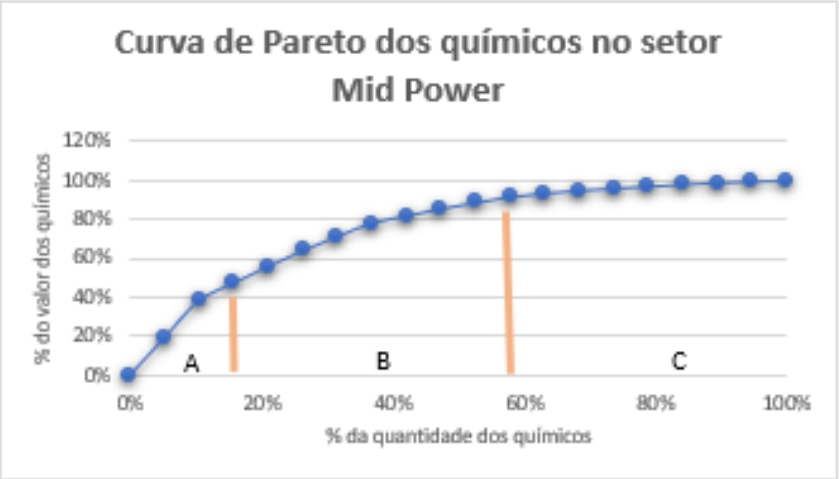


Figura 39 – Gráfico com a curva de Pareto da análise ABC, em valor, dos químicos no setor Mid Power

Como se pode ver na Figura 39, são poucos os químicos da classe A (3 no total), onde aproximadamente 16% dos artigos corresponde a aproximadamente 47% do valor dos químicos, 8 químicos da classe B e os restantes 8 da classe C.

Para garantir ganhos significativos, as referências a serem geridas com maior cuidado são as identificadas na classe A e B.

Na Tabela 2, segue a média de consumo dos últimos 6 meses, de 8 artigos A e B. Apenas estão referenciados 8, e não os 11 dessa análise, devido a dificuldades aquando da elaboração da dissertação. Apesar de detetado o erro, não foi possível até ao momento da entrega do documento, proceder à respetiva correção. São também referidos na mesma tabela, a previsão dos próximos 2 meses dos mesmos artigos, e a comparação entre o consumo e as previsões. Estes dados foram retirados do *software* SAP que faz análise dos materiais necessários com base em previsões e pedidos de cliente. Esta análise serve para verificar se, de forma geral, houve mais consumo do que o que foi pedido, ou menos. Quando há mais consumo do que o que realmente foi pedido, há a necessidade de serem feitos pedidos extra no decorrer nesse mês, daí verifica-se que há uma maior rotação do artigo. Quando o que foi enviado para o BOB 1 é superior ao que foi consumido, prevê-se que aumente o *stock* no chão de fábrica, e consequentemente aumento dos custos do armazém produtivo.

Tabela 2 - Análise feita em maio 2020, do consumo e previsão dos artigos A e B dos químicos no setor Mid Power.

Código SAP do material	*Stock* enviado para o BOB 1 nos últimos 6 meses (Kg)	Consumo dos últimos 6 meses (Kg)	Diferença entre o que foi consumido e o que foi pedido ao armazém (Kg)	Média mensal do consumo dos últimos 6 meses (Kg)	Previsão mês junho 2020 (Kg)	Diferença entre o consumo e a previsão junho 2020 (Kg)	Previsão mês julho 2020 (Kg)	Diferença entre o consumo e a previsão julho 2020 (Kg)
50165346	5380	5930	550	988	999	11	1565	577
50165353	2200	1874	-326	312	303	-9	484	172
80912661	3300	3449	149	575	56	-519	320	-255
80890981	22880	21770	-1110	3628	663	-2965	2190	-1438
50165349	9000	9990	990	1665	1841	176	2598	933
50330258	1040	1045	5	174	328	154	352	178
50165350	3600	3898	298	650	719	69	1012	362

Verifica-se na Tabela 2, que o segundo e o quarto artigo, tiveram pedidos superiores aos que realmente foram gastos.

Verifica-se também que existe uma redução significativa entre a média mensal do consumo, e a previsão dos 2 meses consequentes, no terceiro e quarto artigo. Esta redução é registada devido à suspensão de algumas encomendas de um determinado artigo, que gasta maioritariamente estes tipos de químicos.

Daí concluiu-se que os pedidos devem ser feitos com base numa previsão, e não de uma média dos consumos dos últimos meses, porque existem muitas variações relativamente aos consumos dos últimos 6 meses, e com a previsão dos 2 meses consequentes, acaba-se por ter uma visão mais real da procura.

Outra dificuldade que pode haver é a necessidade de pedir um *stock* mínimo, no caso de ser fornecido em embalagens de grandes dimensões. Os químicos são fornecidos em diferentes embalagens, consoante os fornecedores.

Para uma fácil compreensão da quantidade e disposição de químicos no setor, apresenta-se na Tabela 3, uma descrição breve de como é feito o fornecimento dos químicos no setor e as possíveis melhorias que se pode pensar em cada deles, sendo que alguns possam ter o mesmo processo de melhoria.

Algumas melhorias são mais fáceis de implementar, pois apenas alteram a parte da logística interna, contudo, no caso da redução das quantidades por embalagem, implica uma alteração da logística dos fornecedores acoplada à dificuldade na alteração dos transportes dos mesmos. Isto pode trazer custos acrescidos à organização, e tem de se perceber se é rentável ou não, fazer este pedido de redução.

A análise da situação de cada um dos químicos, teve por base a média mensal do *stock*, apresentada no Apêndice VI. Por sua vez, a sugestão de melhoria apresentada, teve por base a análise da taxa de rotação, respetivamente, a média mensal do consumo dos últimos seis meses, apresentada na Tabela 2 – a análise foi executada em maio de 2020. Para calcular uma estimativa de consumo diária, foi considerado, a existência de 23 dias úteis por mês.

A quantidade estimada de bidões tem de ser sempre um valor inteiro, pois não é possível logisticamente ser fornecido apenas parte de um dos bidões.

De forma a agilizar o processo de fornecimento, e para que haja sempre *stock* de reserva de todos os químicos, os carros de transporte com base de retenção têm de existir de forma replicada no armazém de abastecimento à produção. Esta condição deve-se ao facto de que, alguns destes químicos têm de ser pré-aquecidos, e para evitar que a produção pare por falta de MP.

O valor por Kg foi calculado dividindo o valor da média mensal de um determinado componente pela sua quantidade no mesmo período – ver Apêndice VI. Este valor foi arredondado a 2 casas decimais.

Tabela 3 – Situação atual e sugestões de melhoria (prós e contras) nos químicos identificados na análise ABC

ANTES	DEPOIS (SUGESTÃO DE MELHORIA)
50165346 – Endurecedor HY 2954 BD 79000007	
Média mensal do *stock*: 292,17 Kg **Quantidade por embalagem:** 25 Kg **Ilustração da embalagem e armazenamento na produção:** 	**Sugestão:** Fornecimento de 2 bidões num carro de transporte de retenção. **Média mensal do consumo dos 6 meses analisados:** 988 Kg. **Estimativa média do consumo diário:** 42,96Kg/dia (988Kg/23dias). **Quantidade estimada de bidões necessários:** 2 (42,96 Kg por dia / 25 Kg) ***Stock* desejado:** 100 Kg (2 carros de transporte com 2 bidões cada) **Redução mensal estimada no *stock* em quantidade:** 192,17 Kg **Redução mensal estimada no *stock* em valor:** 2 561,63€ (13,33€ por Kg x 192.17 Kg)
50165353 – Araldite DY 026 79020003	
Média mensal do *stock*: 385,64 Kg **Quantidade por embalagem:** 25 Kg **Ilustração da embalagem e armazenamento na produção:** 	**Sugestão:** Fornecimento de 1 bidão num carro de transporte de retenção. **Média mensal do consumo dos 6 meses analisados:** 312 Kg. **Estimativa média do consumo diário:** 13,57Kg/dia (312Kg/23dias). **Quantidade estimada de bidões necessários:** 1 (13,57 Kg por dia / 25 Kg) ***Stock* desejado:** 50 Kg (2 carros de transporte com 1 bidão cada) **Redução mensal estimada no *stock* em quantidade:** 335,64 Kg **Redução mensal estimada no *stock* em valor:** 3349,69€ (9,98€ por Kg x 335,64 Kg)

80912661 – Aradur HY 918-1 CH 1100 Kg Q4	
Média mensal do *stock*: 407,96 Kg **Quantidade por embalagem:** 1000 Kg **Ilustração da embalagem e armazenamento na produção:** 	**Sugestão:** Redução da quantidade por embalagem (25 Kg por embalagem). Fornecimento de 1 bidão num carro de transporte de retenção. **Média mensal do consumo dos 6 meses analisados:** 575 Kg. **Estimativa média do consumo diário:** 25 Kg/dia (575Kg/23dias). **Quantidade estimada de bidões necessários:** 1 (25 Kg por dia / 25 Kg) ***Stock* desejado:** 50 Kg (2 carros de transporte com 1 bidão cada) **Redução mensal estimada no *stock* em quantidade:** 357,96 Kg **Redução mensal estimada no *stock* em valor:** 1 617,98 € (4,52€ por Kg x 357,96 Kg)
80890981 – Araldite CW 36100 (Resina)	
Média mensal do *stock*: 636,68 Kg **Quantidade por embalagem:** 200 Kg **Ilustração da embalagem e armazenamento na produção:** 	**Sugestão:** Redução da quantidade por embalagem (100 Kg por embalagem). Fornecimento de 2 bidões num carro de transporte de retenção. **Média mensal do consumo dos 6 meses analisados:** 3628 Kg. **Estimativa média do consumo diário:** 157,74 Kg/dia (3 628 Kg/23dias). **Quantidade estimada de bidões necessários:** 2 (157,74 Kg por dia / 100 Kg) ***Stock* desejado:** 400 Kg (2 carros de transporte com 2 bidões cada) **Redução mensal estimada no *stock* em quantidade:** 236,68 Kg **Redução mensal estimada no *stock* em valor:** 639,04 € (2,70€ por Kg x 236,68 Kg)

50165349 – Resina Araldite Tipo F 79010001	
Média mensal do *stock*: 345,84 Kg **Quantidade por embalagem:** 200 Kg **Ilustração da embalagem e armazenamento na produção:** 	**Sugestão:** Redução da quantidade por embalagem (100 Kg por embalagem). Fornecimento de 2 bidões num carro de transporte de retenção. **Média mensal do consumo dos 6 meses analisados:** 1 665 Kg. **Estimativa média do consumo diário:** 72,39 Kg/dia (1 665 Kg/23dias). **Quantidade estimada de bidões necessários:** 1 (72,39 Kg por dia / 100 Kg) – há a necessidade de ter mais 1 bidão para pré-aquecimento. ***Stock* desejado:** 400 Kg (2 carros de transporte com 2 bidões cada) **Aumento mensal estimado no *stock* em quantidade:** 54,16 Kg **Aumento mensal estimado no *stock* em valor:** 258,34 € (4,77€ por Kg x 54,16 Kg)
50330258 – Resina EP-M095 (BCC) 79010004	
Média mensal do *stock*: 120,67 Kg **Quantidade por embalagem:** 25 Kg **Ilustração da embalagem e armazenamento na produção:** 	**Sugestão:** Fornecimento de 1 bidão num carro de transporte de retenção. **Média mensal do consumo dos 6 meses analisados:** 174 Kg. **Estimativa média do consumo diário:** 7,57 Kg/dia (174 Kg/23dias). **Quantidade estimada de bidões necessários:** 1 (7,57 Kg por dia / 25 Kg). ***Stock* desejado:** 150 Kg (2 carros de transporte com 1 bidão cada) **Redução mensal estimada no *stock* em quantidade:** 24 Kg **Redução mensal estimada no *stock* em valor:** 289,68 € (12,07€ por Kg x 24 Kg)

50165350 – Resina CY 221 79010003	
Média mensal do *stock*: 197,06 Kg **Quantidade por embalagem:** 25 Kg **Ilustração da embalagem e armazenamento na produção:** 	**Sugestão:** Fornecimento de 2 bidões num carro de transporte de retenção. **Média mensal do consumo dos 6 meses analisados:** 650 Kg. **Estimativa média do consumo diário:** 28,26 Kg/dia (650 Kg/23dias). **Quantidade estimada de bidões necessários:** 2 (28,26 Kg por dia / 25 Kg). ***Stock* desejado:** 100 Kg (2 carros de transporte com 2 bidões cada) **Redução mensal estimada no *stock* em quantidade:** 97,06 Kg **Redução mensal estimada no *stock* em valor:** 687,18 € (7,08€ por Kg x 97,06 Kg)

O fornecimento dos bidões deve ser sempre feito de forma segura, para isso devem ser transportados em carros de transporte com retenção.

