



Universidade de Aveiro
2022

**Mariana da Costa
Duarte**

Redução do *Lead Time* de Peças de Substituição



Universidade de Aveiro
2022

**Mariana da Costa
Duarte**

Redução do *Lead Time* de Peças de Substituição

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho a toda a minha família, em especial, aos meus pais por todo o apoio.
Um enorme obrigada.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da
Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Ângela Maria Esteves da Silva
Professora Adjunta da Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Viana
do Castelo

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da
Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me deram todo o suporte ao longo de todas as etapas da minha vida. Obrigada por toda a paciência e esforço feito para me darem a melhor vida possível, sem nunca colocarem limitações aos meus objetivos.

Um agradecimento a toda a equipa da Bosch Termotecnologia S.A. que acompanhou, contribuiu e deu suporte a este projeto, em especial, ao meu orientador e mentor, Eng.^o Paulo Baptista pela motivação, confiança, orientação e partilha de conhecimentos.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Prof.^a Doutora Ana Raquel Xambre, pela orientação, disponibilidade e apoio demonstrados ao longo do projeto.

Aos meus amigos, obrigada por terem tornado estes últimos 5 anos numa caminhada académica inesquecível.

palavras-chave

Peças de substituição, *Lead Time*, *Cross Docking*; Planeamento; Embalagem, Expedição, *Make to Order*

resumo

Este projeto foi desenvolvido no *Value Stream CS-ES* da Bosch Termotecnologia S.A., empresa localizada em Aveiro, que foi selecionada pelo Grupo Bosch como destino para a transferência de produção de um conjunto de peças de substituição, destinadas ao mercado holandês.

O objetivo do projeto consistia na melhoria do *Lead Time* de um grupo inicial de 58 referências transferidas, que são vendidas para uma outra empresa do grupo Bosch, localizada em Deventer, Holanda, e que tem como finalidade abastecer o seu cliente final holandês. O propósito destas peças de substituição é substituir peças similares em equipamentos que apresentam essa necessidade, seja, por exemplo, por avaria ou por diminuição de rendimento. Neste contexto, através da redução de tempo de disponibilização destas peças, a Bosch de Aveiro apresenta-se como solução rentável para esta transferência de produção.

A redução do *Lead Time* foi conseguida a partir de uma primeira análise, seguida da alteração de *standards* ao nível do planeamento, produção/embalagem e expedição, tendo por base a metodologia Investigação-Ação.

A partir da implementação de *cross docking* no armazém subcontratado, alterações a nível de planeamento da produção, a empresa foi capaz de, não só reduzir o *Lead Time* destas peças de 18 para 12 dias, como adicionalmente diminuir os custos associados ao processo. Adicionalmente, ainda foram feitas alterações ergonómicas nos postos de embalagem em sacos da secção de embalagem de peças de substituição.

Por fim, as sugestões apresentadas para o grupo de 58 peças de substituição incluídas neste projeto serão, futuramente, utilizadas e adaptadas para as restantes referências a ser transferidas, podendo também ser utilizadas para as restantes peças de substituição que já eram produzidas nesta fábrica.

keywords

Spare Parts, Lead Time, Cross Docking; Planning; Packaging, Expedition, Make to Order

abstract

This project was developed at the Value Stream CS-ES of Bosch Thermotechnology, S.A., a company located in Aveiro, which was selected by the Bosch Group as the destination for the transfer of production of a set of spare parts, whose end customer is the Dutch market.

The objective of the project consisted in improving the lead time for an initial group of 58 transferred references, which are sold to another company of the Bosch Group, located in Deventer, Netherlands, which then are supplied to their Dutch end customer. These spare parts are intended to replace similar parts in equipment that need it, due to, for example, failure or reduced performance. By reducing the time of availability of these parts, Bosch Thermotechnology, S.A presents itself as a profitable solution for the transfer of this production.

The lead time reduction was achieved through an analysis, followed by the change of standards in terms of planning, production/packaging and shipping, based on the Research-Action methodology.

From the implementation of cross docking and changes on the production planning level, the company was able to, not only reduce the Lead Time of these spare parts from 18 to 12 days, but also reduce the costs associated with the process. Additionally, ergonomic changes were made to the bag packing stations in the spare parts packing section.

Finally, the suggestions presented for the group of 58 spare parts included in this project, will also be used and adapted in the future for the remaining references to be transferred, and they can also be used for the spare parts that are already produced by this factory.

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Enquadramento do Problema e Objetivos.....	1
1.2. Metodologia	3
1.3. Estrutura do Relatório	5
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico	7
2.1. Peças de Substituição	7
2.1.1. Procura de Peças de Substituição.....	9
2.2. <i>Lead Time</i> (LT)	15
2.3. Estratégias de Distribuição	19
2.3.1. Expedição Direta	20
2.3.2. Armazenamento.....	20
2.3.3. <i>Cross docking</i>	22
Capítulo 3 – Descrição da empresa	25
3.1. Grupo Bosch	25
3.2. Bosch Termotecnologia S.A.	27
3.3. Estrutura da Empresa	27
3.4. <i>Value Stream CS-ES</i>	29
3.5. Peças de Substituição	31
3.5.1. Mercados principais	34
3.5.2. Processo de produção das peças de substituição	35
3.5.3. Sazonalidade das peças de substituição.....	38
Capítulo 4 – Situação Inicial	45
4.1. Transferência de Produção.....	45
4.2. Cenário Inicial	46
4.2.1. Planeamento	49
4.2.2. Produção.....	50
4.2.3. Expedição	57
Capítulo 5 – Ações realizadas.....	61
5.1. Implementação de <i>Cross Docking</i>	61
5.1.1. Definição da Família	63
5.1.2. Processo de Preparação da Encomenda na Secção de Embalagem	64
5.1.3. Emissão da Guia de Transporte.....	77
5.1.4. Alterações no Processo no <i>Service Provider</i>	78

5.1.5.Planeador Logístico de Cliente (CLP)	79
5.1.6.Resultados da implementação de <i>Cross Docking</i>	80
5.2. Alterações ao Nível do Planeamento de Produção	85
5.2.1.Determinação de um Intervalo de Produção.....	85
5.2.2.Antecipação da Produção da Referência com Maior Consumo	88
5.2.3.Resultado da Alteração a Nível do Planeamento no <i>Lead Time</i>	89
5.3. Alteração Ergonómica ao Posto de Embalagem de Sacos	91
5.3.1.Resultados da alteração do Posto de Embalagem	95
Capítulo 6 – Conclusão	99
6.1. Reflexão sobre o trabalho realizado.....	99
6.2. Perspetivas de Trabalho Futuro	101
Bibliografia	104

Índice de Figuras

Figura 1 - "Ciclo Investigação-Ação" [Fonte: Santos et al., (2013)].....	3
Figura 2- Fatores que influenciam a procura de peças de substituição [Fonte: Shuai et al., (2022)].....	10
Figura 3 - Tipos de procura de peças de substituição [Fonte: Şahin et al., (2022)]	12
Figura 4 - Cálculo do <i>Lead Time</i> de uma encomenda.....	15
Figura 5 - Atividades em armazém [Fonte: Gunasekaran et al. (1999)]	21
Figura 6 - Centro de <i>cross docking</i> clássico [Fonte: Benbitour et al., (2016)]	22
Figura 7 - Unidades de negócio da Bosch [Fonte: Robert Bosch GmbH, (2022)]	26
Figura 8 - Bosch Termotecnologia S.A. [Fonte: Bosch Termotecnologia S.A. AvP/PM, (2022)].	28
Figura 9 - Estrutura do <i>Value Stream</i> CS-ES.....	31
Figura 10 - Exemplo de uma bomba de calor [Fonte: Bosch Thermotechnik GmbH, (2022)].....	32
Figura 11 - Peças de substituição da bomba de calor [Fonte: Bosch Thermotechnik GmbH, (2022)]	33
Figura 12 - Peças de substituição produzidas na Bosch Termotecnologia S.A. ...	34
Figura 13 - Processo de peças de substituição.....	36
Figura 14 - Peças de substituição embaladas em caixas.....	36
Figura 15 - Peças de substituição embaladas em sacos	37
Figura 16 -Variação da procura de peças de substituição produzidas pela Bosch Termotecnologia S.A. ao longo do ano	39
Figura 17 - <i>Lead Time</i> do cenário inicial	48
Figura 18 - Constituição da secção de embalagem de peças de substituição	51
Figura 19- Turnos da secção de produção de peças de substituição	52
Figura 20 - Peças de substituição embaladas com a etiqueta identificativa.....	54
Figura 21 - Exemplo de LUV	55
Figura 22 - Peças de substituição finalizadas	55
Figura 23 - Conjunto de caixas retornáveis com peças de substituição colocadas em palete.....	56

Figura 24 - Processo das peças de substituição com cross docking.....	63
Figura 25 - LUV com identificação da família	64
Figura 26 - Exemplo de peças de substituição embaladas dentro de uma caixa maior	66
Figura 27 – Exemplo 1 de instrução de trabalho realizada pela Bosch de Deventer	67
Figura 28 - Exemplo 2 de instrução de trabalho realizada pela Bosch de Deventer	67
Figura 29 - Exemplo de caixa aproveitada	72
Figura 30 - Tipos de embalagem final (contentor, caixa, palete, respetivamente)	73
Figura 31 - Capa disponibilizada com instruções de trabalho	74
Figura 32 - Peças de substituição embaladas em caixas grandes colocadas numa palete.....	75
Figura 33 - Peças de substituição embaladas em caixas menores colocadas num contentor.....	76
Figura 34 - <i>Lead Time</i> do cenário após implementação de <i>cross docking</i>	84
Figura 35 - <i>Lead Time</i> do cenário final	90
Figura 36 - Espaço de trabalho do posto de embalagem em sacos.....	92
Figura 37 - Localização da máquina de selar	92
Figura 38 - Alteração da localização da máquina de selar	93
Figura 39 - Ganchos colocados no posto de embalagem	94
Figura 40 - Posto de embalagem de sacos com alterações	95

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Vendas mensais de 12 referências	40
Tabela 2 - Índices sazonais mensais das 12 referências	41
Tabela 3 - Índices sazonais da época alta e da época baixa das 12 referências.	42
Tabela 4 - Poupança semanal após implementação de <i>cross docking</i>	82
Tabela 5 - Tempo total de embalagem de 13 encomendas	87
Tabela 6 - Tempo da encomenda semanal dedicada à peça em questão	88
Tabela 7 - Comparação de tempos de embalagem individual	96

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AvP – Fábrica de Aveiro

BDO – *Business Digital Office*

BOM – *Bill of Materials*

CLP – Responsável Logístico de Cliente

CS – *Combustion Solutions*

CWS – *Central Warehouse Spares*

ES – *Electric Solutions*

IA – Investigação-Ação

JIT – *Just in Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

LUV – *Liefer und Verrechnungsschein* (Papel de entrega e cobrança)

LT – *Lead Time*

MFO – *Manufacturing Operations*

MSE – *Manufacturing Support Engineering*

MTS – *Make to Stock*

MTO – *Make to Order*

RWH – *Residential Water Heating*

SP – *Service Provider*

SS – *Safety Stock*

TTM – *Time to Market*

VS – *Value Stream*

Capítulo 1 – Introdução

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito do trabalho de projeto do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro, tendo sido inserido no *Value Stream CS-ES*, departamento dedicado à produção de Caldeiras e Bombas de Calor da empresa Bosch Termotecnologia, S.A, localizada em Aveiro.

Dentro deste capítulo será apresentado o enquadramento do trabalho e dos seus objetivos, passando ainda pela abordagem da metodologia utilizada e pela explicação da estrutura do documento.

1.1. Enquadramento do Problema e Objetivos

A capacidade de entregar os produtos no menor espaço de tempo, com os menores custos possíveis e garantindo a satisfação do cliente tem vindo a tornar-se um ponto de diferenciação entre empresas concorrentes. Para este objetivo ser alcançado, e de forma a se destacarem no meio empresarial, as mesmas têm vindo a procurar a melhoria constante dos seus processos.

Um tipo de produto que pede uma especial atenção relativamente à sua produção, prazos de entrega e controlo do nível de *stock* são as peças de substituição. Estas são utilizadas para repor peças equivalentes constituintes de equipamentos, que se encontram em funcionamento no mercado final, que apresentem algum tipo de avaria. Como tal, as peças de substituição devem ser produzidas e entregues com a maior brevidade possível. A imprevisibilidade destas avarias leva a que a procura destas peças não seja regular, mas implica também que o produtor as tenha disponíveis para venda a qualquer momento, ou que a sua produção seja realizada rapidamente, para que a sua entrega ao cliente seja feita com rapidez.

O presente projeto foi desenvolvido na Bosch Termotecnologia S.A., em Aveiro, uma empresa que vende soluções de água quente através da produção de esquentadores (elétricos e a gás), caldeiras e bombas de calor, não só para Portugal, mas para todo o mundo (Bosch Termotecnologia S.A., 2020).

A Bosch de Aveiro é, também, responsável pelo planeamento, embalagem e expedição de peças de substituição de caldeiras, bombas de calor e esquentadores. Dado o tipo de equipamentos produzidos, a reparação de avarias deve ser realizado de forma rápida e eficaz, pelo que o tempo de entrega das unidades de reposição deve ser pequeno, de forma a responder a esta finalidade.

Durante os próximos anos a Bosch Termotecnologia S.A. tem como intenção tornar-se a principal fornecedora do grupo de peças de substituição deste tipo de equipamentos, peças estas que devem ser embaladas de forma individual e enviadas para o *Service Provider*. O *Service Provider* trata-se de um armazém externo, localizado também em Aveiro, que é responsável por consolidar a carga de peças de substituição e de produtos finais e por enviá-los para todo o mundo.

Associado a este objetivo, encontra-se a decorrer um projeto de transferência da produção de peças de substituição que se encontravam a ser produzidas e vendidas na Holanda, em Deventer, para Aveiro. Devido ao facto de Portugal se encontrar significativamente distanciado da Holanda, o *Lead Time* (LT) – tempo desde que a encomenda é colocada em sistema até à sua entrega ao cliente – torna-se também significativamente maior.

As peças de substituição podem ser constituídas por um ou mais componentes que podem ter origem em pré-processos realizados na fábrica, ou em operações efetuadas no armazém (quando não são sujeitos a pré-processos).

Sendo assim, as peças de substituição podem ser compostas:

- apenas por componentes sujeitos a pré-processos;
- apenas por componentes não sujeitos a pré processos;
- por componentes sujeitos e componentes não sujeitos a pré-processos.

O objetivo principal deste projeto passa pela redução do *Lead Time* de peças de substituição, que têm como destino a Holanda, de 18 para 12 dias, pelo que deve ser criado um novo *standard* de processo de planeamento, produção e expedição de peças de substituição.

Pretende-se, também, com este projeto, contribuir para validar a transferência para Aveiro da produção destas peças de substituição.

1.2. Metodologia

A metodologia utilizada ao longo do projeto pode enquadrar-se no Método Investigação-Ação (IA).

A Investigação-Ação trata-se da associação entre a metodologia ação (ou mudança), investigação (compreensão) e reflexão e, como tal, pretende “testar uma teoria com praticantes em situações reais, obter *feedback* dessa experiência, modificar a teoria como resultado desse *feedback* e testá-la novamente” (Avison et al., 1999).

Este método, quando associado ao projeto, permite um contacto direto e interação com os integrantes do processo de forma a determinar soluções para o problema levantado (Toloie-eslaghy et al., 2011).

A IA utiliza um processo cíclico ou em espiral (Santos et al., 2013), cujas fases se repetem até se obter o resultado pretendido (Figura 1).