Atualmente o pedido dos materiais dos químicos é feito consoante há necessidade de repor o *stock* na produção. Esse pedido é enviado através de uma requisição de material, que foi analisada no capítulo 4.2. Para reduzir ou eliminar esses pedidos burocráticos de material, e de forma a agilizar o processo de reposição do material, a sugestão de melhoria é a existência de dois carros de transporte de retenção para cada químico, para que quando um carro de transporte ficasse vazio, o mesmo fosse levado para o armazém. Este carro serviria de *kanban*, pois quando devolvido ao armazém, e mesmo sem haver pedido de material, estes deveriam ser repostos, em horários fixos, a pré-definir de forma cíclica. No armazém já existiria então um carro de transporte, já pré-fornecido com o mesmo material, que seria enviado para a produção. Isso elimina o tempo de espera de fornecimento do material.

A reposição do material nesses horários pré-definidos, tem várias vantagens, nomeadamente:

- Redução do *stress* dos operadores de armazém que têm de parar as suas atividades para fornecer com urgência os materiais;
- Redução de erros oriundos desse *stress* e de suspenderem uma tarefa para iniciar outra;
- Melhor coordenação dos horários;

- O material fornecido pelo armazém fica em segurança, devido à base de retenção do carrinho, evitando derramamentos de químicos.

A Figura 40 ilustra um possível carro de transporte com retenção.

Figura 40 - Carro de transporte com retenção –Marca: *Mecalux*

Para além do ganho apresentado na Tabela 2, pode-se considerar outros tipos de vantagens que não sejam apenas o valor, tais como:

- Melhoria no transporte e armazenamento dos resíduos químicos;
- Eliminação dos pedidos burocráticos de material;
- Eliminação de paletes de madeira na produção.
- Armazenamento em quantidades mínimas de produtos químicos na produção – muitos destes químicos são altamente inflamáveis;
- Eliminação do transporte com o empilhador a gás na produção (utilizado para movimentar a embalagem de 1 000 Kg referenciado num dos químicos acima).

Existem, no entanto, algumas desvantagens das sugestões referidas:

- A redução das embalagens, pode trazer custos acrescidos no transporte dos mesmos;
- O custo inicial na aquisição destes carros de retenção pode ser elevado;
- Resistência à mudança por parte dos operadores da produção e do armazém.

Com a introdução dessas melhorias, pode-se verificar no gráfico, a variação mensal em valor dos químicos, face ao que foi analisado e ao que é o objetivo – ver Figura 41:

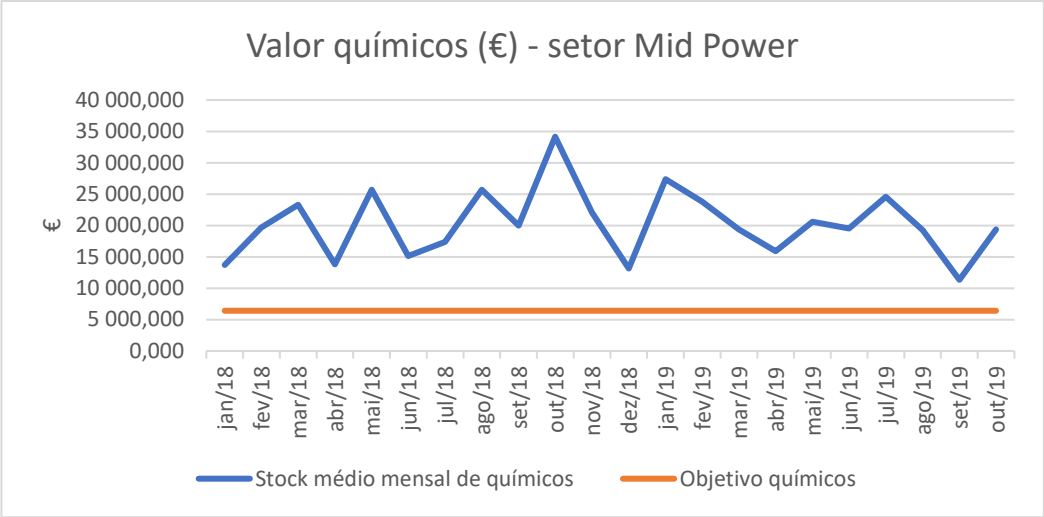


Figura 41 - Representação gráfica do valor de químicos no setor Mid Power de janeiro 2018 até outubro 2019, com a representação do objetivo traçado.

5.2. Terminais

A preocupação mantém-se na análise do valor pois o valor e a quantidade não estão diretamente relacionados, como foi verificado nos subcapítulos anteriores. Dessa forma, surge a necessidade de uma análise ABC em valor aos terminais. Essa análise pode ser consultada na tabela do Apêndice VII. A verde, estão identificadas as referências da classe A. A amarelo, as referências da classe B, e a vermelho, as referências da classe C.

Pode ser também representada através da curva de Pareto (Figura 42).

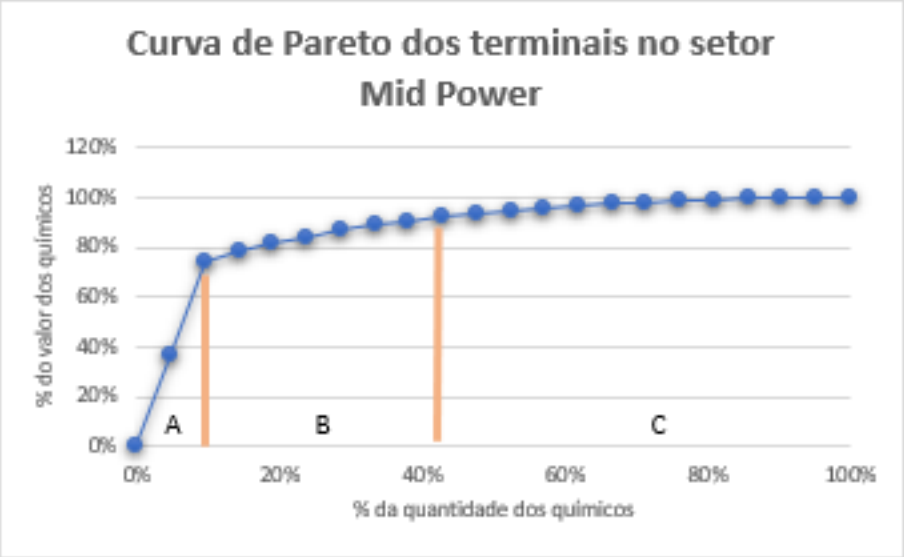


Figura 42 - Gráfico com a curva de Pareto da análise ABC, em valor, dos terminais no setor Mid Power

Como se pode ver na Figura 42, são poucos os químicos da classe A (2 no total), onde aproximadamente 10% dos artigos corresponde a aproximadamente 70% do valor dos terminais, 7 químicos da classe B e os restantes 12 da classe C.

Para garantir ganhos significativos, as referências que serão geridas com maior cuidado são as identificadas a verde e a amarelo, analisado da mesma forma que no ponto 5.1.1. em relação aos químicos.

Existem algumas soluções para reduzir a quantidade de *stock* relativamente a terminais. O foco para este objeto de estudo, é baixar o *stock* dos artigos que estão identificados a verde e a amarelo. Pode-se, posteriormente, estender o mesmo princípio aos outros terminais.

Na Figura 43, verifica-se o modo de entrega da maioria dos terminais, entre os quais, os dois primeiros artigos da análise ABC (artigos A). Estas embalagens têm cerca de 3 500 terminais cada. Um condensador precisa sempre de 2 terminais (um esquerdo, e um direito), para posteriormente ser soldado numa bobina. Existem terminais que são iguais e podem ser utilizados tanto do lado esquerdo como do lado direito, e terminais que diferem de um lado para o outro. Nos que diferem, é necessário haver *stock* do terminal esquerdo e *stock* do terminal direito. O facto de existirem mais terminais direitos do que esquerdos, e vice-versa, já pressupõe logo de início que existe excesso de material em um deles. Este facto é originado quando algum dos terminais é considerado refugo por ter defeitos visíveis.

Figura 43 - Ilustração de uma embalagem de terminais no setor Mid Power.

Não se implementaram soluções físicas na organização relativamente à redução do *stock* dos terminais, a não ser a sensibilização dos operadores responsáveis pelos materiais, para fazerem acertos regulares, e verificarem com frequência se a quantidade que está em chão de fábrica, tem previsão de utilização ou não. Se não houver previsões, é necessário proceder à

devolução do material para reduzir os custos do armazém da produção. Este procedimento origina retrabalho que não acrescenta valor ao produto.

É recorrente existirem materiais em que não há previsão de utilização, devido ao fornecimento consoante as embalagens não sendo utilizados na sua totalidade.

Algumas propostas de melhoria para a redução dos *stock*s dos terminais são:

- Redução da quantidade por embalagem – os fornecimentos são diários, logo a embalagem deve ter a quantidade necessária para a produção num turno (em valores médios ou valores máximos);
- Redução da quantidade das encomendas que tenham um tempo de soldagem superior a 8 horas (um turno) – encomendas com um tempo superior de soldagem, estão mais dias na produção sem serem vendidos, aumentando assim o WIP;
- Implementação de um *software* informático capaz de "vender" para o setor a jusante, a quantidade produzida por turno, em cada máquina, com os respetivos materiais – as vendas dos materiais utilizados na montagem, apenas são feitas no final da montagem completa da encomenda. Esta melhoria, para além de manter os níveis de materiais no momento atualizados, também iria eliminar a venda posteriormente feita por outro operador – poderia e deveria ser aplicado em qualquer material, inclusive nas vendas dos produtos acabados;
- Implementação de um *software* capaz de informar se a quantidade de material existente na produção, será ou não necessário num futuro próximo, senão, gerar um alerta para proceder à devida devolução ao armazém.

5.3. Arame

Como referido no subcapítulo 4.1.3, a totalidade dos equipamentos gastam 17 rolos de arames, dividido em 3 tipos de arames diferentes, num total aproximado de 340Kg, considerando que cada rolo pesa 20Kg.

Por se tratar de um tipo de material com apenas 3 tipos diferentes, não se fez uma análise ABC para verificar qual o tipo em que se deveria atuar. O método de atuação será aplicado aos 3 de igual modo.

Como a maioria dos equipamentos trocam 2 rolos de cada vez – com poucas variações entre estas mudas (arame é soldado do lado esquerdo e lado direito de cada bobina), o objetivo será ter como *stock* de reserva de 2 rolos de arame para cada tipo de arame, para que haja sempre tempo para fazer novo pedido de arame e o respetivo levantamento, sem que a máquina de produção pare por falta de arame. Na totalidade, o *stock* de reserva terá

aproximadamente 120Kg (2 rolos de 20kg de cada um dos 3 diâmetros de arame consumidos no setor), ou seja, o objetivo será que exista no máximo cerca de 460Kg de arame na produção (340Kg do *stock* das máquinas + 120Kg do *stock* de reserva).

Para além de reduzir o *stock* de reserva do arame, foi eliminado o espaço ocupado pelas 4 europaletes de *stock* (3 com os rolos de arame + 1 com os rolos vazios).

Foi aplicada a ferramenta 5S para acondicionar os arames, facilitando a sua identificação e para que sejam acondicionados sempre no mesmo local.

O espaço ocupado pelo carrinho com os rolos de arame, não afeta a produção pois são armazenados por baixo da respetiva máquina de montagem, como é percetível na Figura 44.

Figura 44 - Stock de reserva de rolos de arame acondicionado por baixo de máquina de montagem

O acondicionamento dos rolos vazios é feito nos mesmos carrinhos, e após ter os 2 rolos vazios leva-se o carrinho para o armazém para despoletar um pedido de mais 2 rolos de arame da mesma referência. Este tipo de *kanban* tem por designação, "sistema de duas caixas", no subcapítulo 2.2.6.

O carrinho é colocado vazio numa área do armazém especificada para o efeito, e vem para a produção um novo carrinho com o *stock* pretendido (no armazém terá carrinhos identificados com os respetivos tipos de arame). O carrinho vazio no armazém, desencadeia automaticamente um novo pedido de 2 rolos desse tipo de arame eliminando a burocracia do pedido de material e a preocupação do operador responsável dos materiais. Os rolos vazios passam a ser acondicionados no armazém, onde são acondicionados os rolos vazios de todos os setores. Na Figura 45, pode-se verificar a forma cíclica para que se despolete um pedido de arame ao armazém, e o seu armazenamento.

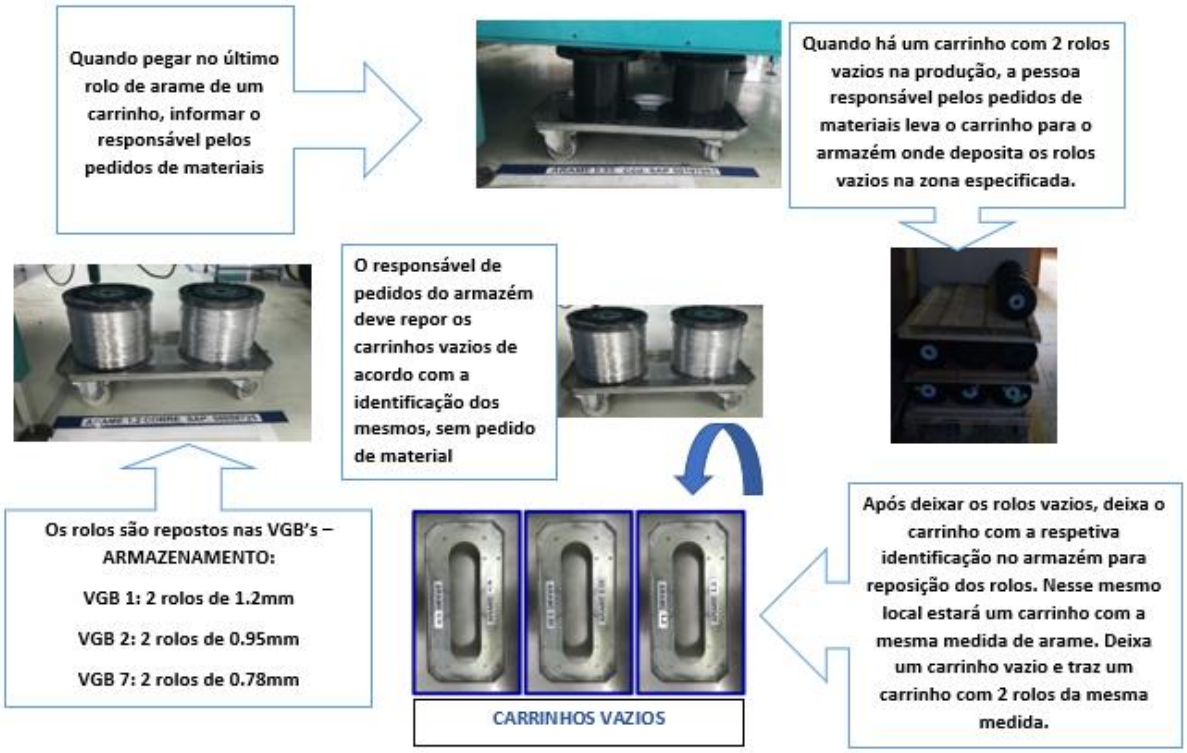


Figura 45 - Esquematização do pedido cíclico dos arames

Este sistema foi realmente implementado no setor Mid Power, e está a ser utilizado até ao momento. Desde então a quantidade de arames em Kg, não tem ultrapassado a quantidade delineada a laranja na Figura 46, que foi o objetivo proposto:

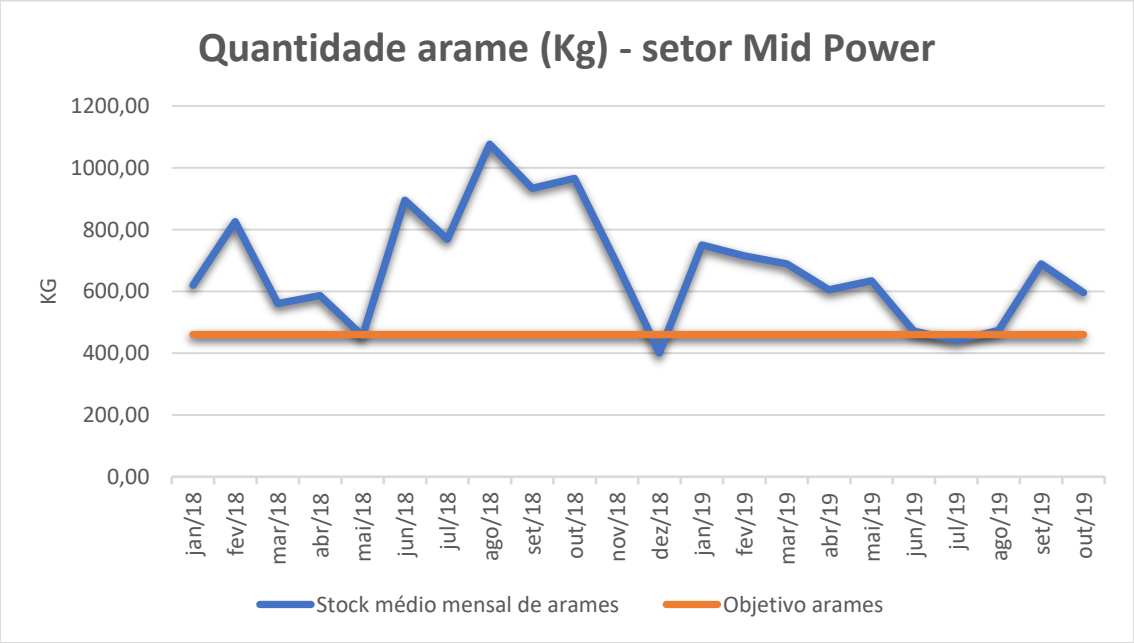


Figura 46 - Representação gráfica da quantidade de arames no setor Mid Power de janeiro 2018 a outubro 2019, com a representação do objetivo traçado

O transporte dos rolos até aos equipamentos é feito de forma mais ergonómica. Até então os rolos eram arrastados até aos equipamentos em causa, o mecânico agarrava o rolo e após o colocar no chão empurrava-o para a máquina de montagem inclinado. Agora existe um ferro que fica à altura do mecânico, que encaixa no novo carrinho e que permite a mobilidade para qualquer tipo de equipamento sem esforço do mecânico, nem utilizando posições pouco ergonómicas (Figura 47).

Figura 47 - Transporte dos rolos – antes e depois

Outras sugestões de melhoria para a redução do *stock* de arame no setor seria haver um detetor de peso nos rolos do arame, que detetasse quando o arame estivesse a acabar – a quantidade, ou peso do arame deveria ser definida de forma a dar tempo para que o arame fosse fornecido sem haver paragem da máquina. Esse detetor deveria gerar um pedido ao armazém, que por sua vez enviaria uma notificação para o responsável da reposição do arame. Essa melhoria teria como vantagem eliminar o *stock* de reserva que está por baixo das máquinas de montagem, mas teria um custo associado à aplicação dos sensores, que não foi avaliado para esta dissertação.

5.4. Copos

Este é o material onde faz mais sentido haver uma análise ABC, devido à diversidade de copos existentes no setor.

Não será possível analisar todos, mas pretende-se a redução de *stock* dos tipos A e B (maior impacto em termos de custos). Mantém-se a preocupação na redução do custo em valor, apesar de que, neste material, haveria ganhos significativos também, na redução da quantidade e, consequentemente, do espaço ocupado pelos mesmos.

Para reduzir o valor do armazém, fez-se uma análise ABC, aos copos existentes no setor, consoante pode ser verificado na tabela do Apêndice VIII.A verde, estão identificadas as

referências da classe A (10 referências). A amarelo, as referências da classe B (36 referências), e a vermelho, as referências da classe C (45 referências). Esta análise foi feita com base na curva de Pareto (Figura 48).

Verifica-se que cerca de 11% dos artigos, representam praticamente 48,3% do valor dos copos no período de análise.

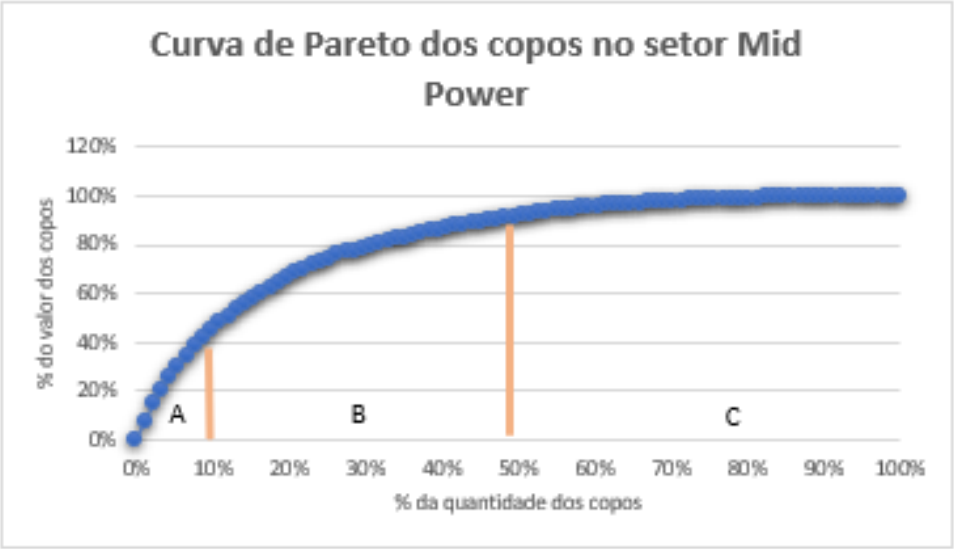


Figura 48 - Gráfico da curva de Pareto da análise ABC, em valor, dos copos no setor Mid Power

Existe uma elevada quantidade de diferentes copos utilizados no setor Mid Power e o espaço de acondicionamento desses copos é limitado, não existindo espaço suficiente para alocar 91 referências diferentes de copos. É importante devolver ao armazém os copos que não tenham previsão de consumo no prazo de 6 semanas (este período foi estipulado pelo prazo teórico de durabilidade do processo do plasma nos copos, caso contrário os copos têm de voltar a passar no processo do plasma).

Atualmente, não existem na empresa ferramentas capazes de identificar quais os copos que devem ser devolvidos, e os locais e em que quantidades, estão alocados. Essa ferramenta permitiria, não só reduzir a quantidade de *stock* de copos, como reduzir a perda de tempo e ansiedade, na procura dos copos necessários por parte dos operários, e também eliminar os pedidos replicados de material (quando não encontram as referências que procuram).

A proposta de melhoria seria criar uma ferramenta capaz de identificar quais os copos a serem devolvidos, os locais e em que quantidades estão alocados, para agilizar a procura dos mesmos quando estes são necessários. Essa ferramenta deveria ser dinâmica e organizada.

Internamente existe uma ferramenta no CF, que permite gerir as caixas incompletas dos diferentes artigos, para que posteriormente quando forem enviadas novas encomendas do mesmo tipo, possam ser utilizadas para completar outras possíveis caixas incompletas. A ferramenta foi designada internamente como "armazém 80".

Este armazém 80, faz a gestão final das caixas incompletas, pois o cliente apenas aceita caixas completas.

Neste programa, é possível inserir o *part-number* do artigo (PN). Ao clicar em procurar, o mesmo atualiza automaticamente a informação que pode ser verificada na Figura 49, tais como o respetivo código SAP do artigo, a descrição do mesmo, o *datecode*[13] do condensador, assim como a localização do mesmo, para uma rápida procura. É possível verificar também uma análise aos últimos movimentos deste PN, assim como a existência atual no armazém 80.

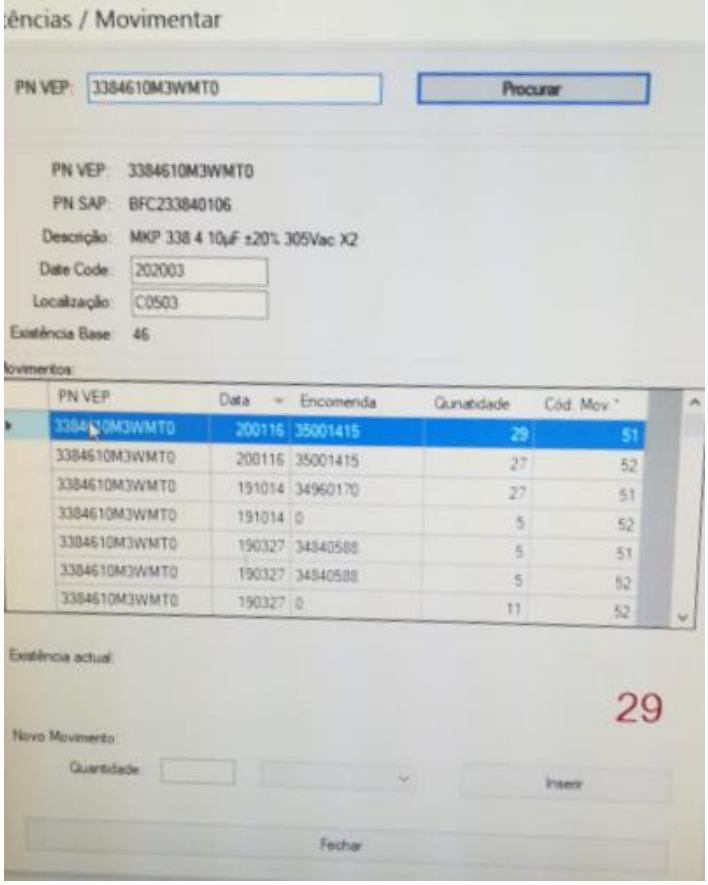


Figura 49 - Ilustração do programa de gestão do armazém 80, no CF

[13] *Datecode* – Ano e semana de calendário em que o condensador foi ensaiado e marcado.