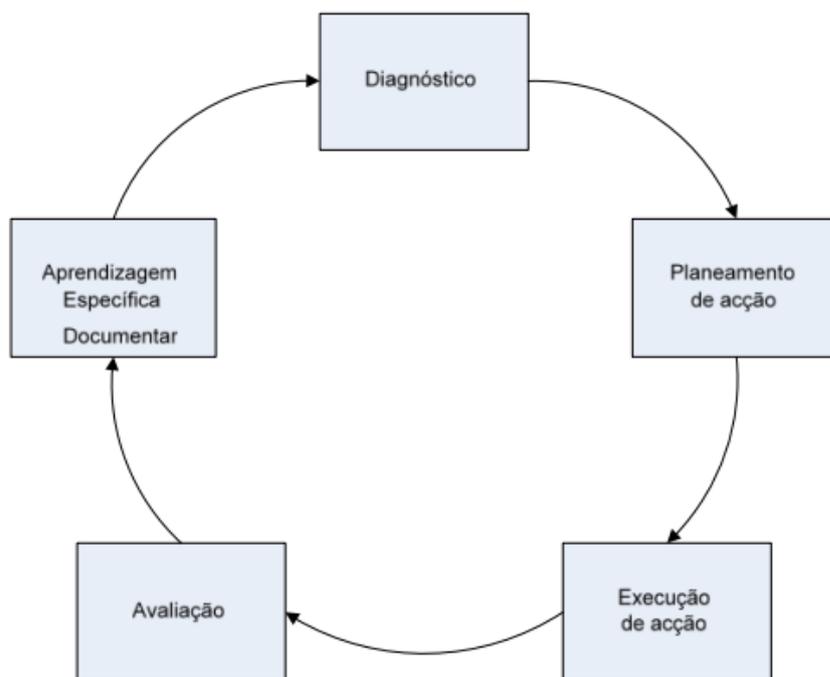


Figura 1 - Ciclo Investigação-Ação [Fonte: Santos et al., (2013)]

Segundo esses mesmos autores, a primeira fase trata-se do “Diagnóstico” onde se dá a identificação da oportunidade de solução ou melhoria sobre uma

adversidade assinalada, neste caso, a necessidade de diminuição do *Lead Time*. Deve haver uma compreensão do problema como um todo. Neste contexto, existe uma necessidade de conhecimento da organização da fábrica, da estrutura interna da Bosch, dos produtos produzidos e dos processos constituintes. Dá-se a análise do *status* inicial do processo, com determinação do *Lead Time* corrente e entendimento dos procedimentos, métodos utilizados e razões que estão na origem do mesmo.

A segunda fase passa por um planeamento de ações e abordagem que devem ser realizadas, selecionando-as através da avaliação de diversas alternativas.

Para tal, é feita uma análise de diversas soluções para posterior definição de um novo *standard*. Neste novo *standard*, pretendeu-se implementar um novo processo de expedição, resultando na melhoria do processo original e adaptando-o às referências de peças de substituição que fazem parte do projeto de transferência de peças de substituição, de Deventer para Aveiro.

Na terceira fase, “Ação”, dá-se a execução das ações planeadas na fase anterior e, portanto, o novo *standard* deve ser implementado e testado.

Após a terceira fase, decorre a “Avaliação”, na qual se verifica o resultado das ações realizadas e se determina se ocorreu ou não algum efeito inesperado e de que maneira foi solucionado o problema definido inicialmente. É necessária uma análise crítica durante toda a fase, visto que todos os fatores devem ser considerados e pode haver interferência de algum fator extrínseco.

Na última fase, “Aprendizagem específica”, procede-se à determinação e documentação das conclusões retiradas, seguida da determinação de possíveis melhorias a serem aplicadas. Caso exista necessidade, pode-se iniciar um novo ciclo. Sendo assim, aquando da repetição do ciclo, as melhorias são implementadas e tende-se a estabilizar a solução que visa o objetivo inicial, podendo, no entanto, dar-se a redefinição desse objetivo. No caso concreto deste projeto, após a implementação de um novo processo da expedição, fez-se uma avaliação a todo o processo, levantando-se oportunidades de melhoria que implicaram alterações na fase de planeamento do processo das peças de substituição, assim como melhorias ergonómicas num dos postos de embalagem.

Após estas implementações, repetiu-se todo o ciclo, mantendo-se o objetivo original de redução do *Lead Time*.

1.3. Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em seis capítulos.

No primeiro capítulo, é feita uma introdução ao projeto, aos seus objetivos e é abordada a metodologia utilizada.

O segundo capítulo foi realizado tendo por base a bibliografia estudada e aborda temas que servem de base ao projeto, nomeadamente, peças de substituição, *Lead Time* e estratégias de distribuição

O terceiro capítulo inclui a apresentação da empresa e do grupo em que esta se integra. É, ainda, identificado o departamento no qual o projeto foi desenvolvido, assim como é feita uma breve explicação sobre as peças de substituição produzidas na fábrica.

O quarto capítulo descreve o cenário inicial, antes de ser sujeito às ações implementadas que são, posteriormente, apresentadas no quinto capítulo. Neste quinto capítulo são ainda apresentados os resultados obtidos por cada ação implementada.

Por fim, no sexto capítulo, encontra-se uma reflexão geral sobre o projeto e as dificuldades encontradas. São, também, apresentadas algumas considerações referentes ao desenvolvimento de trabalho futuro, ainda no âmbito do projeto.

Capítulo 2 – Enquadramento Teórico

O presente capítulo procura enquadrar os principais temas que servem como base à compreensão dos conceitos abordados ao longo do trabalho.

No primeiro tópico, é abordado o conceito de peça de substituição, a importância e as vantagens associadas à sua produção, as fases do ciclo de vida, os tipos de procura existentes e os seus fatores influenciadores. Posteriormente, é apresentado o conceito *de Lead Time*, a sua importância e o impacto deste na cadeia de abastecimento. Por fim, são descritas três estratégias de distribuição, nomeadamente: expedição direta, armazenamento e *cross docking*.

2.1. Peças de Substituição

O serviço pós-venda tem vindo a ganhar importância entre os negócios de produção que têm como objetivo manter a satisfação dos seus clientes. Este serviço trata de qualquer atividade de suporte fornecida ao cliente após a venda de um produto ou serviço.

Entre estas atividades, encontra-se a disponibilização de peças de substituição que são necessárias em casos de reparação de aparelhos ou até para atividades de manutenção dos mesmos, quer estes aparelhos sejam recentes quer tenham sido produzidos há décadas.

Por exemplo, no caso do mercado automóvel, as atividades de pós-venda envolvem produção, distribuição, venda e instalação de peças de veículos, produtos químicos, equipamentos e acessórios após a venda do automóvel (Hsieh & Zhang, 2022).

Segundo Wagner et al., (2012), “o negócio de pós-venda na indústria de construção de máquinas e instalações é responsável por aproximadamente 25% das vendas totais (sendo dois terços da venda de peças de reposição e um terço de serviços) e até 50% dos lucros totais”.

As peças de substituição tratam-se de componentes que têm como objetivo a substituição de unidades originais num equipamento quando necessário – por exemplo, em caso de apresentação de problemas, falhas ou falta de eficiência do

aparelho – sendo, por norma, idênticas às que pretendem substituir. É de realçar que estas peças fazem parte do equipamento básico, ou seja, sem elas, o equipamento não consegue funcionar. Um exemplo simples trata-se da troca do visor de um telemóvel. Quando um telemóvel sofre uma queda, é possível que o vidro do mesmo se quebre, pelo que se torna impossível a utilização do aparelho. A troca de visor trata-se de um serviço pós-venda que necessita uma peça de substituição, neste caso, um outro vidro idêntico ao inicial.

Uma empresa com uma estratégia de logística de peças de substituição bem alinhada pode obter mais valor para além da venda do produto principal. A venda de peças de substituição não só permite adquirir um valor monetário, a partir da venda das peças em si, mas também possibilita a obtenção de fidelidade do cliente a longo prazo. Com isto, a produção e venda de peças de substituição deixa de ser vista como apenas uma obrigação legal, mas como uma forma estratégica de aumento de receitas (Wagner et al., 2012).

Todo o planeamento, *design*, produção, controlo de abastecimento, distribuição e toda a informação existente dentro dos constituintes da cadeia são feitos de forma orientada para o mercado (Wagner et al., 2012). Dada a sua natureza e objetivo final, estas peças requerem um nível de serviço alto, ou seja, a sua gestão deve ser feita de tal forma que sejam fornecidas as peças necessárias, quando necessário, com o mínimo custo possível, de forma confiável e segura.

No caso de estudo realizado por Dekker et al. (2014), é feita uma análise relativamente aos principais problemas detetados num complexo industrial que produz peças de substituição. Neste caso de estudo, um dos principais problemas detetado está associado à introdução da produção de peças de substituição. Quando é introduzida a produção de um equipamento numa empresa, é disponibilizada uma lista de peças de substituição que fazem face às avarias que ocorrem nesses aparelhos. O produtor deve fazer uma análise desta lista de peças e entender se já as possui em *stock*, se deve produzi-las ou subcontratar uma empresa para esse efeito. Estas decisões devem ser tomadas tendo em conta diversos aspetos, desde o custo de produção, os custos de manter a peça em *stock* e os custos associados ao tempo de avaria dos produtos/equipamentos.

De forma geral, a determinação da criticidade destas peças é essencial e leva à necessidade de realização de muito trabalho administrativo. Sendo assim, torna-se necessário às empresas definirem regras e programarem sistemas para auxiliarem esta tomada de decisão, de forma a não afetar nem a empresa nem o cliente final.

Têm vindo a ser feitos vários estudos que procuram soluções que minimizem custos, tempo de produção e disponibilização das peças e valores de *stock* associados à produção de peças de substituição. Uma das soluções mais analisada passa pela utilização de manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D. Esta técnica de produção consiste em fabricar uma peça através de uma adição constante de camadas de material com a orientação de um modelo computacional (CAD) (Khajavi et al., 2014).

Sgarbossa et al. (2021) apresentam os resultados de um caso de estudo que consistiu no desenvolvimento de um sistema de decisão entre métodos de produção para diferentes tipo de peças de substituição (convencional ou impressão 3D). Este estudo permitiu concluir que, por um lado, a utilização de manufatura aditiva permite uma redução de tempo de disponibilidade de peças e dos níveis de *stock* devido ao baixo tempo de configuração da maquinaria, permitindo a produção de peças de um momento para o outro com alta qualidade (até para peças complexas). Por outro lado, a impressão 3D implica custos adicionais que não se justificariam numa situação em que seja necessária uma elevada cadência de produção (muitas peças iguais), ou ainda na produção de peças simples ou de elevadas dimensões. Nestes casos, a impressão 3D perde a sua lucratividade. Os equipamentos de produção convencional conseguem ser bastante caros, até mais do que os de impressão 3D, no entanto, dado que já existem em fábrica para a produção de outras peças, os seus custos não foram tidos em conta.

2.1.1. Procura de Peças de Substituição

A logística na produção de peças de substituição é feita tendo em vista o mercado final. Tal acontece, uma vez que a procura por estas peças se dá

quando ocorre uma falha de um equipamento ou quando há necessidade de substituição de alguma peça, pelo que dificilmente se tratam de comportamentos constantes ou previsíveis.

Sendo assim, para lá da procura teórica prevista calculada, a necessidade destas peças depende de vários fatores: intensidade e cuidado no uso do produto, tipo de manutenção realizada, qualidade inicial do mesmo, condições operacionais e condições climáticas (sazonalidade) (Teixeira et al., 2017).

Shuai et al. (2022) realizaram uma análise dos fatores influenciadores da procura de peças de substituição (ver figura 2), neste caso para o contexto específico da manutenção de equipamentos industriais.

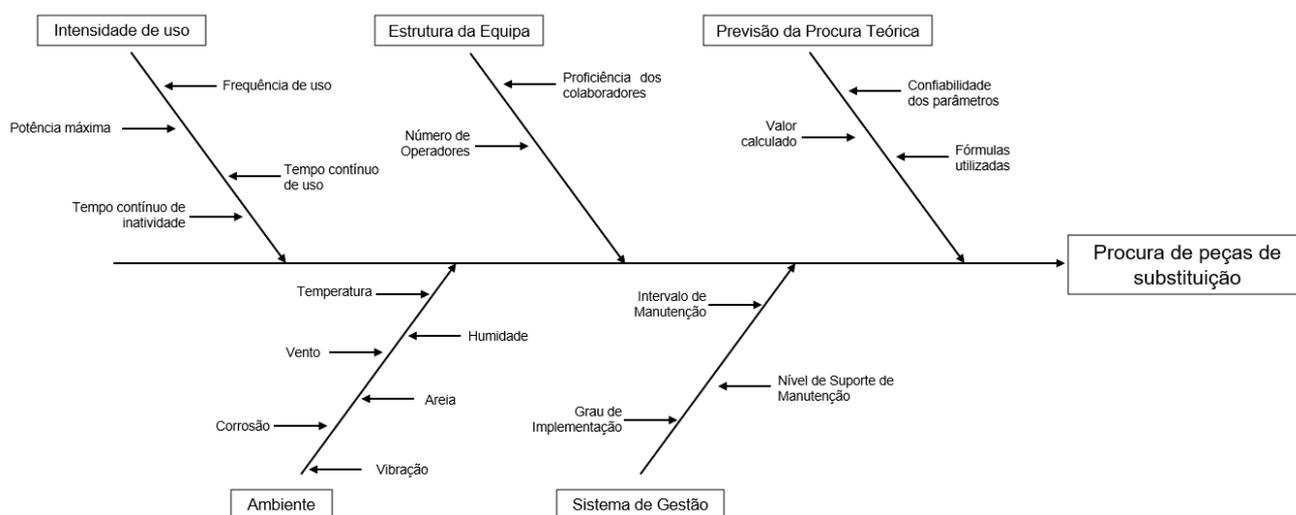


Figura 2- Fatores que influenciam a procura de peças de substituição de equipamentos de produção [Fonte: Shuai et al., (2022)]

Estes autores consideraram como principais causas da variabilidade da procura deste tipo de peças, a intensidade de uso, o ambiente de uso, o sistema de gestão, a própria estrutura da equipa responsável pelos equipamentos e a previsão da procura teórica calculada.

Equipamentos iguais podem estar sujeitos a diferentes tarefas de produção e, portanto, a sua intensidade e condição de uso são diferentes, pelo que as suas peças constituintes vão falhar em momentos diferentes. Um aparelho que apresente uma intensidade de uso elevada é expectável que necessite mais rapidamente de reparação. Por outro lado, caso o equipamento seja raramente

utilizado, o mesmo resultado pode acontecer devido à possível deterioração. Associados à intensidade de uso, encontram-se fatores como frequência de uso, potência máxima utilizada, tempo de uso ou inatividade contínua.

A procura de peças também pode ser afetada pelo ambiente de uso. A temperatura, humidade, corrosão, vibrações, vento ou luz podem apresentar um impacto substancial nos equipamentos. O ambiente onde o equipamento vai ser colocado deve ser tido em consideração devido a ser considerado o fator que maior influência apresenta na procura de peças de substituição.

A gestão pessoal do equipamento tem em consideração quem utiliza os equipamentos e de que forma é feito, sendo, assim, necessário ter atenção à equipa designada para ter responsabilidade sobre os mesmos. Colocar um operador menos qualificado a manusear certo aparelho aumenta substancialmente a probabilidade do mesmo se estragar. Para além disso, deve existir a quantidade suficiente de operadores para manusear o equipamento, até porque uma equipa reduzida pode levar a uma manutenção, inspeção e operação impróprias.

O sistema de gestão refere-se às regras e requerimentos definidos associados à utilização dos diversos equipamentos. Este deve ser eficaz e rigoroso, sendo que a sua existência e seguimento contribui para uma menor probabilidade de aparecerem falhas, avarias ou problemas. Os fatores que afetam o sistema de gestão incluem, ainda, o intervalo de manutenção, o seu nível de suporte e o grau de implementação do próprio sistema de gestão.