Para se inserir ou retirar a quantidade existente no armazém 80, coloca-se a respetiva quantidade do campo de novo movimento, e coloca-se a operação, de entrada ou de saída, consoante o que é pretendido. Para se terminar a operação, carrega-se no botão inserir.

A sugestão de melhoria é criar um armazém, que se poderá designar por "armazém 90", que teria o mesmo princípio utilizado no armazém 80, mas para identificar a localização dos copos existentes no setor. Pretende-se também, que seja possível identificar o prazo de validade das caixas de copos colocadas no armazém 90, ou seja, existir um alerta do tempo de *stock* parado. Perfeito esse tempo, os copos devem ser devolvidos ao armazém de matérias primas e retirados do *stock* do armazém 90.

Este programa também deveria permitir, que qualquer operador colocasse o código da encomenda que pretenderia montar, e deveria informar a localização dos copos mais antigos para essa encomenda, informando também caso não haja copos suficientes para a totalidade da encomenda. Posteriormente e numa plataforma de pedidos de materiais, o operador deveria poder proceder ao respetivo pedido dos copos em falta para essa encomenda.

A redução de *stock* de copos do setor permite rentabilizar o espaço livre que até então estava ocupado por copos.

A uniformização das caixas de copos no setor, também irá ajudar no armazenamento dos mesmos. Já foi pedido a fornecedores para enviarem os copos nas caixas uniformizadas e reutilizáveis que a Vishay adquiriu para o efeito. Esta sugestão, tem também como fim, a redução do refugo de papel e plástico. Apenas não é rentável a substituição para os fornecedores fora da Europa, que teriam um custo acrescido o retorno da caixa vazia ao fornecedor.

Para além das sugestões de melhoria abordadas, para este material surge também uma sugestão revolucionária e moderna.

A ideia consiste num conjunto de transportadores e tapetes rolantes, direcionados a cada posto, onde as embalagens de copos seriam fornecidas através de um tapete rolante, após o pedido dos mesmos. Estes pedidos seriam feitos no menor tempo, para evitar aglomeração de material na produção. Deveria ser acoplado um tapete transportador para a devolução de caixas vazias ao armazém. Não foi possível, até ao final desta dissertação, elaborar o melhor trajeto nem a representação do mesmo no sistema produtivo da Vishay, contudo na Figura 50, apresentam-se ilustrações de como poderia ser utilizado este sistema.

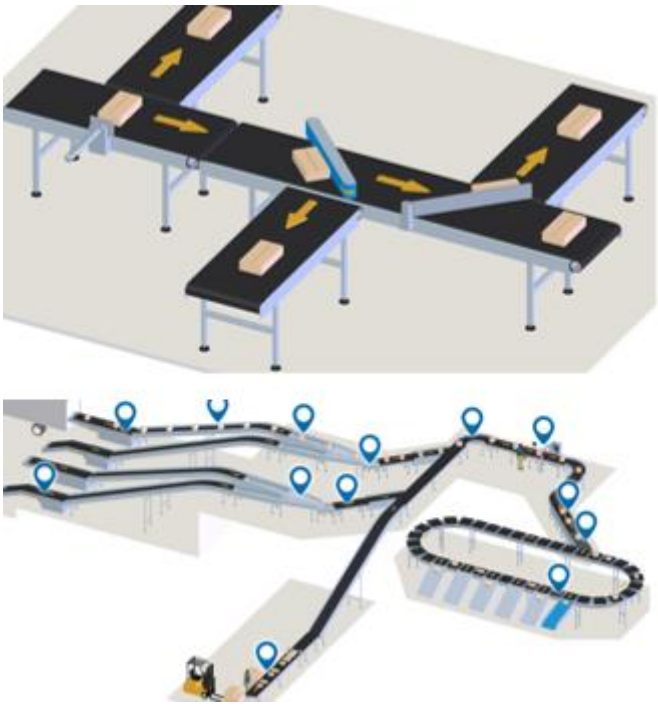


Figura 50 - Ilustração de tapetes transportadores que poderiam ser adaptados ao sistema produtivo da Vishay (Omron - Automação Industrial, 2020)

Outra proposta, é que poderia ser acoplado a este sistema, o processo de plasma, que tem obrigatoriamente de ser feito antes da utilização dos copos.

Um exemplo de estrutura pode ser visualizado na Figura 51. A imagem é apenas figurativa, não tendo sido avaliado a possibilidade de adaptação de um processo complexo, como é o do plasma, a um sistema de transporte.

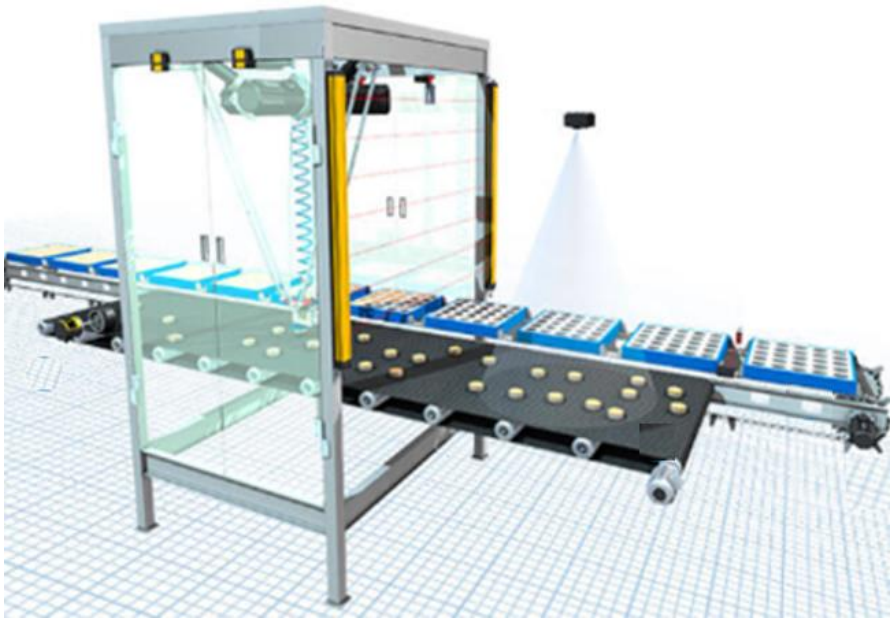


Figura 51 - Ilustração de uma cabine de plasma no transportador (Omron - Automação Industrial, 2020)

A sugestão de utilização destes tapetes transportadores, acoplados a um sistema de plasma tem algumas vantagens e desvantagens.

<u>Vantagens da utilização de tapetes transportadores:</u>

- Redução do transporte dos materiais;
- Pedidos de materiais gerido de forma automática – o operário regista a encomenda que pretende montar, a máquina de montagem, e o material é automaticamente entregue;
- Aplicação do sistema JIT que permitiria ter os materiais apenas no momento necessário, no chão de fábrica;
- Eliminação de zonas de armazenamento na produção – apenas estaria em produção os materiais que estão realmente a ser utilizados, junto a cada máquina;
- Devolução imediata dos materiais que deixam de ser necessários – existência de um transportador de retorno para o armazém, que levaria as embalagens vazias de copos, bem como os copos que sobrariam;
- Maior organização;
- Ênfase no fluxo de materiais;
- Aumento de produtividade com redução do tempo inativo – aproveitar o tempo de transporte dos copos para elaborar o processo de plasma – cabine acoplada ao sistema de transporte;

- Realocação do operador que faz atualmente o processo do plasma – este operador poderia fornecer os copos no armazém, e/ou organizar as devoluções dos materiais e embalagens vazias;
- Eliminação de horas de trabalho gastas para fazer o transporte dos materiais, e da devolução das embalagens vazias;
- Redução do tempo de procura de caixas de copos pela produção, redução do estado de ansiedade dos operadores da produção;
- Redução da ocorrência de erros – atualmente a procura é manual, pelo que está sujeita à ocorrência de vários erros (por ex.: não verificar a data de validade do processo de plasma, os copos podem não ser os correspondentes à nota de encomenda, pedidos replicados).

Desvantagens da utilização de transportadores:

- Implementação dispendiosa;
- Pouco flexível – se forem alterados os *layouts* ou até acoplado novas máquinas, há necessidade de restruturar toda a estrutura de tapetes assim como a respetiva automação;
- Exige manutenção;

Este processo inovador, apesar de trazer imensas e competitivas vantagens, não foi analisado em relação a custos.

5.5. Embalagens

Como se verificou no subcapítulo 4.1.5., existem 17 tipos de embalagens diferentes para o setor Mid Power. Do mesmo modo que em alguns subcapítulos anteriores, elaborou-se uma análise ABC em valor dessas diferentes embalagens, para perceber qual o principal foco que se deve manter para a análise nesta dissertação (Apêndice IX).

Através da curva de Pareto (Figura 52), pode-se ver que são 10 as referências que fazem parte da categoria A e B da análise ABC, sendo cinco delas referentes a caixas de embalagem.

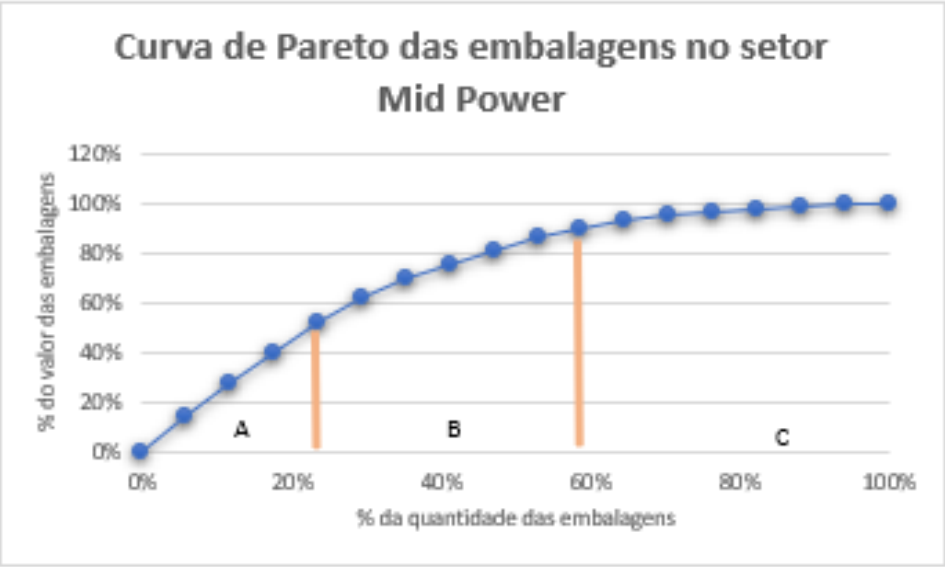


Figura 52 - Gráfico da curva de Pareto da análise ABC, em valor, das embalagens no setor Mid Power

As caixas são fornecidas em paletes com cerca de 500 embalagens cada, de forma a abastecer as diferentes máquinas de ensaio.

Cada operador deve ser responsável de ir buscar o material necessário para a laboração diária. Por vezes é necessário repor várias vezes esse material junto ao posto de trabalho. Algumas sugestões de melhoria são:

- Eliminação do *stock* intermédio – ou seja, o operador responsável pela reposição dos materiais, deve alocar junto a cada posto de trabalho, a quantidade necessária de material para a laboração desse dia. Esta operação pode ser dificultada pelo volume do material necessário. A sugestão seria haver um cartão *kanban*, que informaria o operador responsável pelos pedidos de materiais, para repor os materiais nessa máquina, quando os mesmos estivessem a terminar;

<u>Vantagens da proposta:</u>

- Eliminação do *stock* intermédio no chão de fábrica;
- Aumento do espaço disponível para colocar outras máquinas e/ou operações;
- Aumento produtividade - o operador que precise dos materiais, não precisa parar a máquina para fazer a reposição dos materiais no seu posto de trabalho;
- Maior controlo relativamente aos inventários de material.

Desvantagens da proposta:

- Aumento do retrabalho – o operador responsável pelos pedidos de materiais tem de disponibilizar mais tempo para a sua reposição. Também haverá maior número de pedidos de materiais, pelo que deverá haver maior disponibilidade de tempo por parte do operador de armazém para fazer a entrega dos pedidos;
- Mais área ocupada junto à máquina de ensaio - na máquina deve existir um *stock* mínimo de cada caixa que seja possível utilizar nessa máquina.

Não foi analisado em relação a ganhos, a vantagem que traria a aplicação desta metodologia nas embalagens.

5.6. Bobinas metalizadas

Não foi analisado o *stock* de bobinas metalizadas, nem os ganhos associados à redução das bobinas metalizadas. Este subcapítulo tem como objetivo identificar alguns pontos, com possíveis melhorias no sentido de reduzir a quantidade de bobinas metalizadas do setor:

- Maior controlo por parte do planeamento. Instalação de um *sotfware* capaz de calcular as necessidades dos setores a jusante e a quantidade que seria necessário entregar de forma a não ter bobinas em excesso, nem em falta para cumprir os prazos de entrega das encomendas;
- Redução das quantidades de bobinas por lote – isto teria de ser gerido de forma a não aumentar os *setups* das máquinas – o ganho seria a redução do tempo de montagem de cada encomenda, e consequentemente a redução do *lead time* de cada encomenda;
- Planeamento macro e micro, para garantir que as melhores mudas entre as máquinas são feitas, desde a bobinagem até à entrega da encomenda – cada setor deveria ter um plano do que deveria entrar em cada máquina e qual a hora de o fazer, de forma a reduzir o mínimo possível os tempos de espera. A produção deveria de ser puxada (sistema *pull*).