Por fim, a previsão de procura teórica engloba os cálculos realizados para prever a procura das peças de substituição utilizando dados existentes, tais como o histórico de vendas das peças ou dos aparelhos aos quais pertencem.

Para reduzir os custos associados à gestão de peças de substituição e para aumentar a competitividade das empresas, estas necessitam de realizar uma previsão da procura destas peças da forma mais precisa possível.

Segundo Fortuin (1980) , o ciclo de vida das peças de substituição é composto por três fases que correspondem a diferentes perfis de procura das mesmas:

- Fase inicial: Esta fase corresponde ao período em que um determinado produto é colocado no mercado e que contém componentes que

nunca teriam sido fabricados até ao momento. Posto isto, torna-se necessário produzir esses componentes e tê-los disponíveis como peças de substituição. Visto que se trata de uma fase sem histórico de vendas, deve-se proceder a uma estimativa relativamente à quantidade a manter em *stock*, por exemplo, com base nas vendas do produto dos quais fazem parte as peças sujeitas a substituição.

- Fase normal: Após algum tempo de vendas de peças de substituição, a procura começa a ser mais previsível, pelo que se torna mais fácil e confiável determinar o *stock* e produção necessários.

- Fase final: Esta fase decorre quando o produto final fabricado é descontinuado. Apesar de já não se produzir mais o produto, as peças de substituição continuam a ser procuradas, seja porque se encontram integradas noutros produtos, ou porque os próprios equipamentos já vendidos precisam das mesmas. O problema principal nesta fase trata-se de determinar o tempo que a empresa pretende continuar a fornecer as peças de substituição após a descontinuação do produto, de forma a conseguir seguir as obrigações legais, manter o cliente satisfeito e, ao mesmo tempo, obter lucro.

Considerando a natureza da procura de peças de substituição, uma característica distintiva é o seu padrão de procura, que é significativamente diferente da procura conhecida de produtos finais.

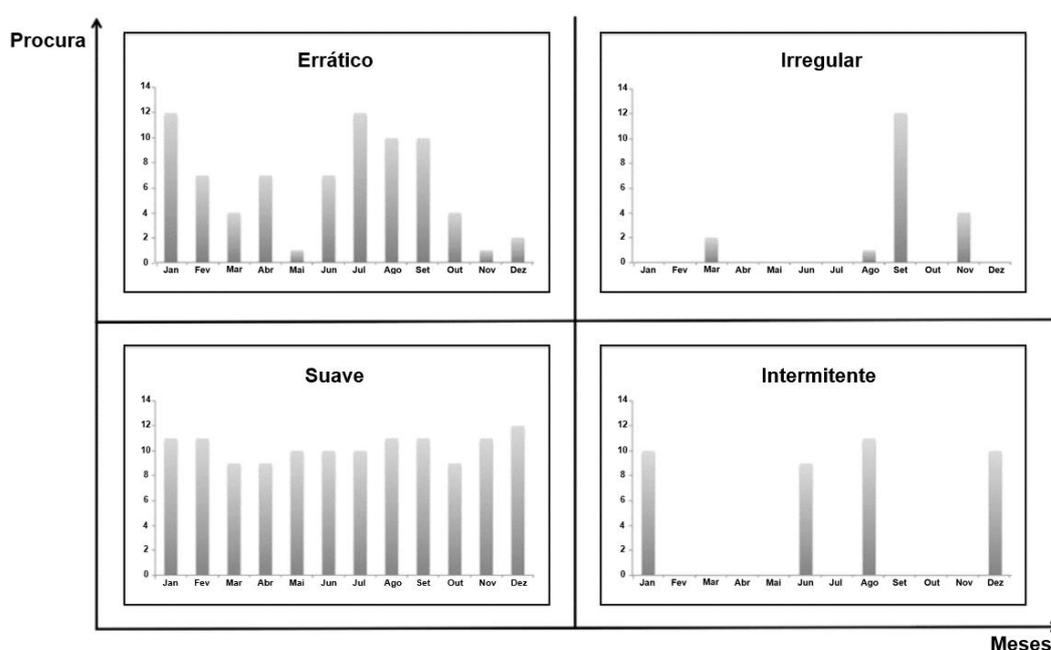


Figura 3 - Tipos de procura de peças de substituição [Fonte: Şahin et al., (2022)]

Embora diferentes categorizações se encontrem disponíveis na literatura, a principal tem quatro tipos (ver Figura 3): suave, intermitente, errática e irregular (Şahin et al., 2022).

No caso da procura suave, as variações entre momentos em que a procura é diferente de zero e os momentos em que a procura é igual a zero são baixas.

A procura intermitente é caracterizada por sequências de meses com uma procura de zero unidades, intercaladas por momentos em que há uma procura ocasional diferente de zero, sendo que já existe um padrão de procura.

Errático surge quando a quantidade de procura é muito variável, mas possui menos momentos em que a quantidade de procura é nula.

Por último, a procura diz-se irregular quando o padrão de procura é intermitente e errático, a quantidade de momentos em que a procura é diferente de zero é alta e os intervalos entre momentos em que a procura é diferentes de zero são longos (Şahin et al., 2022).

De forma a perceber este tipo de procura, as empresas devem possuir ferramentas e modelos de dados adaptados ao historial destas peças de forma a facilitarem a tomada de decisão dos gestores. Por vezes, mesmo para os sistemas mais recentes, torna-se complicado realizar previsões precisas devido a falhas e faltas de dados (Boone et al., 2017).

Dekker et al. (2014) apresentam um caso de estudo que mostra a dificuldade em prever corretamente a procura das peças de substituição. Apesar da procura para peças de substituição com elevado consumo ser relativamente fácil de identificar, o mesmo não acontece para peças com baixo consumo. Para estas, não existe um padrão de procura, o que implica que pode levar até anos para existir um bom histórico de dados. Isto implica que os analistas tenham de realizar trabalho de análise manual. Para além disso, alguns sistemas não têm em consideração alguns aspetos importantes, tais como a idade dos aparelhos vendidos ou a quantidade de venda dos aparelhos originais, que têm influência sobre a procura de peças de substituição ao longo do tempo. Outro fator que dificulta a precisão dos métodos de previsão existentes em sistemas corresponde às atividades de marketing ou promoções realizadas no ato de compra de produtos finais ou de peças de substituição.

Outra dificuldade dos analistas das empresas passa por determinar a quantidade ideal de *stock* a manter. Por um lado, a existência insuficiente em *stock* de peças de substituição faz com que o cliente fique insatisfeito. Por outro lado, o excesso de *stock* leva ao aumento do custo de retenção de *stock*, visto que a maior parte das peças têm um uso específico e ficarão em *stock* até serem requisitadas (Shuai et al., 2022). Existem, por norma, dois critérios principais para a determinação da quantidade a manter em *stock*: o alto nível de serviço (ter as peças disponíveis para o cliente assim que são encomendadas) e a minimização de custos. Estes critérios acabam por entrar em conflito visto que o primeiro implica um aumento de *stock* e o segundo implica a redução deste (devido aos custos de *stock* associados). Assim sendo, as empresas precisam de modelos combinem estes critérios de forma a determinar a quantidade de *stock* ideal (Dekker & Bayindir, 2014).

Para além da incerteza na procura, a estas peças vêm associadas opções limitadas de fornecimento dos componentes das mesmas, risco de envelhecimento e obsolescência, necessidade de gestão de *stocks* e espaço em armazém. Para além disso, assegurar o envio das peças para uma grande diversidade de destinos do consumidor final, dentro do tempo pedido, com custos reduzidos, e de forma sustentável, também se torna por si só um desafio (Boone et al., 2017).

Dekker et al. (2014), identificaram, ainda, no seu caso de estudo, adversidades relativas ao fim de vida das peças. Assim que se retira ou substitui um determinado aparelho no mercado, as empresas enfrentam o dilema sobre o que fazer com as suas peças de substituição. Por um lado, o cliente não deve ser prejudicado ao ser sujeito a longos tempos de espera pelas peças ou à indisponibilidade das mesmas. Por outro lado, a empresa também deve estudar até que ponto faz sentido continuar a produzir as peças de substituição destes aparelhos, visto que podem ter associados elevados custos de produção e *stock* e, ao mesmo tempo, baixa procura (Dekker & Bayindir, 2014).

No caso do Grupo Bosch, existe uma política que determina que, após a descontinuação de um produto, a empresa compromete-se a produzir as peças de substituição associadas ao mesmo por um período de 15 anos.

2.2. *Lead Time* (LT)

Segundo Waters (2003), um aspecto chave que permite melhorar a logística de uma empresa, o nível de serviço e aumentar a satisfação do cliente é o *Lead Time*. Para estes autores, o *Lead Time* corresponde ao “tempo total entre o pedido de materiais e a sua entrega de forma a estarem disponíveis para uso.”

Chaharsooghi & Heydari (2010), consideram que o *Lead Time* corresponde ao tempo que decorre desde que uma encomenda é colocada por parte do cliente até ser rececionada pelo mesmo, contando, portanto, com o tempo de receção e processamento da informação da encomenda, de processo e produção da mesma e de transporte.

O *Lead Time* tanto pode ser medido em horas, dias, meses ou até mesmo anos, e calcula-se através da diferença entre a data de entrega da encomenda e a data de colocação da mesma (ver Figura 4).

$$LT = \boxed{\text{Data de Entrega da Encomenda}} - \boxed{\text{Data de Colocação da Encomenda}}$$

Figura 4 - Cálculo do *Lead Time* de uma encomenda

O LT considerado e utilizado pela organização pode corresponder a um valor médio ou a um valor variável. Enquanto, no primeiro caso, procura-se avaliar o desempenho global da cadeia de abastecimento, na segunda situação, vai-se incorporando todas as incertezas associadas a fatores ambientais (Chaharsooghi & Heydari, 2010).

Um baixo desempenho da cadeia de abastecimento pode afetar significativamente o *Lead Time* médio. Se, por exemplo, o processamento da ordem da encomenda e o tempo de receção da mesma forem longos, existe um aumento deste.

Por outro lado, os transportes utilizados para transportar a mercadoria (aviões, camiões, comboios, navios, ...) influenciam o *Lead Time* variável visto estarem

sujeitos a fatores externos, tais como agentes meteorológicos, trânsito, condições de estrada, no caso de meios rodoviários, ou atrasos a nível de alfândega.

As empresas tentam aumentar os ganhos através da satisfação dos clientes, sendo que, atualmente, a redução de *Lead Time* é um dos parâmetros mais críticos, permitindo uma diferenciação empresarial. Habitualmente, quando um cliente procura um produto ou serviço, pretende que a entrega do mesmo seja feita o mais rápido possível. Posto isto, de forma a ser uma arma estratégica competitiva, o *Lead Time* deve ser o mais reduzido e previsível possível (Stefan et al., 2021).

Existem várias empresas que recorrem a esta estratégia como forma de diferenciação. A Amazon, por exemplo, garante que a entrega dos produtos é feita dentro de dois dias para os seus clientes *Prime (premium)*.

A incerteza do *Lead Time* pode afetar diferentes métricas dentro da cadeia de abastecimento, tais como:

- políticas de pedidos;
- previsões de procura;
- níveis de *stock*;
- nível de disponibilidade do produto;
- nível de serviço (Chang & Lin, 2019);
- criação do efeito de chicote (Xiaoqing et al., 2008).

Por um lado, um *Lead Time* longo permite que a procura, produção, armazenamento e movimento de materiais sejam planeados em avanço e de forma mais económica (Rushton et al., 2014), contudo leva à existência de quantidades elevadas de *stock*, visto ser necessário cobrir a incerteza de procura até à entrega seguinte de material (Waters, 2003).

Por outro lado, um menor *Lead Time* permite uma redução do *stock* de segurança e consequentes custos de espaço em armazém associados à sua retenção. Leva a uma menor probabilidade de falta de *stock*, aumento do nível de serviço para o cliente e maior proteção contra a incerteza de procura (Chang & Lin, 2019). Tudo isto porque a resposta às necessidades de material é mais curta, pelo que é possível um reabastecimento contínuo com base na política *Just-in-Time* (Rushton et al., 2014).

De forma a existir um *Lead Time* adequado, os clientes devem trabalhar em colaboração com os fornecedores, com uma comunicação fluída, e incentivar os mesmos a ter instalações fisicamente próximas, de forma a reduzir o tempo de transporte (Waters, 2003). De forma geral, um menor *Lead Time* permite uma maior visibilidade e controlo sobre as atividades logísticas da cadeia de abastecimento.

Nos processos de pós-venda de peças de substituição, o sucesso da cadeia logística e o *Lead Time* encontram-se relacionados. Por um lado, um elevado *Lead Time* leva a uma pior performance da cadeia, por outro lado, um baixo desempenho das atividades envolvidas na cadeia afeta o LT das peças.

Hsieh et al. (2022) realizaram um caso de estudo que consistiu em determinar os fatores críticos nas operações logísticas pós-venda que envolvem a produção e venda de peças de substituição de uma empresa pertencente ao mercado automóvel.

De acordo com os resultados obtidos por estes autores, o *Lead Time* e a disponibilidade do *stock* são as variáveis que apresentam a maior influência nas operações logísticas.

De forma a reduzir o LT, os autores consideraram diferentes estratégias complementares que devem ser seguidas.

Em primeiro lugar, deve haver a preocupação entre os gestores e analistas em ter e obter informação precisa sobre todas as peças de substituição. Para isto, os dados existentes devem estar atualizados e deve existir uma boa comunicação e colaboração entre os envolvidos na cadeia de abastecimento, de forma a haver uma melhor visibilidade sobre a mesma. Para além disso, esta visibilidade permite que as empresas desenvolvam um melhor conhecimento sobre as partes envolvidas na cadeia de forma a detetar e prevenir potenciais problemas mais rápida e facilmente.

Uma segunda estratégia consiste em procurar fornecedores confiáveis e que se encontrem perto fisicamente, para que a entrega dos componentes necessários seja realizada o mais rapidamente possível.

Os autores consideram, ainda, que é importante determinar a abordagem mais adequada para cada peça de substituição produzida, entre *Make-to-Stock* (MTS) e *Make-To-Order* (MTO).

Quando têm o objetivo de reduzir o *Lead Time*, as empresas, por norma, optam por uma estratégia *Make-To-Stock* (MTS). Ao utilizar esta estratégia, os produtos são produzidos com base nas vendas esperadas e na procura do cliente. Ao antecipar estas vendas, a empresa é capaz de ter *stock* disponível no seu armazém assim que uma peça de substituição é requisitada e, conseqüentemente, reduzir o tempo de entrega ao cliente. Esta abordagem é adequada para produtos com uma procura elevada e baixo nível de variação nas quantidades mensais encomendadas, ou seja, produtos com um tipo de procura suave e, em alguns casos, errática. Ao produzir com antecedência, existem fatores de decisão que os gestores devem ter em consideração, entre estes, o *safety stock* (nível mínimo de *stock* a manter que permite responder a variações inesperadas de procura ou a incertezas associadas ao *Lead Time*, evitando rutura de *stock* (Rushton et al., 2014)), a quantidade mínima de encomenda (quantidade mínima de determinado produto que o cliente pode encomendar (Rushton et al., 2014)) e o ponto de reabastecimento (quantidade em *stock* que indica que uma nova encomenda deve ser realizada ao fornecedor, e que deve cobrir o *stock* necessário até a nova encomenda ser entregue - *Lead Time* - e o *safety stock* (Rushton et al., 2014)).

Para casos em que as peças envolvam personalização, que tenham uma procura imprevisível ou baixa, a abordagem MTS deixa de ser benéfica. Nestas situações, pode ser utilizada a abordagem *Make-To-Order* (MTO). Esta abordagem baseia-se na estratégia de produção *Just-In-Time* (JIT) e consiste em produzir as peças apenas quando existe um pedido por parte do cliente, não existindo *stock*. Esta é uma abordagem que permite minimizar os custos de produção e de *stock*, dado que permite reduzir os níveis deste. No entanto, pode prejudicar o desempenho da empresa, uma vez que o tempo de entrega das peças aumenta, levando à insatisfação do cliente.