5.7. Pedidos, entregas de materiais e devoluções

Este subcapítulo tem por objetivo demonstrar algumas aplicações de melhoria, nos pedidos, entregas e devoluções de materiais.

Como se verificou no capítulo 4.2., ainda se verifica, na Vishay, processos muito burocráticos e pouco controlados relativamente aos *stock*s de materiais.

O que se propõe, é que se criem *templates* eletrónicos capazes de fazerem o pedido de todo o tipo de materiais. Esses *templates*, para além de despoletarem um pedido de material ao armazém, teriam de ter ligações ao sistema de gestão de *stock* da Vishay, que neste momento é o SAP.

Ao executar o pedido de material, teria de se selecionar a encomenda para a qual o pedido havia sido feito – desta forma, existiria um maior controlo referente a gastos extra nessa encomenda. É comum haver um gasto superior de material por encomenda devido a vários tipos de situações, entre as quais:

- Material danificado em afinações de máquina;
- Excesso/falta de bobinas – as encomendas não são pesadas a montante, havendo muitas vezes variações relativamente às quantidades das entregas;
- Os materiais entregues pelo fornecedor não são confirmados quando chegam – podem existir variações, mesmo que mínimas, nas quantidades entregues. Seria importante incluir inspeção neste setor de receção de matéria-prima;

São feitos acertos de *stocks* regularmente, mas não é possível fazê-lo a todos os materiais. Muitas vezes os acertos apenas são feitos quando se verifica a falta do material. Quando isso acontece pode-se ter perdas significativas, pois o fornecedor pode demorar de 1 dia a 1 mês ou até mais, a fazer nova entrega do material. Esta situação pode gerar perdas significativas, tais como: atraso ao cliente, possíveis envios expressos que têm custos elevados, perda nas eficiências das mudas das máquinas tanto na montagem, como no ensaio, assim como as perdas burocráticas de existirem duas partes entregues.

Os *templates* para fazer pedidos de materiais, deveriam indicar os materiais existentes no armazém da produção e no armazém geral. Esta aplicação deveria ser prática e intuitiva, de forma a que os vários colaboradores fossem capazes de a utilizar. Neste momento existem 2 monitores no setor, que permitiria que o pedido de material fosse feito sem grandes deslocações.

Outra sugestão é a existência de painéis de controlo com demonstração de KPI's capazes de controlarem os gastos extra semanais, para sensibilizar à melhor utilização dos materiais.

Na Figura 53, seguem algumas ilustrações de possíveis *templates* que poderiam ser aplicados. Algumas destas ilustrações nada têm a ver com pedidos de materiais, mas serve para se verificar o efeito de um sistema tão visual e intuitivo para a gestão de *stock*s. Este pedido deveria gerar um pedido igualmente visual e intuitivo ao armazém, para o fornecimento dos materiais.

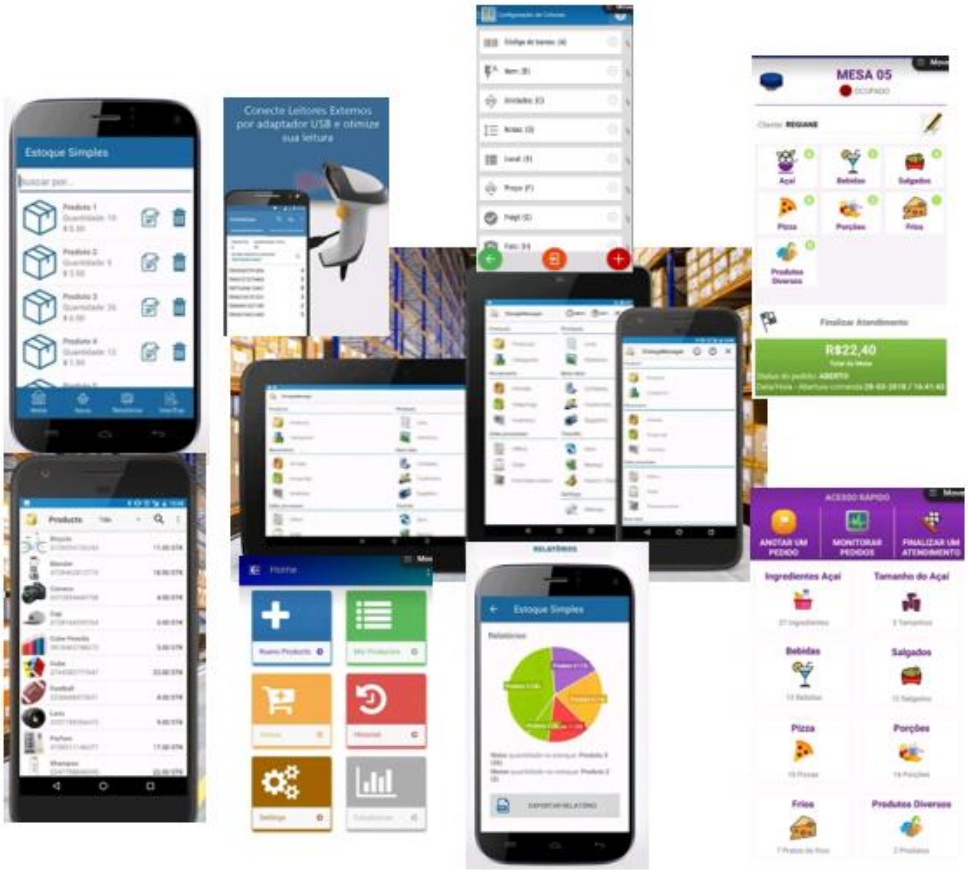


Figura 53 - Ilustrações de possíveis templates para o pedido de materiais ao armazém

De uma maneira geral, pode-se fazer uma breve análise às vantagens e desvantagens da aplicação destas ferramentas digitais, que permitem a adequação de um determinado *template* de interface.

<u>Vantagens dos *templates*:</u>

- Maior controlo sobre os pedidos feitos;
- Análise rápida aos excessos e falhas no *stock;*

- Rapidez e facilidade na elaboração dos pedidos – elimina a necessidade de andar à procura do responsável dos pedidos para elaborar os mesmos;
- Para efetuar o pedido de material, pica-se a nota de encomenda, que pede exatamente a quantidade necessária para o pedido – elimina o risco de se gastar o material que está associado a outras encomendas;
- Elimina a repetição de pedidos para a mesma nota de encomenda – se necessário material extra para uma encomenda, ficará registado em custos extra da mesma;
- Rastreabilidade dos materiais por encomenda;
- Localização do material para que o operador que necessita do material possa saber o sítio certo onde deve procurar o mesmo – pode ser utilizado em conjunto com o armazém 90;
- Facilidade na elaboração de inventários – os materiais devem ter um código de barras, onde permita a identificação dos mesmos;

Desvantagens dos *templates*:

- Investimento para a aquisição de material informático;
- Investimento no tempo de pesquisa e elaboração de um *template* que consiga satisfazer tanto o setor produtivo como o armazém;
- Resistência à mudança por parte de operadores que estão habituados a trabalhar desta forma há anos;
- Operadores não estão familiarizados com sistemas informáticos.

São os funcionários que constituem o maior bem de uma organização, pois sem eles não existiria continuidade do funcionamento no ciclo de produção, sendo os mesmos que geram a riqueza.

A automatização de sistemas, bem como uma boa gestão nos processos, considera a otimização dos trabalhos dos operadores. Essa abordagem tecnológica, agiliza as operações diárias através de códigos de barras, equipamentos, monitores, tudo com a finalidade de acelerar de forma eficiente as tarefas obtendo resultados mais positivos.

A aplicação de um sistema automatizado de gestão permite uma visão holística de toda a organização, simplificando a elaboração de um diagnóstico e a gestão das métricas e dos indicadores, fornecendo relatórios minuciosos, que integram os setores e centralizam as informações, contribuindo para uma tomada de decisões mais assertiva.

Para além de todas estas vantagens, a utilização de um *standard work*, origina uma maior eficiência no sentido de qualquer operador estar familiarizado com o sistema em toda a organização, não havendo diferentes formas de pedidos de materiais em diferentes setores. A uniformização de processos permite que exista maior controlo e métricas para melhorar. Depois de encontrar a melhor forma de fazer, é importante que todos façam do mesmo modo, para garantir eficiências no processo.

Após a uniformização e informatização dos pedidos, poder-se-ia aplicar ferramentas para o melhor desempenho face ao levantamento dos materiais, bem como à devolução de materiais/embalagens vazias, que já não sejam necessários à produção. Para isso, poderia ser aplicado um *mizusumashi* que passaria em horas especificadas para o efeito. As definições das horas deveriam ser analisadas de forma a nenhuma máquina parar por falta de material, mas também não existir excesso de *stock* junto das mesmas devido ao excesso de reposição. É difícil aplicar este modelo de transporte de materiais, sem haver um controlo rigoroso sobre os *stock*s existentes, sob pena de haver uma maior margem de erro, e originar paragens mais longas das máquinas de produção. A aplicação desse *mizusumashi* também iria fortalecer a relação com o armazém, que iria disponibilizar horas específicas para o efeito, e evitar sobreposição de pedidos de materiais, com outras tarefas alocadas aos mesmos.

5.8. Análise dos resultados obtidos

A discussão dos resultados obtidos tem como objetivo validar as propostas de melhoria sugeridas e avaliar a sua viabilidade.

No decorrer deste trabalho, apenas foi possível aplicar as melhorias nos arames, apesar das várias sugestões propostas nos demais materiais. Relativamente aos químicos também foi feita uma análise teórica do valor ganho, após a implementação das soluções propostas, mesmo que estas não tenham sido implementadas.

Na Tabela 4, pode-se verificar os ganhos obtidos nesses 2 materiais. O valor ganho nos químicos ainda é teórico visto que não foi aplicado ainda em produção. O ganho nos arames já foi aplicado em produção.

Tabela 4 - Ganhos obtidos e teóricos em 2 tipos de materiais

	ANTES	DEPOIS - GANHOS
Químicos	A soma do valor dos químicos A e B (após análise ABC), é de 15 808,96€. Este valor é uma média mensal entre janeiro de 2018 e outubro de 2019. A soma da quantidade de químicos na produção, no período homólogo é de 2386 Kg.	Após aplicação das propostas de melhoria, pretende-se obter o valor de 6 405,42€, ou seja, cerca de 40% do valor inicial (ganho de 9 403.54€ em valor – cerca de 60%). A soma da quantidade de químicos que se pretende ter mensalmente na produção é 1250 Kg (apenas relativamente aos químicos analisados no ponto 5.1.1.). Para além do ganho em valor, há o ganho relativamente à segurança. Consegue-se reduzir em cerca de 50% os químicos inflamáveis da produção, reduzindo o risco de acidentes de trabalho que possam advir dos mesmos.
Arame	A soma do valor dos 3 diferentes tipos de arame é de 6251,24€. Relativamente à quantidade é de 674,34Kg. Estes valores são uma média mensal durante o período de janeiro de 2018 e outubro de 2019.	A soma do valor dos arames é no máximo de 4549.80€, considerando que os rolos estejam completos. Reduziu-se assim 1701,44€ face à situação inicial. Para além dos ganhos em valor, houve ganhos em espaço ocupado e ergonomia no deslocamento dos rolos.

Estão também representados nas Figuras 54 e 55 a redução do valor económico do stock nos arames e nos químicos, para uma maior perceção dos benefícios quantificáveis aquando da conclusão da implementação das melhorias propostas para estes dois tipos de materiais.

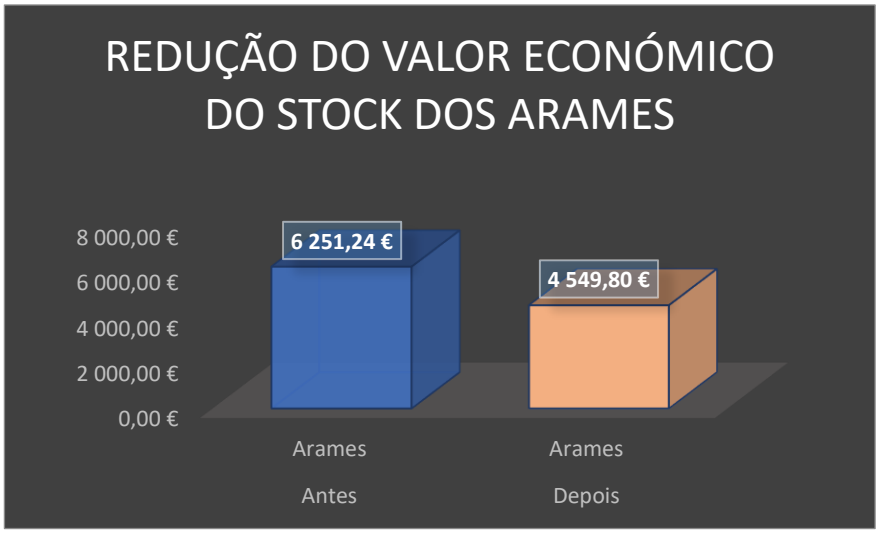


Figura 54 - Representação gráfica da redução do valor económico do stock dos arames após implementação das melhorias, nos arames

Figura 55 - Representação gráfica da redução do valor económico do stock dos químicos após implementação das melhorias propostas, nos químicos

Várias outras propostas de melhoria foram apresentadas no capítulo anterior. Algumas dessas propostas são inovadoras e arrojadas, mas também poderão ser dispendiosas na sua implementação. A informatização da gestão de *stock* de forma mais generalizada, também será um passo importante para uma análise mais crítica. Ajudará também a concentrar os esforços no que for considerado mais crítico.