O caso de estudo desenvolvido por Balaji et al. (2022) concentra-se, também, na redução de *Lead Time*, no entanto, numa indústria de produção de peças

pesadas de caminhões. Os autores focaram-se, neste caso, na determinação e redução de atividades que não acrescentavam valor ao processo de produção dessas peças através da utilização de ferramentas *Lean*. Inicialmente, foi desenvolvido um diagrama causa-efeito para determinar as causas que levavam a um elevado *Lead Time*. Seguidamente, as tarefas foram analisadas, descritas e documentadas num documento Procedimento Operacional Padrão (POP) e foi implementada a metodologia 5S nas estações de trabalho. Por fim, a partir da construção de um diagrama esparguete, foram determinados os movimentos indesejados de pessoas e materiais. O desenvolvimento deste caso permitiu demonstrar que, com a utilização de ferramentas *Lean*, foi possível reduzir as atividades sem valor acrescentado de 78% para 32%, diminuindo o tempo de ciclo de 1125 minutos para 75 minutos. O tempo de ciclo corresponde ao período de tempo desde que o produto começa a ser produzido até ser entregue ao cliente (Rushton et al., 2014) e, portanto, influencia diretamente o *Lead Time*. Posto isto, conclui-se que a aplicação de ferramentas *Lean* ao processo de produção permitiu uma redução de 1050 minutos do *Lead Time*, apresentando-se como um exemplo de solução que pode ser implementada noutras empresas que tenham o mesmo propósito.

2.3. Estratégias de Distribuição

A estratégia de distribuição trata-se do método utilizado pelas empresas para entregarem os seus produtos ao respetivo mercado final.

O processo de distribuição pode representar cerca de 30% do custo de venda do produto, o que implica uma influência direta sobre as despesas da cadeia de abastecimento. Sendo assim, é necessário reduzir os custos desse processo de distribuição e aumentar a eficiência do mesmo (Buijs et al., 2014).

Simchi-Levi et al. (1999) admitem que, apesar de serem várias as estratégias de distribuição, raramente é utilizada apenas uma única por uma certa empresa. Sendo assim, é necessário analisar os tipos de produtos envolvidos e a estrutura da cadeia de abastecimento, sendo que a seleção da estratégia mais adequada

se encontra influenciada por diversos fatores, nomeadamente, nível de serviço, procura, localização, custos, necessidade de *safety stock*.

Estes autores exploram as três principais estratégias de distribuição: a expedição direta, o armazenamento e o *cross docking*.

2.3.1. Expedição Direta

As empresas que optam por esta estratégia enviam os seus produtos diretamente da origem para o revendedor ou cliente, sem a utilização de qualquer centro de distribuição ou armazém (Simchi-Levi et al., 1999).

Esta estratégia é conhecida por ter baixos custos de implementação dado que não precisa de intermediários logísticos (Buijs et al., 2014). Torna-se possível evitar custos associados a operações realizadas em centros de operações, pelo que também existe uma diminuição do tempo de entrega do produto. Por outro lado, caso existam várias localizações finais, o produtor suporta custos de transporte devido à necessidade de vários camiões mais pequenos para entregar uma menor quantidade de produtos a cada uma das localizações (Simchi-Levi et al., 1999).

Posto isto, é comum utilizar a expedição direta quando é possível completar a capacidade dos camiões ou quando reduzir o *Lead Time* é um fator crítico. É o caso do negócio de produtos frescos, como fruta ou legumes, em que se torna necessário fazer a sua entrega atempada devido à data de validade limitada dos produtos (Simchi-Levi et al., 1999).

2.3.2. Armazenamento

Numa estratégia de armazenamento, os camiões são carregados com bens no local de produção (fornecedores) e são depois transportados para um armazém ou centro de distribuição. Aqui, são armazenados e vão sendo expedidos à medida que o cliente coloca as encomendas (Simchi-Levi et al., 1999).

No armazém, descarregam-se os camiões e recebem-se os produtos dos fornecedores neles incluídos. Estes são transferidos para o local onde vão ser armazenados (estantes, armários, caixas, ...). Seguidamente, quando os

materiais são necessários, é feito o levantamento dos produtos do local onde se encontravam armazenados, a carga é embalada, preparada e consolidada para o seu envio e, por fim, é colocada nos caminhões que seguem para o destino final (Buijs et al., 2014).

Posto isto, segundo Gunasekaran et al. (1999), são seis as atividades principais realizadas num armazém (ver Figura 5):

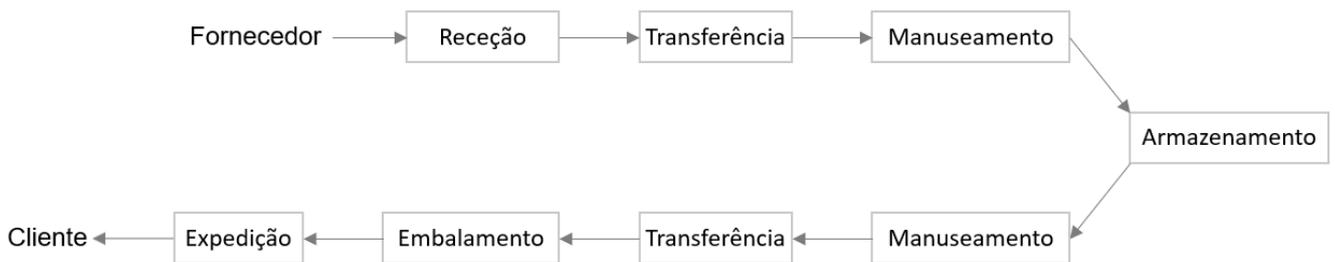


Figura 5 - Atividades em armazém [Fonte: Gunasekaran et al. (1999)]

É de notar que a estratégia de tarefas adotada pelo armazém depende do tipo de material recebido, da estrutura, quantidade e tamanho das encomendas dos clientes, dos custos e tempos associados ao manuseamento do material, dos subprocessos necessários, do tamanho do armazém e dos recursos disponíveis (Kłodawski et al., 2017).

Esta estratégia implica custos de armazenamento, de preparação de carga e de movimentação de materiais. As empresas correm, ainda, o risco dos seus produtos de tornarem obsoletos, sujeitos a perder o seu valor e, devido à elevada movimentação de materiais, há uma maior probabilidade de estes serem sujeitos a danos, quebras, deterioração ou até corrosão, dependendo das condições do armazém. Por fim, também é de constatar que o dinheiro utilizado para manter os materiais em armazém poderia ser investido noutras oportunidades de maior retorno financeiro (Mavi et al., 2020).

2.3.3. Cross docking

Ao utilizar esta estratégia, é permitido que os produtos sejam continuamente distribuídos desde as empresas produtoras, para os seus armazéns e, seguidamente, para os seus clientes ou revendedores (Simchi-Levi et al., 1999).

Assim que as mercadorias são rececionadas pelo armazém, são transferidas imediatamente para uma área de carregamento ou expedição, onde são colocadas nos veículos de entrega, pelo que não permanecem no armazém mais de 24 horas (Waters, 2003).

Nesta estratégia, o material que é rececionado pelo armazém pode ser proveniente de diversas origens e é agrupado e consolidado consoante os destinos, com a menor movimentação possível e com pouca ou nenhuma armazenagem entre o seu rececionamento e expedição (Benbitour et al., 2016).

Sendo assim, os armazéns são utilizados como pontos de coordenação e não como pontos de armazenamento de material (ver Figura 6). Para além disso, geralmente, o centro de *cross docking* é uma instalação independente (Simchi-Levi et al., 1999).

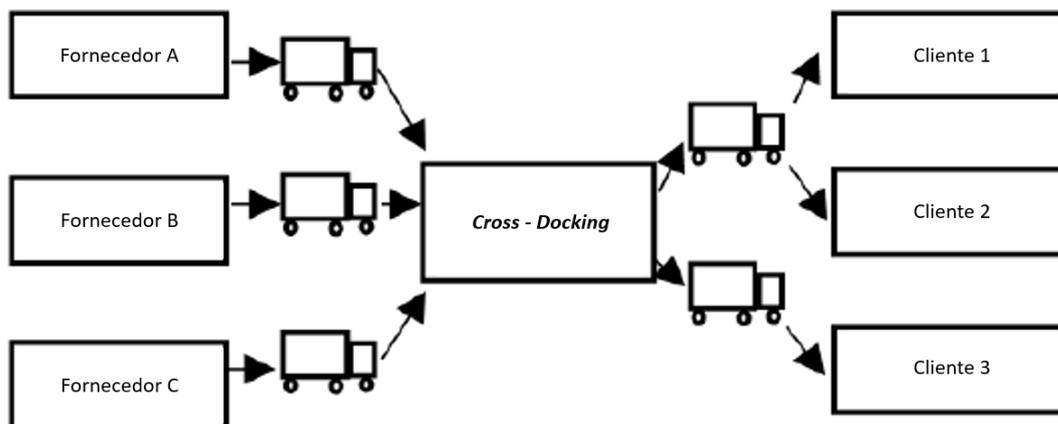


Figura 6 - Centro de *cross docking* clássico [Fonte: Benbitour et al., (2016)]

Uma das vantagens do *cross docking* é a consolidação de material de diferentes encomendas que partilham o mesmo destino, o que permite aumentar

a eficiência dos camiões, levando à utilização da sua capacidade máxima (Mavi et al., 2020).

Por um lado, esta estratégia de expedição permite reduzir os níveis de *stock* e o *Lead Time*, dado que o tempo de armazenamento do material também é reduzido. Por outro lado, possibilita a redução dos custos de armazenagem, de atividades de *picking* e de manuseamento dos bens, dos custos de mão-de-obra e o espaço de armazenamento (Benbitour et al., 2016). Há, ainda, uma menor probabilidade de haver danos ou obsolescência dos produtos e existe um maior controlo sobre os prazos de entrega (Mavi et al., 2020).

No entanto, este sistema também é exigente. Por um lado, é fundamental uma comunicação fluída entre as entidades, pelo que deve haver uma transmissão de informação em avanço por parte do produtor para o armazém de forma a que o tempo de transferência de carga seja reduzido. Por outro lado, este sistema faz mais sentido para negócios com um sistema de distribuição grande, no qual existam transportes com capacidade máxima ocupada a sair todos os dias, caso contrário, os custos seriam superiores.

Capítulo 3 – Descrição da empresa

Este capítulo é destinado à apresentação da Bosch Termotecnologia S.A.

Inicia-se com uma breve introdução do Grupo Bosch, seguido da apresentação da empresa Bosch localizada em Aveiro, a Bosch Termotecnologia S.A., da sua estrutura e do seu portfólio de produtos.

Posteriormente, faz-se uma descrição inicial das peças de substituição produzidas. Nesse sentido, identificam-se os mercados principais para os quais estas são vendidas, demonstra-se a estratégia de produção, introduz-se o seu processo de produção e, por fim, aborda-se a sazonalidade da procura destas.

3.1. Grupo Bosch

O nascimento da empresa conhecida hoje como Bosch decorreu em 1886, quando Robert Bosch fundou um “*Workshop* de Mecânica de Precisão e Engenharia Elétrica”, em Estugarda (Robert Bosch GmbH, 2019).

Atualmente, o Grupo Bosch é líder no fornecimento de tecnologia e serviços, sendo que emprega por volta de 395.000 colaboradores em todo o mundo, tendo gerado, em 2020, uma faturação de 71,5 mil milhões de euros (Robert Bosch S.A., 2021).

As operações dividem-se em quatro áreas de negócio: Tecnologia Industrial, Bens de Consumo, Tecnologia de Energia e Edifícios e Soluções de Mobilidade (ver Figura 7).

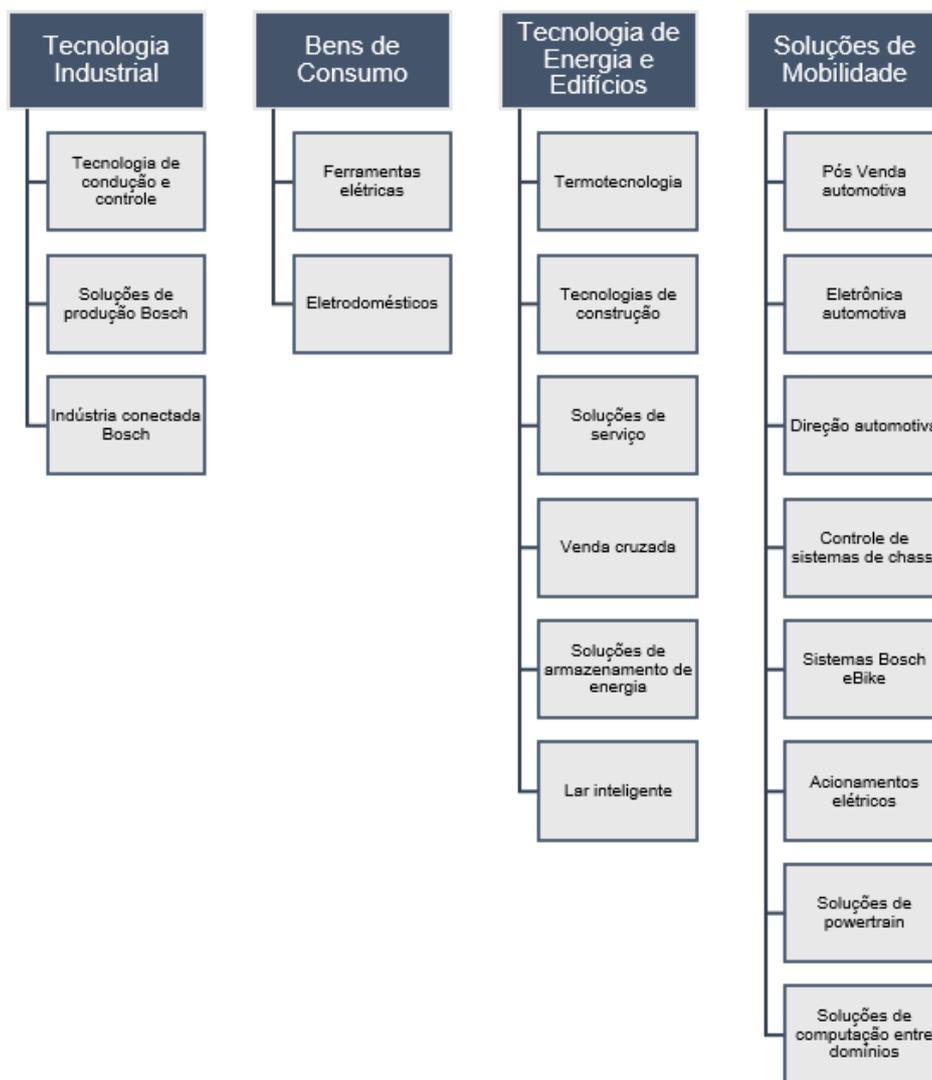


Figura 7 - Unidades de negócio da Bosch [Fonte: Robert Bosch GmbH, (2022)]

Em Portugal, o Grupo Bosch opera desde 1911, possuindo, atualmente, quatro unidades distribuídas pelo país. São estas:

- Aveiro - divisão de Termotecnologia;
- Braga - divisão de Multimédia Automóvel;
- Lisboa - subsidiária da BSH Eletrodomésticos e sede da Bosch (atividades de vendas, *marketing*, contabilidade e comunicação, recursos humanos e comunicação para o Grupo Bosch);
- Ovar - divisão de Sistemas de Segurança.

Em 2020, o Grupo Bosch, em Portugal, contou com um total de 5 840 colaboradores. Ainda no mesmo ano, apresentou uma taxa de exportação

superior a 95%, contribuindo para um total de e 1.6 mil milhões de euros de receitas de vendas (Robert Bosch S.A, 2022).

3.2. Bosch Termotecnologia S.A.

A divisão de Termotecnologia da Bosch faz parte da área de negócio Tecnologia de Energia e Edifícios e é responsável pela produção de soluções de água quente e tecnologia de aquecimento. Os produtos da divisão são vendidos sob marcas internacionais e regionais, como Bosch, Buderus, Worcester e Junkers.

Em Aveiro, as atividades da Bosch Termotecnologia S.A. começaram a partir da aquisição da Vulcano Termodomésticos, em 1977, tendo-se rapidamente tornado líder do mercado nacional de esquentadores (Bosch Termotecnologia S.A., 2020).

Hoje, a empresa emprega cerca de 1500 pessoas e fornece soluções de água quente através da venda de esquentadores (elétricos e a gás), caldeiras e unidades interiores de bombas de calor para todo o mundo, exportando os seus produtos para mais de 40 países (AvP/PM, 2022).

3.3. Estrutura da Empresa

A Bosch Termotecnologia S.A. é constituída por 4 áreas (ver Figura 8):

O Centro de Energia é responsável pelo desenvolvimento de *softwares*, soluções *web* e móveis, exploração de dados, desenvolvimento de HDMIs, desenvolvimento de produto (Bombas de Calor e Caldeiras), entre outros.

É também nesta empresa, no Edifício RWH (*Residential Water Heating*), que se encontra o Centro de Competências Bosch para o negócio de águas quentes, ou seja, trata-se da localização central a nível mundial da unidade de negócio de aquecimento de água quente residencial (esquentadores, cilindros elétricos, etc).

Existe, ainda, uma área de serviços partilhados que é responsável por fornecer serviços a outras entidades da divisão de Termotecnologia, tais como contabilidade, finanças, tecnologia de informação, recursos humanos, compras diretas e indiretas, operações digitais, soluções de indústria 4.0.

Por fim, é na fábrica AvP que são produzidos os esquentadores, as caldeiras e as bombas de calor. A capacidade produtiva anual desta fábrica é de 220 000 unidades de caldeiras, 55 000 unidades interiores de bombas de calor e 1 970 000 esquentadores.



Figura 8 - Bosch Termotecnologia S.A. [Fonte: Bosch Termotecnologia S.A. AvP/PM, (2022)]

Ao contrário do que é comum no tecido empresarial português, a fábrica de Aveiro não possui uma organização funcional - estrutura organizacional baseada em funções. Em janeiro de 2020 foi implementada uma organização de “mini fábricas”, ou seja, foram criadas 3 equipas multifuncionais orientadas para o tipo de produto, designadas de *Value Streams* (VS). Cada VS inclui todas as funções relevantes para produzir o produto pelo qual é diretamente responsável, isto é, produção, logística, qualidade, engenharia de processo e industrialização de novos produtos (Bosch Termotecnologia S.A. AvP/HRL, 2019).

Esta mudança fez sentido visto que a Bosch Termotecnologia S.A. pretende diversificar o seu portfólio de produtos, o que implica a produção de famílias pertencentes a unidades de negócio distintas e, como tal, com requisitos de negócio também distintos. Assim, é garantida uma maior orientação para as necessidades específicas de cada um. Tornou-se igualmente possível reduzir as camadas organizacionais e garantir uma reação mais rápida, assim como uma maior agilidade e flexibilidade na resposta às necessidades do cliente (interno e externo).

Existem, ainda, equipas responsáveis por algumas funções que não estão incluídas nos *Value Streams*, mas que, no entanto, são transversais aos mesmos, prestando-lhes o apoio necessário: logística, higiene e segurança no trabalho, manutenção, qualidade, digitalização, indústria 4.0 e infraestruturas.

Como referido anteriormente, existem 3 *Value Streams*. Casa VS possui na sua estrutura departamentos responsáveis pela gestão de produção/operações, logística, qualidade e desenvolvimento de projetos relacionados com os produtos sob a sua responsabilidade:

Value Stream RW: AvP/MSE-RWH (*Residential Water Heating*) - soluções de água quente residencial, ou seja, esquentadores a gás e elétricos.

Value Stream CS-ES: AvP/MSE-CS-ES - soluções de aquecimento residencial. Enquanto a área de negócio **CS** (*Combustion Solutions*) é referente a unidades de combustão (caldeiras a gás), a área **ES** (*Electric Solutions*) corresponde às bombas de calor elétricas (apenas são produzidas as unidades interiores). É também neste *Value Stream* que se produzem as peças de substituição que, assim como os produtos finais, são depois vendidas tanto para o mercado nacional, como internacional.

Value Stream Manufacturing Components: AvP/MFO (*Manufacturing Operations*) - componentes fabricados internamente que são abastecidos às linhas finais para montagem de produto acabado (que estão na responsabilidade dos dois outros *Value Streams*). São estes produtos peças estampadas, tubos de cobre, acessórios, frentes, câmaras de combustão, entre outros (Bosch Termotecnologia S.A. AvP/HRL, 2019).

3.4. *Value Stream CS-ES*

O projeto em questão foi desenvolvido no *Value Stream CS-ES* que, como mencionado anteriormente, é responsável pela produção de caldeiras e unidades internas de bombas de calor.

São 6 as equipas que constituem este departamento (ver Figura 9):

A equipa de operações garante a industrialização, realiza cadernos de encargos a fornecedores, suporta as linhas de produção já implementadas,

realiza a análise de medição de tempos e métodos, identifica melhorias nos processos produtivos, implementa projetos e efetua análises ergonómicas.

A equipa de gestão de produção supervisiona as atividades de produção, os fluxos de materiais, processos produtivos e logísticos, garante o cumprimento das regras de prevenção dos riscos pessoais e ambientais, realiza confirmações de processo e coordena ações de melhoria e produtividade nas linhas de produção. Assegura, ainda, a gestão diária da equipa de produção, promovendo a sua formação, polivalência e desenvolvimento, pelo que planeia e gere os recursos de acordo com as necessidades e tarefas da área. Dentro das suas funções, encontra-se, também, a monitorização de indicadores de gestão de área (*KPIs – Key Performance Indicators*).

A logística de cliente tem como funções a gestão de *stocks*, de clientes e de encomendas de material acabado produzido pelo *Value Stream CS-ES*, assim como peças de substituição - tanto para mercado nacional como internacional - com consequente cumprimento dos *KPIs* determinados. Para além das funções mencionadas, esta equipa pode assumir o papel de *designer* da cadeia de abastecimento em projetos existentes.

A equipa de *procurement* e planeamento de produção divide-se em dois tipos de função. Enquanto o *procurement* executa o planeamento e gestão de *stock* de componentes de compra e a gestão de encomendas a fornecedores, os planeadores de produção gerem os *stocks* de produtos finais e realizam o planeamento de produção do *Value Stream CS-ES* (para unidades internas de bombas de calor, caldeiras e peças de substituição), com objetivo de assegurar disponibilidade de *stock* para as encomendas efetuadas.

A principal função da equipa de qualidade passa pela resolução de problemas de qualidade relacionados com produtos e processos. Para além disso, participa nos processos de industrialização, faz aprovação de equipamentos, realiza análises de risco e de desvios e é, ainda, responsável pela formação de pessoas, pelo seguimento de *KPIs* e pela definição de ações de melhoria para assegurar os diversos indicadores. Participa em projetos do *Value Stream* e determina ações de contenção e melhoria de processos e produtos.

Por fim, o gestor de projetos coordena os projetos TTM (*time to market*). Estes envolvem a industrialização e a introdução na fabricação de um novo produto, pertencente ao *portfolio* do *Value Stream CS-ES*, na Bosch de Aveiro. Sendo assim, o gestor de projetos gere os recursos e as equipas envolvidas nesses projetos e as suas capacidades, pelo que é responsável por assegurar que todas as atividades são cumpridas dentro do limite de tempo definido. Estes projetos envolvem membros de todo o VS e das equipas de suporte da Bosch, conforme as necessidades dos mesmos.

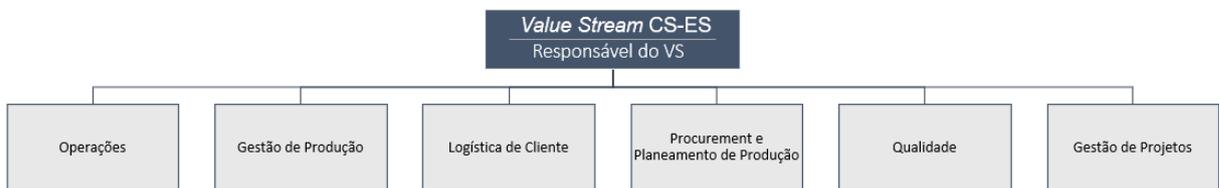


Figura 9 - Estrutura do Value Stream CS-ES

3.5. Peças de Substituição

As peças de substituição produzidas na Bosch de Aveiro são utilizadas para substituir peças equivalentes originais, quando necessário, em caldeiras, bombas de calor e esquentadores que se encontram no mercado.

Na Figura 10, encontra-se um exemplo de uma bomba de calor.

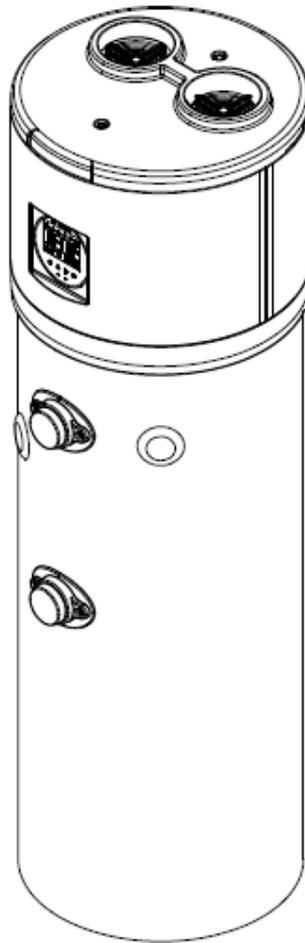


Figura 10 - Exemplo de uma bomba de calor [Fonte: Bosch Thermotechnik GmbH, (2022)]

Seguidamente, na Figura 11, é possível visualizar, com maior detalhe, as 30 peças de substituição que constituem a bomba de calor em questão.

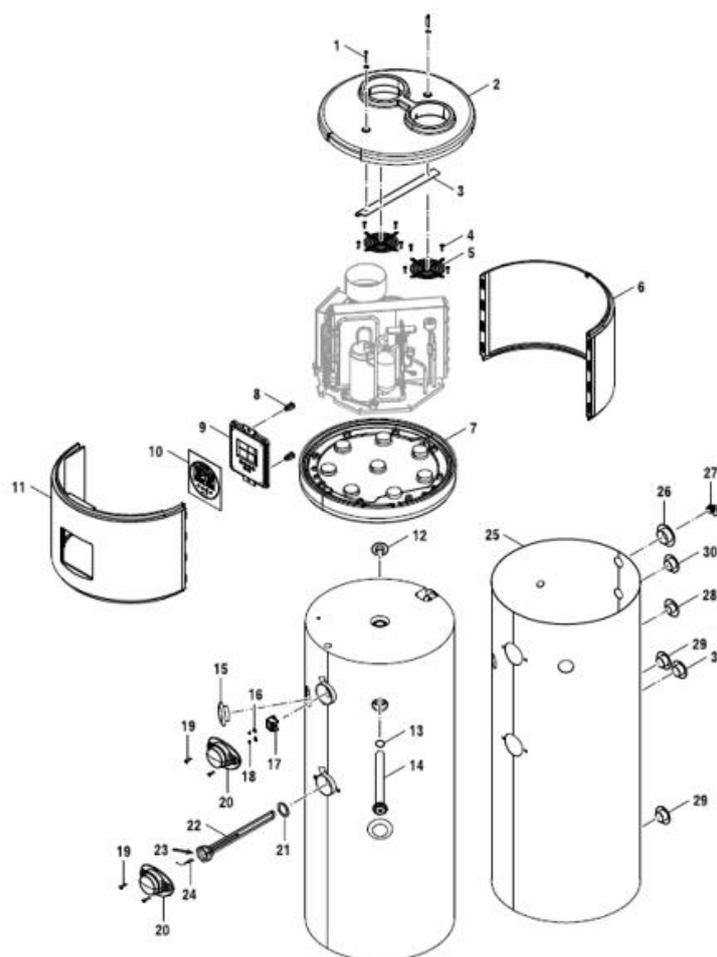


Figura 11 - Peças de substituição da bomba de calor [Fonte: Bosch Thermotechnik GmbH, (2022)]

Em Aveiro, são produzidas mais de 6600 peças de substituição diferentes, tendo sido produzidas, entre janeiro e maio de 2022, cerca de 1700 referências diferentes.

Cada peça pode ter como constituintes um, dois ou vários componentes dos mais variados tamanhos, desde, por exemplo, anilhas e parafusos, a válvulas de gás e frentes de caldeiras, o que implica que o tamanho das peças de substituição também varia substancialmente. É de referir que cada peça de substituição é identificada através de uma referência, sendo que os seus componentes também têm as suas referências próprias.

Abaixo, na Figura 12, encontram-se os componentes de três peças de substituição diferentes. A peça A é apenas composta por 1 unidade de um componente (uma frente de caldeira), a peça B já possui 4 unidades de um mesmo componente e a peça C contém 6 componentes diferentes.

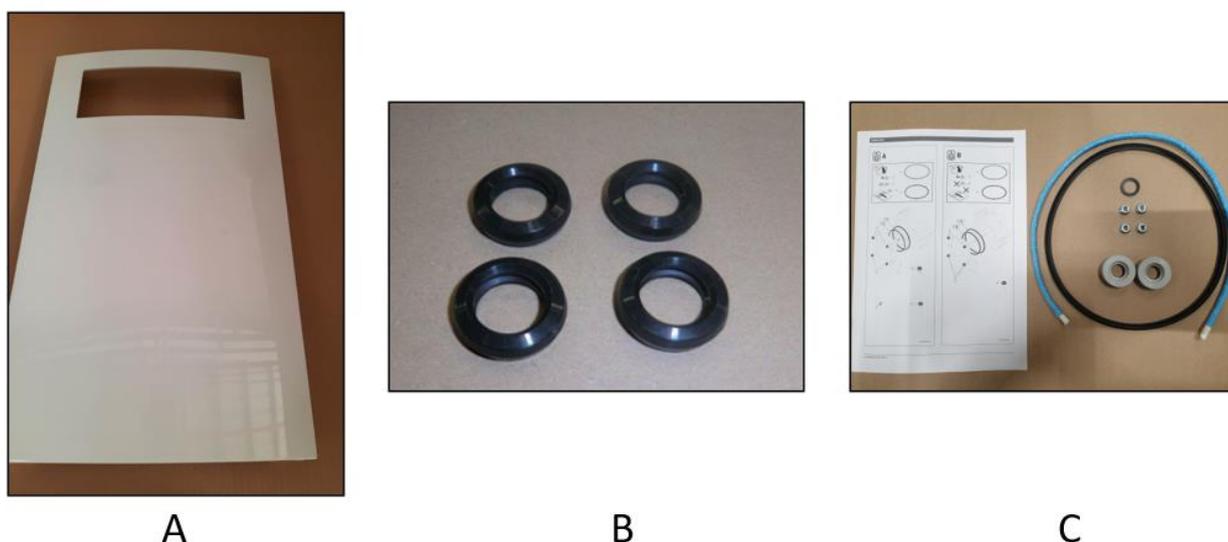


Figura 12 - Peças de substituição produzidas na Bosch Termotecnologia S.A.

As peças de substituição podem dividir-se em 2 grupos:

- Peça sujeita a pré-processos: parte dos componentes da peça de substituição é produzido em chão de fábrica antes de seguir para a secção de produção e embalagem.
- Peça não sujeita a pré-processos: a peça de substituição é constituída apenas por componentes de compra, que se encontram no armazém da fábrica.