6. Conclusões

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais relativas ao desenvolvimento e resultados do projeto e a proposta de trabalhos a desenvolver no futuro.

O *Lean Manufacturing* oferece uma variedade de ferramentas que permite às empresas melhorar os seus processos. Um dos resultados deste projeto foi a redução da ocupação de *stock* no chão de fábrica, através da redução de algumas matérias primas. Este efeito foi possível concretizar devido à análise de *stock* necessário para o bom funcionamento do setor.

Conclui-se que o trabalho possibilitou o desenvolvimento de várias propostas de melhoria relativamente à gestão de *stock*s nas matérias primas, garantindo uma eficácia ao nível económico e operacional à empresa em estudo, além de proporcionar outros benefícios relevantes à mesma, sob a ótica do benefício e custo. A gestão da informação atualizada sobre quando e quanto material pedir, bem como o conhecimento dos custos da manutenção do *stock* do chão de fábrica, o conhecimento de quais e que quantidades de *stock*s parados existem, ajudaram a obter os resultados do estudo.

Uma possível sistematização e padronização da gestão de *stock*s é muito importante para a redução de *stock* e consequentemente dos custos da gestão do *stock*. Concretamente sobre os materiais químicos e arames, os ganhos da implementação de medidas de melhoria que permitissem a redução WIP, obteve-se como resultado uma redução nos custos de aproximadamente 60% e 37%, respetivamente.

No caso do fornecimento dos arames, também houve ganhos ergonómicos, pois no processo atual os rolos eram transportados de uma forma pouca ergonómica por um longo trajeto e com o esforço de ter de empurrar manualmente cada rolo. Com a melhoria, aplicação de carrinhos de transporte alocados às máquinas onde são utilizados, o transporte é feito na postura correta, e sem esforço.

A melhoria sistemática, e consequentemente a aquisição de dados vitais para a empresa, aumenta consideravelmente a competitividade empresarial.

Ressalva-se que o conjunto de análises e informações para cada tipo de material, possibilita que o método de gestão de *stock*s se torne dinâmico e funcional.

Com o desenvolvimento deste projeto, verificou-se a existência de variadas propostas para a aplicação de ações de melhoria. Este processo pode ocorrer de diversas formas, conforme as necessidades e características da empresa, bem como o valor disponibilizado para a implementação dessas ações de melhoria.

A redução da quantidade por embalagem, uma das melhorias propostas, não depende apenas da Vishay, mas também dos seus fornecedores. A alteração do acondicionamento dos materiais também foi uma das propostas de melhoria, como foi evidenciado nos químicos, onde se propôs a utilização de bases de retenção móveis que serviriam de kanban. Esta proposta de melhoria, para além de trazer ganhos relativamente à valorização do *stock* no chão de fábrica, também seria uma melhoria relativamente à segurança, pois dessa forma evitar-se-iam os derrames de componentes inflamáveis.

Algumas das propostas de melhoria passam por uma maior informatização de dados e de ferramentas de localização de materiais. Outras propostas passam pela automatização de sistemas, capazes de reduzirem as movimentações desnecessárias. Essa automatização, aliada à informatização de dados, garantem reduções de desperdícios iminentes do processo atual.

Numa fase inicial da informatização, a organização dos materiais também seria colmatada com a aplicação de um *software*, cujo nome sugerido na dissertação é de armazém 90, que seria capaz de localizar os materiais necessários a cada encomenda no chão de fábrica.

Como até ao momento não existe um sistema de gestão de *stocks* na produção, capaz de fornecer todas estas valências, as conclusões e resultados são teóricos em alguns dos casos, e são apenas válidos para o caso analisado, não devendo ser generalizados sem a existência de um estudo mais sólido e detalhado.

Durante a dissertação foram utilizadas ferramentas de medição e diagnóstico. Além de possibilitar o controlo e acompanhamento dos resultados, contribuiu na identificação dos pontos fracos, possibilitando desse modo atuar sobre os mesmos com maior rapidez e eficácia, garantindo uma melhoria contínua em todos os aspetos da organização.

Referências Bibliográficas

Bragança, S., Alves, A., Costa, E., & Sousa, R. (2013). *The use of lean tools to improve the performance of an elevators company. .* doi:10.13140/2.1.4196.7046

Brunt, D., & Butterworth, C. (1998). Waste elimination in lean production. Em *A Supply Chain Perspective.* Dusseldorf: Proc ISATA 98.

Citeve. (Maio de 2012). Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV. p. 13. Obtido em Outubro de 2020

Côrrea, H. L., Gianese, I. G., & Caon, M. (2001). *Planeamento, programação e controlo da produção* (4ª ed.). São Paulo: Atlas.

Courtois, A., Bonnefois, C. M., Pillet, M., Costa, H., & Verbum, A. (1997). *Gestão da produção.*

Courtois, A; Pillet, M; Martin-Bonnefous, C. (2011). *Gestão da produção* (7ª ed.). Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda. Obtido em 18 de Fevereiro de 2020

Faedo, V., & Silva, E. C. (4 a 6 de Dezeembro de 2019). IX Congresso Brasileito de Engenharia de Produção. *Utilização do diagrama de Ishikawa para deteção de divergências de estoque: estudo de caso em empresa do ramo de peças e serviços do interior do estado de São Paulo*.

Gross, J., & McInnis, K. R. (2003). Kanban made simple. Em *demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process.* Anacom.

Kerrigan, R., & Kropiewnicki, B. (2008). *Film Capacitor Thermal Strategies Increase Power Density.* Snow Hill.

Krajewski, L. H., & Ritzman, L. P. (2005). Operations management. Em *Process and value chains* (p. 128). Pearson Prentice Hall.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the world's greatest manufacturer* (1ª ed.). McGraw-Hill. Obtido em Abril de 2020

Lima, A. (2015). Study of the tightness of the metallization used on top of a thin film capacitor cel. *Dissertação de mestrado*.

Maia, L. C., Eira, R., Alves, A. C., & Leão, C. (2015). A melhoria organizacional como alavanca para melhores condições de trabalho. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*(4), 50-65. doi:http://doi.org/10.17013/risti.e4.50-65

Matos, A. (Julho de 2015). Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil da indústria automóvel. *Dissertação de mestrado*.

Meireles, V. C. (2009). Circuitos Elétricos. Em V. C. Meireles. Lidel.

Miller, J. (16 de Março de 2010). The Milk Run vs the Water Spider. *Quality Digest Magazine*. Obtido em Novembro de 2019

Myerson, P. (2012). *Lean Supply Chain & Logistics Management.* New York: McGraw Hill Professional.

National Research Coucil Canada. (2004). *Principles of Lean Thinking - Tools & Techniques for Advanced Manufacturing* (1ª ed.). Canada.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (1ª ed.). New York: Productivity Press. doi:10.1108/eb054703

Omron - Automação Industrial. (2020). Obtido em 06 de 2020, de https://industrial.omron.pt/pt/solutions/packaging/packaging-machine-automation-solutions/robotic-infeed-module

Pattanaik, L., & Sharma, B. (2008). Implementing Lean Manufacturing with cellular layout: A Case Study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Tecnology*, 42(7-8), 772-779. doi:10.1007/s00170-008-1629-8

Pinto, J. P. (2014). Pensamento Lean. Em J. P. Pinto, *A filosofia das organizações vencedoras 6ª edição* (pp. 8-19). Lisboa: Lidel.

Reason, P. &. (2001). *Handbook of Action Research: Participative Inquiry and Practise. Handbook of Organization Development.* SAGE.

Silva, M. F. (2016). *Diagnóstico de avarias em transformadores de potência.* Dissertação de mestrado. Obtido em Dezembro de 2020

Sohail, N. (Maio de 2018). Journal of Dynamical and Control Systems (J Dyn Contr Syst). *A Study of inventory management system: case study, 10*(10), pp. 1176-1190.

Susman, G. I. (1978). *An Assessement of the Scientific Merits of Action Research.* Obtido de Administrative Science Quaterly: http://doi.org/10.2307/2392581

Suzaki, K. (2010). Metodologias Kaizen Para a Melhoria Contínua. Em *Gestão de Operações Lean.* Leanop Press.

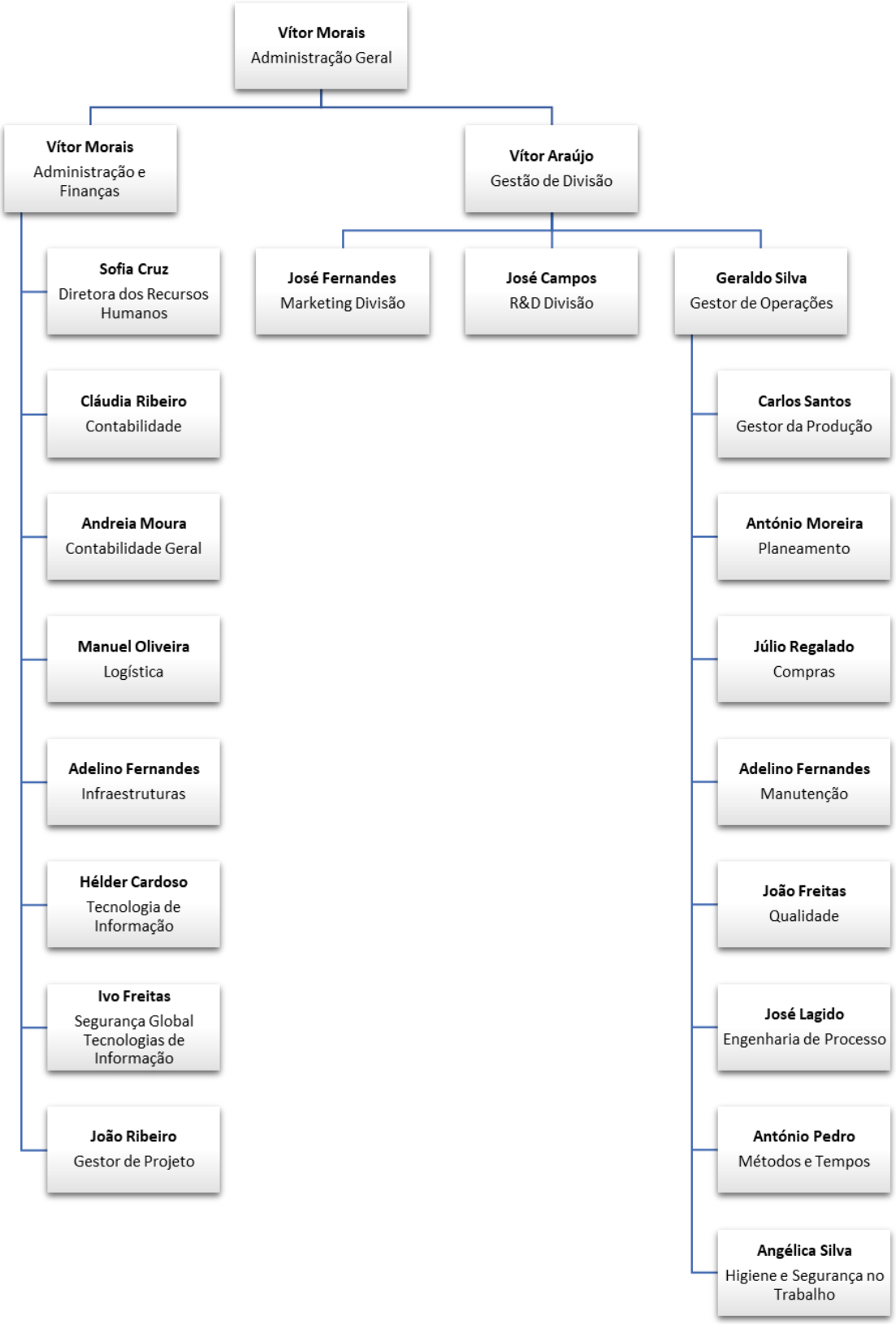
Vishay Intertechnology. (s.d.). Obtido em 21 de Março de 2020, de http://www.vishay.com/

Wang, F., & Wang, Y. (2013). *Development and Utilization of Integral Thin Film Capacitors* (Vol. 18). Procedia Environ. Sci.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2004). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corportaion.* New York, EUA: Simon and Schuster.

Anexos

Anexo I – Organograma da empresa



Apêndices

Apêndice I - Produtos químicos do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor

Material	Descrição Material SAP	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (Kg)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)
50165346	ENDURECEDOR HY 2954 BD 79000007	292,17	3895,37
50165353	ARADILTE DY 026 79020003	385,64	3848,53
80912661	ARADUR HY 918-1 CH 1100KG Q4	407,96	1844,93
80890981	ARALDITE CW 36100 (RESINA)	636,68	1718,09
50165349	RESINA ARALDITE TIPO F 79010001	345,84	1650,00
50330258	RESINA EP-M095 (BCC) 79010004	120,67	1456,34
50165350	RESINA CY 221 79010003	197,06	1395,70
80923757	EPOXY RESIN-9002GA (MV)	186,53	752,29
50320349	APYRAL 1 E	1243,86	745,78
50165360	CHINA-CLAY SPESWHITE 79040005	862,15	616,02
50330260	ENDURECEDOR S37 (BCC) 79000008	133,56	601,03
80921780	WACKER FLUID AK 20	31,14	385,29
80890982	ARADUR HY 36101 (ENDURECEDOR)	35,25	286,60
80923758	HARDENER-9002GB (MV)	68,76	221,69
80925306	Catalyst 9002GB-MC	11,03	207,48
50165363	CORANTE XW 576 79050067	4,55	186,14
50165358	ACELERADOR DY 062 79030002	14,00	184,08
50165344	ENDURECEDOR HY 905 CR 79000001	25,46	134,95
80900395	ARALDITE DW 0137-1 BLACK (79010137)	6,82	84,34
TOTAL		**5009,16**	**20 214,65**

Apêndice II – Terminais no setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor

Material	Descrição Material SAP	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (Kg)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)
80899558	TERMINAL SUPERIOR RFS2011 027 Ø1MM	3 565,364	11 046,62
80899559	TERMINAL INFERIOR RFS2011 027 Ø1MM	3 559,818	10 998,33
80848518	TERM. SNUBBER HORIZ. GRA.1MM 88010005 T8	8 995,455	1 313,55
80891141	TERMI. 386 M SNUBBER Ø 0,5M 880050T4	5 600,227	993,57
80899522	TERMINAL RFS 2011 51 Ø 1MM ESQ/DIRT	6 051,000	802,31
80891140	TERMI. 386 M SNUBBER Ø 0,5M 880050T3	3 323,455	727,78
80849441	Terminal SMD c/ barreira Níquel 88209026	11 099,182	653,11
80908783	TERM. ACOR 12-013 ESQUER/DIREIT Ø 1MM	2 131,727	518,94
80915010	TERM.ACOR 13 019 ESQUERDO/DIREITO Ø 0,8m	2 466,727	482,87
80848517	TER.SNUBBER HORIZ. PEQ.0,8MM 88008004 T7	1 851,955	398,88
80891138	TERMI. 386 M SNUBBER Ø 0,8M 880080T1	1 686,455	387,68
80900287	TERMINAL DES.1. Y.0000.00.44B 88200902708	11 360,000	370,12
50165471	TERMIN, DES,1,Y,0000,00,44 SNAP 88209028	10 464,909	343,63
80860330	TERMI.SNUBBER VERTICAL 0,8MM 88008007 T5	807,682	189,86
80901297	TERMINAL RFS2011 034 DIREITO Ø 1MM	540,909	131,17
80895473	TERM.SNUBBER Ø 0,5M 88005002 RFS 10 047	649,636	131,17
80901298	TERMINAL RFS2011 034 ESQUERDO Ø 1MM	494,091	119,82
80891139	TERMI. 386 M SNUBBER Ø 0,8M 880080T2	460,864	113,06
80813454	TERMI.PLANO 4-PIN-TAB-D.N.1. Y.0000.00.48	1 697,273	78,07
50165468	ANSCHL, N,Z,1,Y,0000,00,38A 88209016	1 799,091	60,46
80923255	TERMINAL SNUBBER Ø 0,8M T2 M8	1,364	0,31
TOTAL		**78 607,18**	**29 861,31**

Apêndice III – Arames do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor

Material	Descrição Material SAP	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (Kg)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)
50056725	CU-WIRE 1,2 MM tinned	94,24	1 086,89
50197859	CU-DRAHT-ETP1 0,78 MM F21 (70005080)	347,44	3 017,31
50197861	CU-DRAHT-ETP1 0,95 MM F21 (70005100)	232,65	2 147,04
TOTAL		**674,34**	**6 251,24**

Apêndice IV – Copos do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor

Material	Descrição Material SAP	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (unidades)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)
80854455	CASE 20/2 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	2 156,50	60,50
80846125	CASE 3021 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	12 895,18	278,89
80892069	CASE 4120 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	149,55	8,05
80896374	CASE 4124 PBT-VALOX/RG301 75364124	22,73	0,91
80849483	CASE 4218 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	8 322,82	381,19
80849484	CASE 4221 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	14 963,77	668,34
80854941	CASE 4224 PBT- VALOX / RG301 75364224	7 261,77	505,39
80854541	CASE 4230 PBT- VALOX / RG301 DC-LINCK	7 037,18	424,08
80848516	CASE 4430 PBT- VALOX / RG301 SNUBBER	609,14	40,12
80884182	CASE 5713 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	62,91	71,06
80854540	CASE 5725 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	173,55	21,63
80854542	CASE 5730 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	4 690,41	458,76
80854157	CASE 5735 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	11 296,59	764,38
80855639	CASE 5745 PBT- VALOX / RG301 DC-LINCK	689,14	64,01
80856701	CASE 5770 PBT VALOX 4631 / KINGFA RG301	174,14	67,47
80847926	CASE 5921 PBT- VALOX / RG301 75365921	1 619,27	96,23
50205508	BECHER SK 1294/2 A6 H= 40MM/75390600	361,82	48,12
50175635	BECHER SK-1294/3 H= 35MM / 75390700	4 407,68	381,40
80919523	CASE 322238 PPS TORAY (BX322238H)	1 168,23	187,27
80919524	CASE 4430 PPS TORAY	73,14	12,66
80920995	CASE 27X10.5X32M PBT 30% VALOX 4631 GREY	5 957,68	127,30
80895043	CASE 12,6X20,5X56,5MM PBT-VALOX/RG301	198,64	7,79
80917399	CASE 4 PIN.D.N.1.Y.0000.0049 GF HF BLACK	65,91	3,77
80930174	CASE 322412 PBT VALOX 4631/ KINGFA RG301	65,45	7,67
80911961	CASE 331828 PBT30% GF VALOX/KINGFA RG301	9 704,09	1 411,69

80908593	CASE 583045 PBT VALOX4631 KINGFA RG301	1 965,91	290,10
80901069	CASE 302131 PBT 15% GF HF BLACK 3021	2 611,36	99,04
80899653	CASE 322412 PBT 15% GF HF BLACK	2 743,59	357,35
80899654	CASE 322715 PBT 15% GF HF BLACK	313,64	37,54
80907438	CASE 332230 PBT 15% GF HF BLACK 3322	1 740,45	152,14
80901029	CASE 422138 PBT 15% GF HF BLACK 4221	244,09	13,18
80895472	CASE 422414 PBT 15% GF HF BLACK	27,27	5,19
80900293	CASE 422418 PBT 15% GF HF BLACK 4124	294,55	18,06
80901086	CASE 422444 PBT 15% GF HF BLACK 4224	7,73	0,77
80899629	CASE 422715 PBT 15% GF HF BLACK	671,14	101,25
80899652	CASE 422718 PBT 15% GF HF BLACK	1 596,36	236,99
80898371	CASE 423024 PBT 15% GF HF BLACK	317,50	53,16
80901087	CASE 423045 PBT 15% GF HF BLACK 4230	143,18	12,49
80899631	CASE 423315 PBT 15% GF HF BLACK	9 052,59	1 274,92
80898856	CASE 423918 PBT 15% GF HF BLACK	206,36	37,15
80898382	CASE 423924 PBT 15% GF HF BLACK	65,45	11,58
80902576	CASE 431424 PBT 15% GF HF BLACK 16/2	470,50	15,06
80901085	CASE 431528 PBT 15% GF HF BLACK 19/2	513,27	13,71
80902082	CASE 431832 PBT 15% GF HF 20/2	2 727,27	147,85
80899834	CASE 433057 PBT 15% GF HF BLACK	549,77	135,91
80902297	CASE 442238 PBT 15% GF HF BLACK 4422	5 002,27	421,71
80902295	CASE 443046 PBT 15% GF HF BLACK 4430	384,41	29,85
80906259	CASE 571357 PBT 15% GF HF BLACK	2 165,68	972,33
80901093	CASE 571365 PBT 15% GF HF BLACK 5713	19,32	25,65
80901088	CASE 572545 PBT 15% GD HF BLACK 5725	187,27	28,45
80907034	CASE 573045 PBT 15% GF HF BLACK 5730	58,09	10,83
80899694	CASE 573315 PBT 15% GF HF BLACK	1 034,05	167,47
80899671	CASE 573518 PBT 15% GF HF BLACK	82,73	5,67
80901090	CASE 573550 PBT 15% GF HF BLACK 5735	1 527,27	154,56
80899692	CASE 573924 PBT 15% GF HF BLACK	1 306,59	243,98

80899696	CASE 574515 PBT 15% GF HF BLACK	124,55	22,09
80901091	CASE 574545 PBT 15% GF HF BLACK 5745	1 159,73	162,74
80899670	CASE 575018 PBT 15% GF HF BLACK	500,45	89,95
80899693	CASE 576215 PBT 15% GF HF BLACK	268,55	49,22
80899695	CASE 577024 PBT 15% GF HF BLACK	132,14	29,71
80901092	CASE 577060 PBT 15% GF HF BLACK 5770	221,00	82,74
80910647	CASE 582545 PBT 15% GF HF BLACK	166,27	45,88
80901089	CASE 583045 PBT 15% GF HF BLACK	218,64	26,02
80910648	CASE 583550 PBT 15% GF HF BLACK	458,95	135,36
80918756	CASE 322131 PPS TORAY (BX322131H)	297,73	32,79
80922596	CASE 422138 PPS TORAY (4221)	1 633,64	430,92
80922623	CASE 422444 PPS TORAY (4224)	79,45	15,39
80921774	CASE 423044 PPS	70,00	9,70
80922597	CASE 423045 PPS TORAY (BX423045H)	1 080,14	338,11
80917959	CASE 5830 PPS TORAY (BX583045H)	443,45	143,38
80922598	CASE 583550 PPS TORAY (BX583550H)	561,36	165,09
80914011	CASE 302131 PBT 15% GF HF CCP 5615F 3021	15 658,64	637,31
80916185	CASE 322412 PBT 15% GF HF CCP 5615F	370,91	57,97
80916522	CASE 421835 PBT 15% GF HF CCP 5615F 4218	1 405,55	77,41
80914971	CASE 422138 PBT 15% GF HF CCP 5615F 4221	2 029,95	107,39
80914767	CASE 422444 PBT 15% GF HF CCP 5615F 4224	8 845,82	886,91
80916186	CASE 422715 PBT 15% GF HF CCP 5615F	700,00	92,26
80915257	CASE 423045 PBT15% GF HG CCP 5615F 4230	1 195,91	102,50
80914062	CASE 431832 PBT 15% GF HF CCP 5615F 20/2	13 226,68	756,48
80922858	CASE 433057 PBT 15% GF HF CCP 5615F 4330	13,64	3,75
80916490	CASE 443046 PBT 15% GF HF CCP 5615F 4430	1 437,05	110,35
80922859	CASE 572545 PBT 15% GF HF CCP 5615F 5725	1 910,91	328,24
80922860	CASE 573045 PBT 15% GF HF CCP 5615F 5730	1 976,82	271,49
80914765	CASE 573550 PBT 15% GF HF CCP 5615F 5735	6 237,77	627,17
80916184	CASE 573924 PBT 15% GF HF CCP 5615F	550,00	102,36

80922861	CASE 574545 PBT 15% GF HF CCP 5615F 5745	614,36	83,87
80926398	CASE 322238 PBT KINGFA RG301 (BX322238H)	902,73	154,90
80931147	CASE BX424560G PBT 15% GF HF CCP 5615F	179,09	0,05
80927893	CASE BX433057G PBT 15% GF HF BLACK	131,82	31,40
80917960	CASE 5835 PPS TORAY	320,00	85,41
80926325	CASE 573929 PPS R111/TORAY (BX573929S)	801,77	132,46
TOTAL		**198 082,41**	**17 601,35**

Apêndice V – Embalagens do setor Mid Power, com a respetiva média mensal em quantidade e valor