3.5.1. Mercados principais

Assim como os produtos finais da Bosch Termotecnologia S.A, as peças de substituição têm como destino diversos mercados. De forma a conseguir abastecer o cliente final de uma forma mais eficaz e rapidamente, a divisão da Bosch Termotecnologia possui armazéns distribuídos pelo mundo dedicados ao armazenamento dessas peças, sendo que é para estes armazéns que as peças

de substituição produzidas em Aveiro são expedidas (no caso de o cliente não estar localizado em Portugal).

Sendo assim, no caso da fábrica de Aveiro, os principais mercados, em termos de faturação, para os quais as peças de substituição são vendidas são:

- Portugal – por uma questão de organização logística, o mercado nacional é fornecido através do armazém externo.

- Espanha – fornecido através de um armazém localizado em Madrid (IBTT).

- Alemanha – gerido pelo armazém central de peças de substituição da Alemanha, em Lollar (CWS). Devido à centralização do CWS, este armazém fornece não só o seu próprio mercado, como também a europa central (Alemanha, França, Áustria, Luxemburgo, etc.).

De notar que o cliente da Bosch Termotecnologia S.A. corresponde a esses armazéns e não ao cliente final das peças.

3.5.2. Processo de produção das peças de substituição

A estratégia de produção de peças de substituição pode seguir uma de duas estratégias, dependendo do seu mercado final:

- a) *Make to Stock* (MTS) – no caso do abastecimento do mercado nacional, mantém-se um stock de segurança no armazém externo que tem como objetivo permitir dar uma resposta imediata às encomendas colocadas pelo cliente final.
- b) *Make to Order* (MTO) – para todos os restantes mercados, a produção de determinada peça de substituição é apenas realizada quando existe uma encomenda por parte do cliente. A produção MTO acontece essencialmente para clientes que possuem o seu próprio armazém e que têm o seu próprio stock destas peças.

O processo de produção de peças de substituição é semelhante para todas as referências (ver Figura 13).

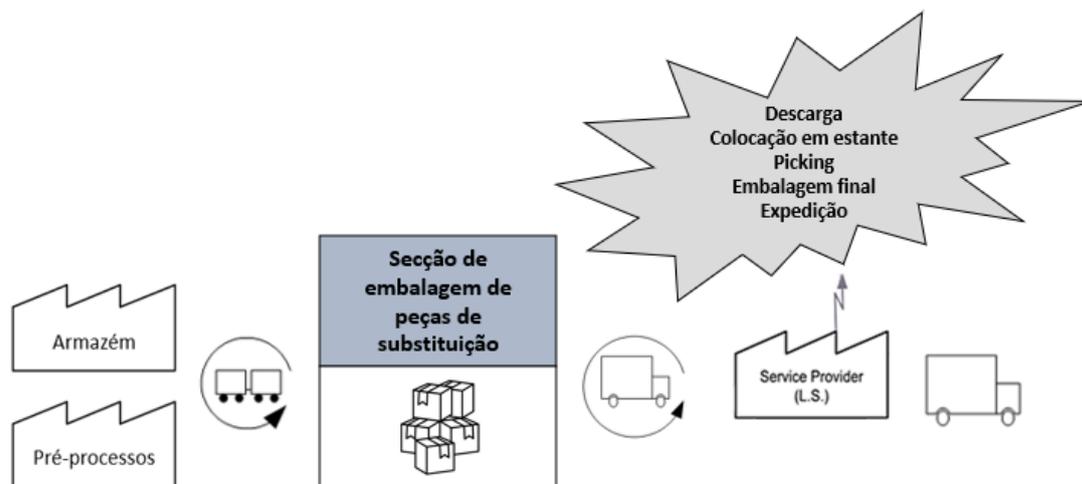


Figura 13 - Processo de peças de substituição

Este começa com a colocação da encomenda em sistema - por parte do cliente ou do responsável logístico de cliente (CLP) - ou para perfazer níveis de stock de segurança, no caso das peças de substituição que seguem para clientes em Portugal. Posto isto, segue-se o planeamento da produção dessas peças.

A embalagem das peças é feita na secção de embalagem, onde se dá a agregação dos componentes constituintes da peça de substituição em questão, sejam estes provenientes de armazém ou do chão de fábrica. Com as peças reunidas na secção, inicia-se a embalagem da peça de substituição. Cada peça pode ser embalada numa caixa (ver Figura 14) ou num saco (ver Figura 15).



Figura 14 - Peças de substituição embaladas em caixas



Figura 15 - Peças de substituição embaladas em sacos

Após embaladas, as peças são colocadas em caixas retornáveis ou paletes e encaminhadas para o *buffer*. O *buffer* trata-se de um tapete onde são colocadas as paletes com os produtos provenientes de qualquer linha de produção que são depois filmadas e colocadas dentro do camião e são transportadas até ao *Service Provider* (SP).

O *Service Provider* é um armazém externo subcontratado que tem como responsabilidade colocar cada material que se encontra dentro do camião no local correspondente, neste caso, as peças de substituição no local dedicado ao armazenamento das mesmas. O *Service Provider* é ainda responsável por preparar a encomenda, imprimir as guias de transporte (realizadas pelo responsável de transportes da Bosch) e enviar a carga para o destino final. As guias são preparadas em SAP - *software* de gestão da Bosch Termotecnologia S.A. - e são documentos que incluem a morada do cliente, a carga que se encontra no camião, ou seja, referências, quantidades, as referências das

encomendas associadas, e o peso total. É obrigatório que este último documento acompanhe a carga.

O tempo de transporte até ao destino final é variável consoante a localização do mesmo.

Todo este processo será abordado com maior profundidade no capítulo seguinte.

3.5.3. Sazonalidade das peças de substituição

Como referido anteriormente, a Bosch Termotecnologia S.A. fabrica produtos de aquecimento e soluções de água quente, pelo que as peças de substituição dão suporte às avarias destes produtos. Estes aparelhos são instalados em habitações onde as pessoas que deles usufruem procuram obter conforto.

Sendo estes produtos utilizados para aquecimento da água utilizada nesses lares, é de esperar que o seu uso aumente substancialmente na altura do ano em que as temperaturas ambientes se encontrem mais baixas, ou seja, nos meses mais frios.

Em contrapartida, a utilização destes aparelhos reduz consideravelmente durante os meses mais quentes. O interesse em aquecer a água de uma residência diminui e não há tanta necessidade de, por exemplo, tomar banhos com água quente, pelo que esta passa a ser utilizada essencialmente para, por exemplo, atividades que se realizem na cozinha (lavar a loiça, cozinhar, ...) ou para atividades de limpeza.

Estando a procura de peças de substituição relacionada com a intensidade de utilização de aparelhos, é de esperar que esta varie com as épocas do ano.

Durante os meses mais frios, como os aparelhos estão sujeitos a uma maior intensidade de uso, existe uma maior tendência para que estes apresentem desgaste ou avarias e, portanto, uma necessidade de substituição das suas peças constituintes. Para além disso, a urgência da procura destas peças é bastante superior. Dadas as baixas temperaturas, os clientes não se encontram dispostos a estar mais do que um dia sem as suas fontes de aquecimento. Tal situação não acontece nos meses mais quentes, onde a utilização dos aparelhos não é tanta e,

portanto, as avarias não são tão constantes. Para além disso, no caso destas acontecerem, o cliente já é mais tolerante relativamente à espera pelas peças de substituição.

Posto isto, a Bosch Termotecnologia S.A. considera que existem duas épocas diferentes de procura de peças de substituição: época baixa e época alta.

A época baixa refere-se aos meses mais quentes nos quais a procura de peças de substituição não é tão elevada. São estes: abril, maio, junho, julho e agosto.

A época alta inclui os meses nos quais a temperatura ambiente é mais baixa e, portanto, a procura por peças de substituição é elevada. Esta época dá-se em setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (ver Figura 16).

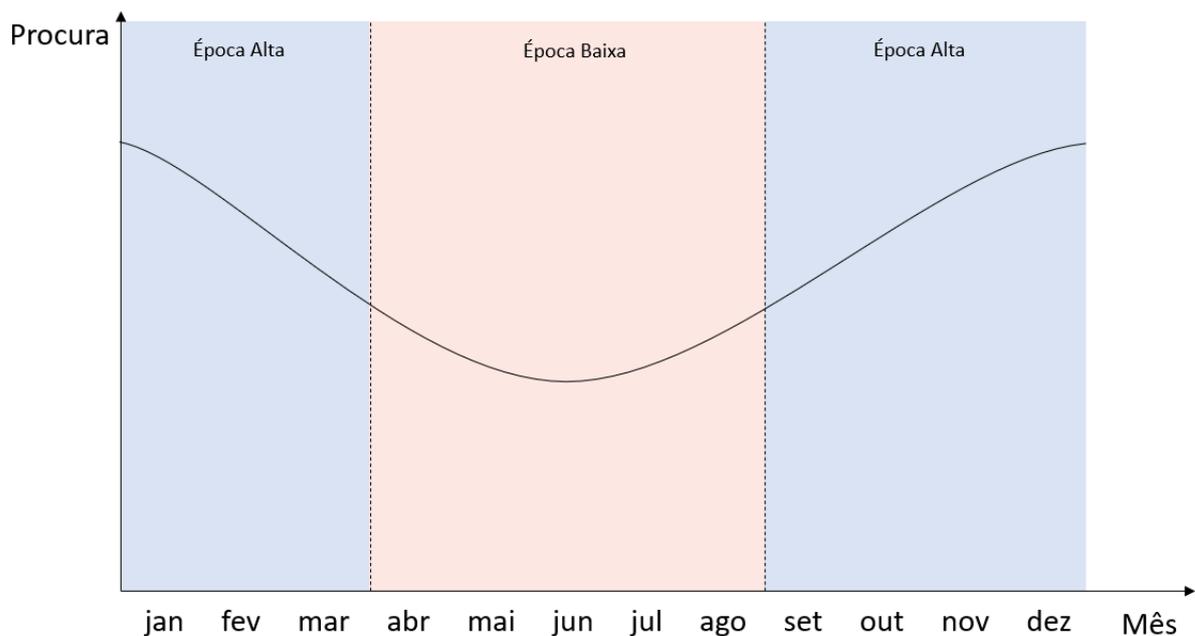


Figura 16 -Variação da procura de peças de substituição produzidas pela Bosch Termotecnologia S.A. ao longo do ano

As épocas alta e baixa já tinham sido determinadas a partir da análise de dados quantitativos retirados referentes ao consumo de peças de substituição e avaliados pela empresa.

No anexo A, é possível visualizar de forma gráfica os consumos de 12 referências diferentes (peça A a L), não relacionadas, ocorridos no ano 2021. São apresentados três gráficos, cada um com referente a 4 referências diferentes de uma determinada categoria, já determinada pela empresa (A - com maior importância económica ou valor, B - com importância económica intermédia, C - com menor importância económica). De forma geral, é possível concluir que a variação da procura destas peças é semelhante à apresentada na Figura 16, corroborando a existência de duas épocas de procura de peças de substituição.

O consumo destas 12 referências encontra-se resumido na tabela abaixo (Tabela 1)

Tabela 1 - Vendas mensais de 12 referências

Referência	Época	Alta			Baixa					Alta				Média de vendas mensal
	Classificação ABC	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
A	A	501	366	236	205	182	209	207	241	262	162	242	248	255
B	A	374	293	169	134	138	91	109	89	186	122	138	161	167
C	A	225	238	128	56	133	86	73	47	79	86	165	131	121
D	A	210	319	240	95	133	107	111	60	134	121	253	143	161
E	B	43	68	47	10	18	22	22	16	29	21	20	34	29
F	B	47	56	31	14	12	49	56	31	20	5	68	49	37
G	B	162	127	105	44	45	58	51	39	87	73	111	112	85
H	B	85	36	87	17	29	29	28	16	26	30	42	79	42
I	C	2	4	2	0	0	1	0	0	2	1	2	1	1
J	C	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	1
K	C	6	2	6	6	0	0	0	0	0	0	0	5	2
L	C	15	11	15	1	2	5	0	6	2	1	2	14	6

A partir destes dados, foi possível calcular o índice sazonal para as vendas de cada um dos meses de cada referência (ver Tabela 2).

O índice sazonal é um fator que indica o quanto maior ou menor as vendas realizadas num período de tempo específico são, quando comparadas às de um período típico anual. Por exemplo, caso as contas fossem feitas para dados trimestrais de vendas de um ano, haveria um índice sazonal para cada trimestre. Se o primeiro trimestre apresentasse um índice de 1,235, significa que as vendas são 23,5% nesse trimestre em comparação com todos os trimestres do ano. Um índice sazonal apropriado permite realizar previsões que refletem tanto a tendência de longo prazo, como possibilita a compreensão do comportamento sazonal (Siegel, 2011).

Tabela 2 - Índices sazonais mensais das 12 referências

Referência	Época	Alta			Baixa				Alta				Média de vendas mensal	
	Classificação ABC	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov		dez
A	A	2,0	1,4	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,6	0,9	1,0	255
B	A	2,2	1,8	1,0	0,8	0,8	0,5	0,7	0,5	1,1	0,7	0,8	1,0	167
C	A	1,9	2,0	1,1	0,5	1,1	0,7	0,6	0,4	0,7	0,7	1,4	1,1	121
D	A	1,3	2,0	1,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,4	0,8	0,8	1,6	0,9	161
E	B	1,5	2,3	1,6	0,3	0,6	0,8	0,8	0,5	1,0	0,7	0,7	1,2	29
F	B	1,3	1,5	0,8	0,4	0,3	1,3	1,5	0,8	0,5	0,1	1,9	1,3	37
G	B	1,9	1,5	1,2	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5	1,0	0,9	1,3	1,3	84,5
H	B	2,0	0,9	2,1	0,4	0,7	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	1,0	1,9	42
I	C	1,6	3,2	1,6	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,6	0,8	1,6	0,8	1
J	C	2,4	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	1
K	C	2,9	1,0	2,9	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2
L	C	2,4	1,8	2,4	0,2	0,3	0,8	0,0	1,0	0,3	0,2	0,3	2,3	6

Neste caso, de forma a calcular o índice de sazonalidade para cada um dos meses, foram divididas as vendas mensais de cada referência pelo valor das vendas mensais médias, também de cada referência. É possível visualizar que os valores variam entre 0 (não existiram vendas nesse mês) e 7.2 (as vendas foram 720% superiores ao valor médio de vendas mensal dessa peça). Os meses de época baixa são majoritariamente constituídos por índices de sazonalidade abaixo de 1, enquanto os meses da época alta apresentam índices acima de 1, o que indica que os consumos nos meses desta época são superiores à média. O mês que pode originar alguma discussão relativamente a qual época deve pertencer é setembro, dado que os índices apenas são superiores a 1 em menos de metade das referências.

De forma a determinar a existência de uma época alta e uma época baixa, foram calculados os valores de índices de sazonalidade para cada uma destas. Visto que as épocas não têm o mesmo número de meses, não era possível utilizar a média de consumos entre ambas a épocas. Desta forma, realizou-se o cálculo através das médias dos índices sazonais mensais que integram cada uma das épocas. O resultado encontra-se resumido na Tabela 3.

Tabela 3 - Índices sazonais da época alta e da época baixa das 12 referências

Época		Alta	Baixa
Referência	Classificação ABC	Índice Sazonal	Índice Sazonal
A	A	1,1	0,8
B	A	1,2	0,7
C	A	1,2	0,7
D	A	1,3	0,6
E	B	1,3	0,6
F	B	1,1	0,9
G	B	1,3	0,6
H	B	1,3	0,6
I	C	1,6	0,2
J	C	1,5	0,2
K	C	1,3	0,6
L	C	1,4	0,5

Ao analisar esta tabela, é possível visualizar que, conforme esperado, é apresentado um índice sazonal maior para a época alta (todos os valores são superiores a 1), enquanto que, para a época baixa, os índices sazonais são menores (todos os valores menores que 1). Isto comprova que, na época alta, os consumos mensais são, de forma geral, superiores aos valores de média mensal ao longo do ano. Pelo contrário, na época baixa, os valores de vendas destas peças de substituição são menores do que a média mensal.

Com a alteração da procura de peças ao longo do ano, as várias equipas são sujeitas à necessidade de preparação e adaptação para as diferentes épocas.

Utilizando o exemplo da época alta, sendo a procura superior à da época baixa, o *procurement* deve esperar encomendar uma maior quantidade de materiais, o responsável logístico de cliente deve esperar que as encomendas contenham maiores quantidades de pedidos de peças de substituição e o gestor de produção deve procurar aumentar a capacidade de produção através, por exemplo, da contratação de mais pessoas para a linha de produção de peças de substituição ou da adaptação física da mesma.

A estratégia da Bosch Termotecnologia S.A. para fazer face à flutuação de consumos entre a época alta e a época baixa implica ações e alterações a três níveis diferentes: responsáveis de cliente, produção e *procurement*.

Dado que a Bosch de Aveiro produz apenas segundo a estratégia *Make to Stock* para o mercado português, o responsável de cliente deste mercado deve efetuar a atualização do valor de *safety stock* de todas as referências no início de

cada época. Para explicar a metodologia de atualização dos valores de *safety stock*, é utilizado o exemplo de preparação da época alta de 2022/2023, que se dá entre setembro de 2022 e março de 2023. Assim que se aproxima o fim da época baixa, em agosto de 2021, deve ser feita uma análise dos consumos de todas as referências consumidas no período homólogo anterior, ou seja, nos meses de época alta do ano anterior (de setembro de 2021 a março de 2022). A partir desta análise, são definidos novos valores de *safety stock*. Em sistema, o aumento destes valores não é feito para todas as referências ao mesmo tempo, mas sim em dois passos diferentes. De forma que a alteração do *safety stock* não tenha um impacto substancial em toda a cadeia, numa primeira fase, em setembro de 2022, aumentam-se apenas ligeiramente os valores, e, mais tarde, em novembro, faz-se um outro aumento destes.

A nível da produção, o gestor de produção é responsável, no 5º dia útil de todos os meses, por avaliar a previsão para os dois meses seguintes de forma a perceber a existência de um aumento ou de uma diminuição da quantidade de produção da secção de embalagem de peças de substituição. A partir deste estudo, o gestor de produção deve decidir se retira ou se contrata operadores. A secção de embalagem inclui um determinado número de pessoas que estão a contrato na Bosch, ou seja, encontram-se fixas a trabalhar na secção ao longo de um ano inteiro e que correspondem à quantidade mínima de pessoas necessárias para manter a produção mínima. A alteração na quantidade de operadores de forma a dar resposta à flutuação de produção dá-se a partir da contratação temporária de colaboradores.

Por fim, a última alteração é realizada ao nível do *procurement*. Mantendo o exemplo de alterações feitas para preparar a época alta de 2022/2023, em agosto de 2022, a equipa de *procurement* deve manter-se atenta às previsões de procura de peças de substituição existentes em sistema (SAP) que, dado a entrada em época alta, devem aumentar. Estas necessidades devem ser avaliadas e, os responsáveis pelo *procurement* devem fazer as encomendas aos seus fornecedores de forma a preparar o stock de componentes para esta época de maior consumo.

Capítulo 4 – Situação Inicial

Após uma introdução relativa à empresa e ao processo de produção das peças de substituição, o presente capítulo procura apresentar com maior profundidade a situação inicial da produção de peças de substituição cuja transferência de produção foi feita entre a Bosch localizada em Deventer (Holanda) para a de Aveiro, e que estão incluídas no corrente projeto de redução de *Lead Time*.

4.1. Transferência de Produção

Em 2021, o Grupo Bosch tomou a decisão de transferir a produção localizada em Deventer, na Holanda, para várias localizações na Europa, entre elas Aveiro.

Posto isto, este projeto surgiu no âmbito da transferência para Portugal da produção de peças de substituição de uma caldeira de venda exclusiva no mercado holandês.

A esta transferência encontram-se associadas diversas vantagens para a Bosch Termotecnologia S.A.: aumento de vendas, de empregabilidade, de produção e volume de negócio obtido.

Por outro lado, o tempo desde que as peças são produzidas em Portugal até serem disponibilizadas na Holanda trata-se de uma grande desvantagem.

À semelhança do que acontece para a Espanha e a Alemanha, estas peças não são enviadas diretamente para o cliente final na Holanda, mas sim para o armazém da Bosch de Deventer, que tem como responsabilidade responder às necessidades do seu próprio mercado. Sendo assim, o cliente da Bosch de Aveiro trata-se da fábrica de Deventer.

A Bosch de Deventer, até à transferência de produção ser realizada, produzia as peças segundo a metodologia *Make-to-Stock*, o que permitia uma resposta rápida às necessidades do seu mercado.

Estando Portugal significativamente distanciado da Holanda, o tempo de resposta às necessidades do mesmo torna-se bastante maior. Tal acontece visto que, como referido anteriormente, a Bosch Termotecnologia S.A. produz segundo

a metodologia *Make to Order* e, portanto, o *Lead Time* desde que a encomenda é realizada até ser entregue inclui o tempo de planeamento, de produção, e de transporte, resultando num total de 18 dias.

Sendo assim, de forma a que a fábrica de Aveiro seja competitiva e se possa justificar esta transferência de produção, torna-se necessário reduzir o *Lead Time* para estas peças de substituição.

O conjunto de peças de substituição incluídas nesta transferência engloba um total de 58 referências, das quais:

- 38 são embaladas em sacos;
- 20 são embaladas em caixas, sendo 2 delas sujeitas a pré-processos.

4.2. Cenário Inicial

De notar que, quando a transferência das peças de substituição foi realizada, o projeto apresentado nesta dissertação já se encontrava iniciado, pelo que algumas ações apresentadas no capítulo seguinte (Capítulo 5) já se encontravam em implementação desde a primeira encomenda realizada pela Bosch de Deventer.

No entanto, caso a transferência tivesse sido realizada antes do início deste projeto, estas peças teriam um processo de produção igual ao de outras peças que também têm como destino o mercado holandês. Esse é o cenário apresentado neste capítulo que resulta no *Lead Time* inicialmente previsto (18 dias) para estas peças, e que deveria ser reduzido.

As peças de substituição que constituem este projeto, à semelhança das que têm como destino final outros mercados estrangeiros, só são produzidas consoante as encomendas colocadas pelo cliente (Deventer), pelo que não existe *stock* de segurança.

O *Lead Time* inicial, numa situação de pior caso possível, é então de 18 dias úteis (ver Figura 17), dos quais:

- 5 são dedicados a uma fase de planeamento;
- 5 dias são utilizados para produzir as peças da encomenda colocada;

- 5 dias são consumidos enquanto as peças se encontram no *Service Provider*;

- 3 dias despendidos no transporte das peças desde Portugal até Deventer.

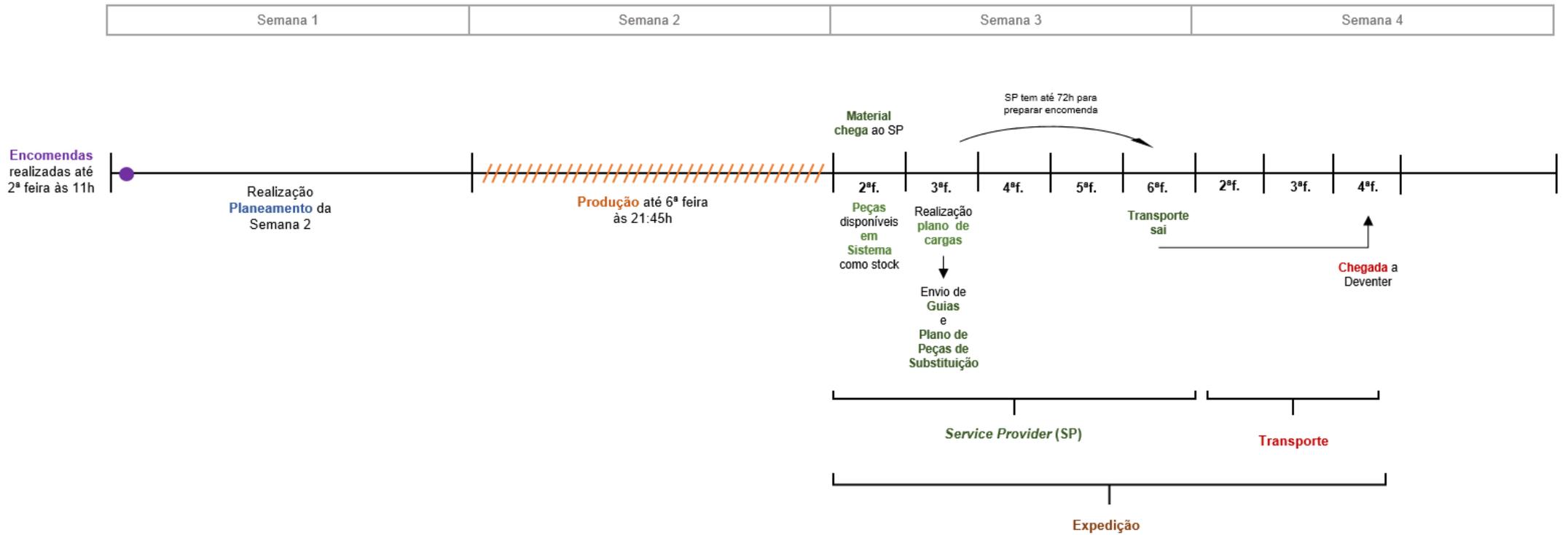


Figura 17 - Lead Time do cenário inicial

4.2.1. Planeamento

A fase de planeamento tem como objetivo definir que material será produzido e quando deverá ser produzido, tendo em conta as necessidades do cliente, a disponibilidade de materiais e a capacidade da linha de produção. O desenvolvimento do plano resulta da colaboração de diversos membros do *Value Stream CS-ES*, nomeadamente o planeador de produção, a equipa de *procurement*, os planeadores logísticos de cliente e o gestor de produção.

O planeamento de peças de substituição de Deventer é semelhante ao que é feito para as restantes, pelo que decorre ao mesmo tempo. Este dá-se ao longo de uma semana inteira (Semana 1) e é referente à semana seguinte (Semana 2).

Esta fase começa pela colocação, em sistema, das encomendas da Bosch de Deventer, o que deve ser feito até às 11h de segunda-feira. Seguidamente, o Planeador processa o MPS (*Master Production Scheduling*).

O MPS fornece um plano geral de produção que envolve o que é necessário produzir, a quantidade e a data de produção. Este plano é feito automaticamente pelo SAP que tem a capacidade de associar todos os pedidos de produção em aberto, pedidos de venda, calcular previsões de procura, níveis de *stock* e datas de entrega das encomendas. Este plano geral apresenta apenas as peças que deverão ser produzidas na Semana 2 como um todo, sem qualquer tipo de distribuição por dias.

É na terça-feira que é efetuada a divisão da produção pelos dias da Semana 2 consoante as prioridades solicitadas pelos responsáveis logísticos de cliente. Estas prioridades podem resultar de necessidades de antecipação ou de atrasos de produção existentes. Sendo assim, as peças de substituição para Deventer, podem ser produzidas entre segunda e sexta-feira. A partir desta divisão e até quinta-feira às 12h, a equipa de *procurement* é responsável por avaliar o *stock* de materiais de compra existente, realizar encomendas de materiais em falta aos fornecedores e analisar as datas de entrega das mesmas. Consoante esta informação, pode efetuar propostas de alterações ao plano de produção.

Na quarta-feira, o gestor de produção verifica o plano de produção da Semana 2, analisa a capacidade da linha de produção de peças de substituição e determina as necessidades que irá ter a nível de horas de produção.

Na quinta-feira de manhã, caso existam no planeamento peças de substituição sujeitas a pré-processos, as secções envolvidas nesses pré-processos devem igualmente realizar a aprovação do plano. Ou seja, caso determinada peça de substituição seja composta por um componente produzido na secção A, a própria secção deve dar o seu *feedback* relativamente à capacidade de produção da quantidade necessária do componente em questão. Os componentes que são produzidos nas linhas do chão de fábrica devem estar preparados no dia anterior à data de produção da peça de substituição na qual são utilizados.

Ainda na quinta-feira, o planeador de produção ajusta o plano de produção consoante os pedidos de alteração realizados pelas secções de pré-processos, secção de produção de peças de substituição e *procurement*.

A partir deste dia o plano semanal da semana seguinte (Semana 2) encontra-se fixo, ou seja, fica definida a quantidade e em que dia cada uma das referências de peças de substituição deverá ser produzida.

Apesar do plano se encontrar fixo, podem sempre existir alterações de última hora, tanto a nível de *procurement*, pré-processos, capacidade da linha de produção de peças de substituição ou entrada de prioridades. Sendo assim, todos os dias é fixo a produção do dia D+2. Por exemplo, na segunda-feira é fixo o plano de quarta-feira e na quinta-feira é fixa a produção da segunda-feira da semana seguinte. Quando o planeamento de determinado dia se encontra fixo, as ordens de planeamento são convertidas em ordens de produção e, só neste momento, é que o planeamento fica visível para a secção.

4.2.2. Produção

Após a semana de planeamento, segue-se a semana de produção, onde se dá a embalagem de peças de substituição.

A secção de embalagem de peças de substituição, numa altura de época baixa, é normalmente constituída por um total de 14 pessoas (ver figura 18).

Este número de trabalhadores, como referido anteriormente, pode ter que ser ajustado uma vez que a procura das peças de substituição é influenciada por vários fatores, o que tem impacto na quantidade de horas de produção necessárias semanalmente. A ocorrência de um aumento ou diminuição da capacidade produtiva necessária pode levar a ajustes da equipa da secção de embalagem de peças de substituição, podendo o gestor de produção contratar temporariamente operadores.

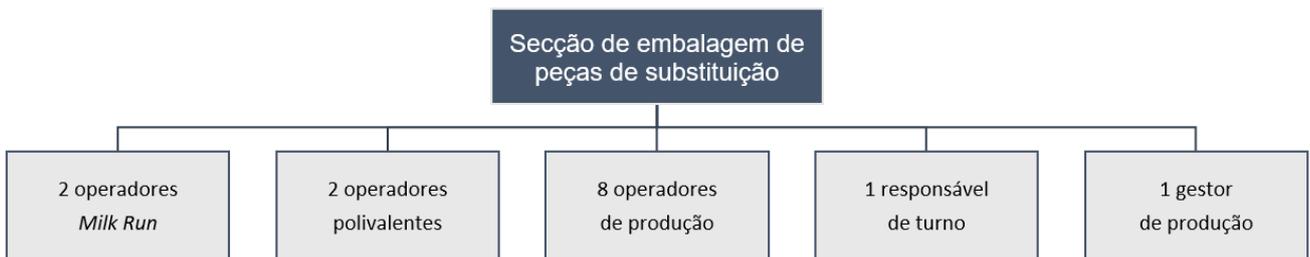


Figura 18 - Constituição da secção de embalagem de peças de substituição em época baixa

As pessoas dividem-se em:

- 2 operadores *milk run* – responsáveis pela recolha de material nas diversas secções da fábrica e no armazém, conforme as necessidades da secção,
- 2 operadores polivalentes – as suas responsabilidades dividem-se entre a preparação e distribuição de material pelos postos da secção e pela embalagem de peças de substituição;
- 8 operadores de produção – dedicados unicamente à produção de peças de substituição;
- 1 responsável de turno – gere a secção em conjunto com o gestor de produção, dedicando-se à coordenação da capacidade da mesma e alocação dos operadores de produção aos postos devidos;
- 1 gestor de produção – gere a secção e as suas necessidades e supervisiona as atividades de produção, os fluxos de materiais, processos produtivos e logísticos.