Material	Descrição Material SAP	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (unidades)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)
80847612	TESAPACK 4089 66m*50mm transparente BCC	36,45	34,83
80932765	PLACAS CARTÃO 280 x 40 x 6 mm	1 402,45	23,84
50165501	CX CART 510X365X057 AMMOPACK 90800093	136,86	43,59
50211829	SACOS DE ALUMÍNIO 315MM X 440MM	256,82	351,80
50137498	BLISTER 340X237X18,5 90940014	177,91	115,54
80897376	FITA KREPP ECOPACK SICAD BRANCA 25*50	69,91	55,23
80921697	CX.T. PP CANELADO PRETO Nº1.5 283X174X47	317,68	401,27
80899212	CAX. TELESC. Nº 7 296X315X43 9529631543	926,55	173,51
80852376	CAX. TELESC. Nº 5 291X316X60	1 212,00	316,02
80848046	PLACAS POLIETILENO 270mmX160mmX10mm	2 434,86	157,59
80836335	PLACAS DE POLIETILENO 270x290X10MM	3 941,14	440,43
50165591	PLACAS DE TIRAS CARTÃO 270X347/21 TIRAS	7 711,73	389,75
80848659	CX.TELESCOPICA Nº1.5 288X177X49	1 625,41	237,77
50165594	CX.TELESCOPICA Nº2 280X168X60 9528016860	608,91	102,28
50183677	CX.TELESCOPICA Nº4 280X180X80 9528018080	16,91	3,21
80838096	CX.TELESCOPICA MIFLEX Nº6 288X315X86mm	528,50	175,76
80928167	Pla.Polietileno Anti-Estática 270x160x11	392,45	42,18
TOTAL		**21 796,55**	**3 064,61**

Apêndice VI – Análise ABC dos químicos no setor Mid Power

Material	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (Kg)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Valor acumulado mensalmente de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Análise ABC % (Valor)	Representação (%), de cada componente	Classificação ABC através da análise do gráfico
50165346	292,17	3895,37	3895,37	19,27%	5%	A
50165353	385,64	3848,53	7743,89	38,31%	11%	A
80912661	407,96	1844,93	9588,83	47,44%	16%	A
80890981	636,68	1718,09	11306,92	55,93%	21%	B
50165349	345,84	1650,00	12956,92	64,10%	26%	B
50330258	120,67	1456,34	14413,26	71,30%	32%	B
50165350	197,06	1395,70	15808,96	78,21%	37%	B
80923757	186,53	752,29	16561,25	81,93%	42%	B
50320349	1243,86	745,78	17307,03	85,62%	47%	B
50165360	862,15	616,02	17923,05	88,66%	53%	B
50330260	133,56	601,03	18524,09	91,64%	58%	B
80921780	31,14	385,29	18909,37	93,54%	63%	C
80890982	35,25	286,60	19195,97	94,96%	68%	C
80923758	68,76	221,69	19417,66	96,06%	74%	C
80925306	11,03	207,48	19625,14	97,08%	79%	C
50165363	4,55	186,14	19811,28	98,00%	84%	C
50165358	14,00	184,08	19995,36	98,92%	89%	C
50165344	25,46	134,95	20130,31	99,58%	95%	C
80900395	6,82	84,34	20214,65	100,00%	100%	C

Apêndice VII – Análise ABC dos terminais no setor Mid Power

Material	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (unidade)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Valor acumulado mensalmente de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Análise ABC % (Valor)	Representação (%), de cada componente	Classificação ABC através da análise do gráfico
80899558	3 565,364	11 046,62	11 046,62	36,99%	5%	A
80899559	3 559,818	10 998,33	22 044,96	73,82%	10%	A
80848518	8 995,455	1 313,55	23 358,50	78,22%	14%	B
80891141	5 600,227	993,57	24 352,07	81,55%	19%	B
80899522	6 051,000	802,31	25 154,38	84,24%	24%	B
80891140	3 323,455	727,78	25 882,16	86,67%	29%	B
80849441	11 099,182	653,11	26 535,26	88,86%	33%	B
80908783	2 131,727	518,94	27 054,20	90,60%	38%	B
80915010	2 466,727	482,87	27 537,07	92,22%	43%	B
80848517	1 851,955	398,88	27 935,95	93,55%	48%	C
80891138	1 686,455	387,68	28 323,63	94,85%	52%	C
80900287	11 360,000	370,12	28 693,75	96,09%	57%	C
50165471	10 464,909	343,63	29 037,38	97,24%	62%	C
80860330	807,682	189,86	29 227,24	97,88%	67%	C
80901297	540,909	131,17	29 358,42	98,32%	71%	C
80895473	649,636	131,17	29 489,59	98,76%	76%	C
80901298	494,091	119,82	29 609,41	99,16%	81%	C
80891139	460,864	113,06	29 722,46	99,54%	86%	C
80813454	1 697,273	78,07	29 800,54	99,80%	90%	C
50165468	1 799,091	60,46	29 860,99	100,00%	95%	C
80923255	1,364	0,31	29 861,31	100,00%	100%	C

Apêndice VIII – Análise ABC dos copos no setor Mid Power

Material	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (Kg)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Valor acumulado mensalmente de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Análise ABC % (Valor)	Representação (%), de cada componente	Classificação ABC através da análise do gráfico
80911961	9 704,09	1 411,69	1 411,69	8,02%	1%	A
80899631	9 052,59	1 274,92	2 686,61	15,26%	2%	A
80906259	2 165,68	972,33	3 658,94	20,79%	3%	A
80914767	8 845,82	886,91	4 545,86	25,83%	4%	A
80854157	11 296,59	764,38	5 310,23	30,17%	5%	A
80914062	13 226,68	756,48	6 066,71	34,47%	7%	A
80849484	14 963,77	668,34	6 735,05	38,26%	8%	A
80914011	15 658,64	637,31	7 372,36	41,89%	9%	A
80914765	6 237,77	627,17	7 999,53	45,45%	10%	A
80854941	7 261,77	505,39	8 504,91	48,32%	11%	A
80854542	4 690,41	458,76	8 963,68	50,93%	12%	B
80922596	1 633,64	430,92	9 394,59	53,37%	13%	B
80854541	7 037,18	424,08	9 818,68	55,78%	14%	B
80902297	5 002,27	421,71	10 240,39	58,18%	15%	B
50175635	4 407,68	381,40	10 621,78	60,35%	16%	B
80849483	8 322,82	381,19	11 002,97	62,51%	18%	B
80899653	2 743,59	357,35	11 360,32	64,54%	19%	B
80922597	1 080,14	338,11	11 698,43	66,46%	20%	B
80922859	1 910,91	328,24	12 026,66	68,33%	21%	B
80908593	1 965,91	290,10	12 316,76	69,98%	22%	B
80846125	12 895,18	278,89	12 595,65	71,56%	23%	B
80922860	1 976,82	271,49	12 867,14	73,10%	24%	B
80899692	1 306,59	243,98	13 111,13	74,49%	25%	B
80899652	1 596,36	236,99	13 348,12	75,84%	26%	B
80919523	1 168,23	187,27	13 535,38	76,90%	27%	B
80899694	1 034,05	167,47	13 702,85	77,85%	29%	B
80922598	561,36	165,09	13 867,94	78,79%	30%	B
80901091	1 159,73	162,74	14 030,68	79,71%	31%	B
80926398	902,73	154,90	14 185,58	80,59%	32%	B
80901090	1 527,27	154,56	14 340,14	81,47%	33%	B
80907438	1 740,45	152,14	14 492,28	82,34%	34%	B
80902082	2 727,27	147,85	14 640,13	83,18%	35%	B
80917959	443,45	143,38	14 783,51	83,99%	36%	B
80899834	549,77	135,91	14 919,41	84,76%	37%	B
80910648	458,95	135,36	15 054,78	85,53%	38%	B

80926325	801,77	132,46	15 187,24	86,28%	40%	B
80920995	5 957,68	127,30	15 314,54	87,01%	41%	B
80916490	1 437,05	110,35	15 424,88	87,63%	42%	B
80914971	2 029,95	107,39	15 532,27	88,24%	43%	B
80915257	1 195,91	102,50	15 634,76	88,83%	44%	B
80916184	550,00	102,36	15 737,12	89,41%	45%	B
80899629	671,14	101,25	15 838,37	89,98%	46%	B
80901069	2 611,36	99,04	15 937,41	90,55%	47%	B
80847926	1 619,27	96,23	16 033,65	91,09%	48%	B
80916186	700,00	92,26	16 125,91	91,62%	49%	B
80899670	500,45	89,95	16 215,86	92,13%	51%	B
80917960	320,00	85,41	16 301,27	92,61%	52%	C
80922861	614,36	83,87	16 385,14	93,09%	53%	C
80901092	221,00	82,74	16 467,87	93,56%	54%	C
80916522	1 405,55	77,41	16 545,28	94,00%	55%	C
80884182	62,91	71,06	16 616,34	94,40%	56%	C
80856701	174,14	67,47	16 683,82	94,79%	57%	C
80855639	689,14	64,01	16 747,83	95,15%	58%	C
80854455	2 156,50	60,50	16 808,33	95,49%	59%	C
80916185	370,91	57,97	16 866,31	95,82%	60%	C
80898371	317,50	53,16	16 919,46	96,13%	62%	C
80899693	268,55	49,22	16 968,68	96,41%	63%	C
50205508	361,82	48,12	17 016,80	96,68%	64%	C
80910647	166,27	45,88	17 062,69	96,94%	65%	C
80848516	609,14	40,12	17 102,81	97,17%	66%	C
80899654	313,64	37,54	17 140,35	97,38%	67%	C
80898856	206,36	37,15	17 177,50	97,59%	68%	C
80918756	297,73	32,79	17 210,29	97,78%	69%	C
80927893	131,82	31,40	17 241,69	97,96%	70%	C
80902295	384,41	29,85	17 271,54	98,13%	71%	C
80899695	132,14	29,71	17 301,25	98,30%	73%	C
80901088	187,27	28,45	17 329,70	98,46%	74%	C
80901089	218,64	26,02	17 355,72	98,60%	75%	C
80901093	19,32	25,65	17 381,37	98,75%	76%	C
80899696	124,55	22,09	17 403,46	98,88%	77%	C
80854540	173,55	21,63	17 425,09	99,00%	78%	C
80900293	294,55	18,06	17 443,15	99,10%	79%	C
80922623	79,45	15,39	17 458,53	99,19%	80%	C
80902576	470,50	15,06	17 473,59	99,27%	81%	C
80901085	513,27	13,71	17 487,30	99,35%	82%	C
80901029	244,09	13,18	17 500,48	99,43%	84%	C
80919524	73,14	12,66	17 513,14	99,50%	85%	C
80901087	143,18	12,49	17 525,62	99,57%	86%	C
80898382	65,45	11,58	17 537,20	99,64%	87%	C

80907034	58,09	10,83	17 548,03	99,70%	88%	C
80921774	70,00	9,70	17 557,74	99,75%	89%	C
80892069	149,55	8,05	17 565,78	99,80%	90%	C
80895043	198,64	7,79	17 573,57	99,84%	91%	C
80930174	65,45	7,67	17 581,24	99,89%	92%	C
80899671	82,73	5,67	17 586,91	99,92%	93%	C
80895472	27,27	5,19	17 592,10	99,95%	95%	C
80917399	65,91	3,77	17 595,87	99,97%	96%	C
80922858	13,64	3,75	17 599,62	99,99%	97%	C
80896374	22,73	0,91	17 600,53	100,00%	98%	C
80901086	7,73	0,77	17 601,30	100,00%	99%	C
80931147	179,09	0,05	17 601,35	100,00%	100%	C

Apêndice IX – Análise ABC das embalagens no setor Mid Power

Material	Média mensal quantidade de janeiro 2018 até outubro 2019 (unidade)	Média mensal valor de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Valor acumulado mensalmente de janeiro 2018 até outubro 2019 (€)	Análise ABC % (Valor)	Representação (%), de cada componente	Classificação ABC através da análise do gráfico
80836335	3 941,14	440,43	440,43	14,37%	6%	A
80921697	317,68	401,27	841,70	27,47%	12%	A
50165591	7 711,73	389,75	1 231,45	40,18%	18%	A
50211829	256,82	351,80	1 583,25	51,66%	24%	A
80852376	1 212,00	316,02	1 899,26	61,97%	29%	B
80848659	1 625,41	237,77	2 137,04	69,73%	35%	B
80838096	528,50	175,76	2 312,80	75,47%	41%	B
80899212	926,55	173,51	2 486,31	81,13%	47%	B
80848046	2 434,86	157,59	2 643,90	86,27%	53%	B
50137498	177,91	115,54	2 759,44	90,04%	59%	B
50165594	608,91	102,28	2 861,72	93,38%	65%	C
80897376	69,91	55,23	2 916,95	95,18%	71%	C
50165501	136,86	43,59	2 960,54	96,60%	76%	C
80928167	392,45	42,18	3 002,72	97,98%	82%	C
80847612	36,45	34,83	3 037,55	99,12%	88%	C
80932765	1 402,45	23,84	3 061,40	99,90%	94%	C
50183677	16,91	3,21	3 064,61	100,00%	100%	C