Considera-se que cada colaborador trabalha um total de 450 minutos por dia, o que corresponde a 7,5 horas de trabalho diárias, tendo adicionalmente meia hora dedicada a intervalos.

A secção de embalagem de peças de substituição trabalha 5 dias por semana em 2 turnos (ver Figura 19):

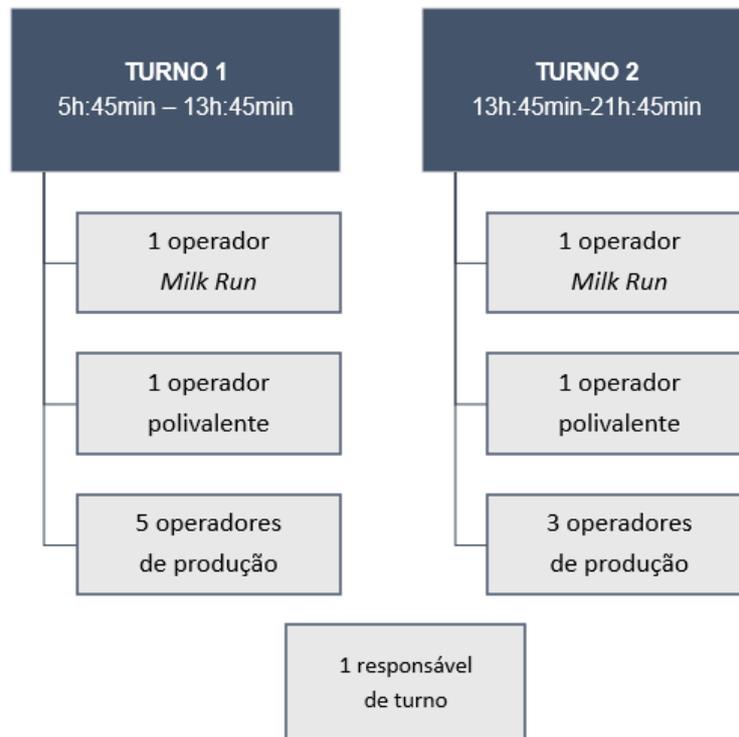


Figura 19- Turnos da secção de produção de peças de substituição

O primeiro turno é composto por 1 operador de *milk run*, 5 operadores de produção e 1 operador polivalente e opera entre as 5h:45min e as 13h:45min. O segundo turno é integrado por 1 operador de *milk run*, 3 operadores de produção e 1 operador polivalente e opera entre as 13h:45min e as 21h:45min. O responsável de turno divide o seu horário entre ambos os turnos.

Sendo assim, de uma forma geral, cada turno tem um total diário de 4500 minutos de trabalho dedicados unicamente à embalagem das peças de substituição (proveniente do trabalho realizado pelos operadores polivalentes e pelos operadores de produção).

A secção é, ainda, composta por duas linhas de produção, uma dedicada à embalagem em sacos e outra dedicada à embalagem em caixas. A linha de embalagem em caixas possui 3 postos de trabalho e a linha de embalagem em sacos tem 4 postos, sendo todos estes independentes entre si

Existem cerca de 29 referências de caixas diferentes e 9 referências de sacos que podem ser utilizados.

O dia de produção começa pela abertura do plano de produção do dia por parte do operador polivalente. São, posteriormente, impressas as folhas de trabalho, sendo que cada folha corresponde a uma ordem de produção (Anexo B).

As folhas sendo impressas ao longo do dia pelo responsável de turno da forma que este considerar mais conveniente, com o objetivo de nivelar a produção. As ordens de produção podem tanto ser de caixas como de sacos.

Na folha de trabalho, encontram-se informações como a identificação do material a ser produzido, a sua quantidade, a data de impressão e o número da ordem de produção. Também se encontram incluídos os componentes constituintes da peça de substituição em questão, a quantidade necessária de cada um, consoante a quantidade final da peça de substituição a ser produzida e a localização desse material. Esta última informação encontra-se identificada na zona da folha de trabalho dedicada à BOM (*Bill of Materials* – lista técnica e estruturada que inclui as peças, componentes e materiais, assim como as suas quantidades, necessários para fabricar determinado produto). Pode, ainda, incluir outras informações, consoante a necessidade da linha de produção.

Sempre que é feita uma impressão da folha de trabalho, o operador polivalente realiza a requisição do material necessário ao armazém. Os materiais sujeitos a pré-processos não necessitam de requisição visto que já foram produzidos no dia anterior.

Seguidamente, o operador responsável pelo *milk run* trata de reunir as folhas de trabalho existentes e de se dirigir aos locais correspondentes para levantar os materiais necessários. Tanto o armazém como cada secção têm um local indicado onde deve ser colocado o material.

Já na secção, conforme o material chega, é colocado numa zona específica para tal. O responsável de turno ou o operador polivalente coloca o material organizado por grupos em caixas retornáveis segundo as ordens de produção.

Quando os materiais necessários descritos na folha de trabalhos se encontram todos na secção, são impressas as etiquetas identificativas do mesmo e as caixas com o material são colocadas em cada linha correspondente (de sacos ou

caixas), numa zona de espera para material pronto para embalar. Quando entender que o deve fazer, o responsável de turno aloca o material pronto a embalar na entrada de um dos postos da linha.

O responsável de turno ou o operador polivalente indica para que posto deve ir o operador de produção de forma a iniciar a embalagem da peça de substituição. Quando o operador de produção recebe o material e, conseqüentemente, a folha de trabalho, começa por fazer uma comparação entre o material e a BOM de forma a confirmar que todos componentes se encontram presentes.

Seguidamente, inicia-se a embalagem da peça. Os componentes podem ser colocados dentro de sacos, podem ser embrulhados em papel de seda ou em papel *padpak*. Por fim, dependendo também da indicação da BOM, os componentes, já devidamente embalados, são colocados dentro de uma caixa ou saco.

Todas as caixas, sacos e embrulhos utilizados encontram-se identificados na BOM através de uma referência própria.

Por fim, em cada peça embalada, é colocada uma etiqueta identificativa previamente impressa com informação necessária para o cliente final (ver Figura 20).



Figura 20 - Peças de substituição embaladas com a etiqueta identificativa

Quando as peças de substituição estão finalizadas, dependendo da quantidade e do tamanho, são colocadas em caixas retornáveis ou diretamente numa palete e são devolvidas ao operador polivalente.

Posteriormente, o operador polivalente, consoante a quantidade entregue, faz scan do QR Code existente na folha de trabalho, com uma pistola própria, e cria um LUV (*Liefer und Verrechnungsschein* – documento de transporte interno). O LUV identifica referência da peça que se encontra dentro da caixa retornável ou na palete e a sua quantidade, pelo que cada caixa retornável é identificada por um LUV (ver Figura 21).

Bosch Termotecologia SA
Administração e Instalações Fabric;
EN 16 - Km 3,7 - Cacia, 3800-533 Aveiro - Portugal
Tel.: +351 234 925 000 - Fax: +351 234 925 054

3000

LUV Nº: **08640882**

ART. NUMBER:

DESIGNATION: Tampa de água (preto)

BATCH:

MANUFACTURE DATE: 08/06/2022
Work Center: 881SACOS
Production Order: 907700002_AV01

PALETTE QUANTITY: **50 UNI**

Leakage Test(responsible person): _____ ATTENTION: Protect from Heat and Humidity

8640882066080622

8738714085 6600000050

Figura 21 - Exemplo de LUV



Figura 22 - Peças de substituição finalizadas

Posteriormente, as folhas de trabalho são guardadas.

As caixas retornáveis com as peças de substituição, à medida que são finalizadas (ver Figura 22) e, após a criação dos seus LUVs, são colocadas numa paleta (ver Figura 23).



Figura 23 - Conjunto de caixas retornáveis com peças de substituição colocadas em paleta

De forma geral, cada paleta pode conter uma ou diversas referências de peças de substituição que foram produzidas na secção. Quando na paleta se encontram 3 ou mais referências, é criado um *MasterLUV* que identifica as referências e quantidades existentes na mesma (no anexo C encontra-se um exemplo de um *MasterLUV*).

Quando as paletes se encontram prontas, o operador responsável pelo *milk run* faz *scan* do *MasterLUV* ou do(s) código(s) dos(s) LUV(s) que se encontra(m) na paleta e transporta a mesma para o *buffer*. Ao realizar este *scan*, o material muda de localização em sistema, passando também para o *buffer*.

O *buffer* consiste de um tapete onde são colocadas as paletes com produto final proveniente de diversas linhas da fábrica, que são filmadas ou cintadas pelo operador de armazém.

Sendo assim, ao chegar ao *buffer*, as peças de substituição que se encontram nas paletes, são filmadas ou cintadas e o operador efetua novamente o *scan* dos LUVs ou do *MasterLUV*, desta vez, com objetivo de alterar a sua localização em sistema para “em trânsito”. O material é posteriormente colocado no camião.

Posto isto, quando as peças de substituição se encontram no camião, as guias relativas ao transporte do material desde a Bosch até ao *Service Provider* são emitidas e o mesmo sai em direção ao *Service Provider*.

Os camiões seguem horários pré-definidos: a cada 45 minutos chega um camião vazio proveniente do SP e sai um outro com material da fábrica.

Caso as peças sejam terminadas no fim do segundo turno da secção de produção de peças de substituição, apenas serão transportadas no primeiro transporte de segunda-feira da Semana 3.

4.2.3. Expedição

Após saída da Bosch, quando o *shuttle* chega ao *Service Provider*, em último caso, na segunda-feira da Semana 3, contém tanto peças de substituição como produto final. É realizada a descarga e as peças de substituição são colocadas na zona própria dedicada ao rececionamento das mesmas.

A receção das peças de substituição é feita através do *scan* de cada um dos LUVs. Por cada *scan* realizado, é cobrado um determinado valor monetário. É, seguidamente, determinado em que estante deve ser colocado o material e o mesmo é guardado. As peças de substituição ficam, assim, disponíveis no sistema SAP da Bosch como *stock* disponível.

O responsável logístico de cliente (CLP) deve então realizar o plano de cargas. O plano de cargas é feito em sistema SAP tendo em conta as encomendas existentes e o material disponível em *stock* no *Service Provider* e permitem informar o responsável de transportes da Bosch Termotecnologia S.A. sobre os materiais e as quantidades que devem ser enviados para os destinos

finais nos camiões correspondentes. Todos os dias estes planos são realizados, no entanto, existem dias específicos de realização destes planos conforme o destino final das encomendas. No caso da Holanda, os planos de carga são realizados pelo CLP às terças e sextas-feiras.

Posto isto, neste caso, até às 11h de terça-feira da Semana 3, é realizado, em sistema SAP, o plano de cargas pelo responsável de cliente da Bosch de Deventer, sendo este enviado ao responsável de transportes.

Este último trata, na terça-feira, de realizar um plano de peças de substituição e cria, em sistema, as guias de transporte para as cargas planeadas. O plano de peças de substituição é uma folha de cálculo que indica as encomendas e os números das guias correspondentes que devem ser preparadas pelo *Service Provider*.

Ambos os documentos são enviados para o SP, que dispõe de 72 horas para preparar as encomendas, ou seja, até sexta-feira da Semana 3. Estas 72 horas de preparação da encomenda estão justificadas através do acordo existente entre a Bosch Termotecnologia S.A. e o *Service Provider*.

No *Service Provider*, as guias vão sendo satisfeitas e é emitida a informação do material que deve ser reunido. Posto isto, é realizado o *picking*, que corresponde à recolha das peças que fazem parte da encomenda da sua localização, uma de cada vez. É feito novamente o *scan* a cada LUV sujeito a *picking* e, por cada *scan*, é cobrado um determinado valor monetário.

É importante salientar que não é possível indicadar os valores cobrados ao realizar os *scans* de entrada e *picking* de materiais devido a questões de confidencialidade.

O material é, posteriormente, colocado na zona de preparação de encomendas. A preparação de encomendas consiste em colocar as peças de substituição previamente definidas nas guias de transporte em caixas ou diretamente na palete, dependendo do tamanho das peças. Sempre que uma palete se encontra finalizada, é emitida a *picking list*, que indica o que se encontra dentro das caixas que se encontram na palete.

Assim que a encomenda se encontra preparada, imprime-se a guia e os papéis que identificam as paletes, que são, posteriormente, colocados na zona de exportação.

Ao fim de cada dia, é enviada a informação ao responsável de transportes da Bosch relativamente às encomendas que se encontram preparadas. Este dá aprovação para saída das encomendas, indicando o camião em que devem seguir, sendo que existem vários camiões ao longo da semana que se destinam a Deventer.

O transporte final, como referido anteriormente, é realizado por camião. No caso de o destino final ser a Holanda, o tempo de transporte é de três dias úteis. Devido a restrições políticas existentes noutros países, o transporte apenas pode ser realizado em dias úteis, o que implica que, quando o camião sai do *Service Provider* na sexta-feira da Semana 3, chega a Deventer até quarta-feira da semana 4.

Capítulo 5 – Ações realizadas

Após o estudo do cenário inicial do processo das peças de substituição e do objetivo do projeto, foi feita uma análise na qual foram discutidas diversas estratégias e propostas de alterações aos diferentes níveis da cadeia, desde o planeamento de produção até ao transporte.

Entre as propostas, foi levantada a possibilidade de redução do tempo de planeamento, de forma a se iniciar a produção na própria Semana 1, semana em que também é introduzida a encomenda. Esta hipótese foi colocada de lado visto que não só iria ter impacto no planeamento de produção para referências de outros destinos, como também a nível de controlo de stocks. Implicaria um esforço por parte da equipa de *procurement* e planeamento de produção, assim como da equipa de gestão de produção que, na visão dos mesmos, não compensaria e que poderia levantar problemas a longo prazo. Isto porque iria ser quebrada a rotina de planeamento semanal que envolve diversas equipas apenas para estas 58 referências e para os seus componentes.

Posto isto, uma outra alternativa possível passava pela introdução da expedição direta. Esta expedição direta significaria que as peças de substituição com destino de Deventer sairiam diretamente da Bosch Termotecnologia S.A. para a Bosch de Deventer.

Dado que haverá, no futuro, uma transferência da produção de uma maior quantidade de peças de substituição e outros produtos com o mesmo destino, seria uma opção viável a longo prazo. No entanto, dado que na fase em que o projeto se encontrava, esta quantidade ainda não era suficiente para perfazer um camião, a expedição direta foi colocada de parte. No entanto, foi discutida a possibilidade de realização de *cross docking* no *Service Provider*, tendo esta sido a opção implementada.

5.1. Implementação de *Cross Docking*

A partir da avaliação do estado inicial do processo, é possível concluir que o *Service Provider* tem um impacto significativo no *Lead Time* das peças de

substituição que vão para Deventer. Não só contribui com cerca de uma semana para o *Lead Time* total, como não acrescenta valor ao produto e ainda implica custos de serviço. Para além disso, existe uma dependência sobre a capacidade do próprio, tanto a nível de área como de equipa disponibilizada a qualquer momento. Introduce, ainda, incerteza no tempo de preparação das encomendas e na data de envio da carga, exatamente porque o *Service Provider* tem um total de 72 horas para a preparação das encomendas. Por fim, o facto de as peças serem sujeitas a colocação em estante, a *picking* e à preparação da embalagem final, leva à existência de manuseamento adicional das peças, o que aumenta substancialmente a possibilidade de ocorrerem danos, faltas existenciais, problemas com o produto ou com o envio.

Posto isto, a solução que melhor permitiria fornecer resposta a estes problemas seria a implementação de *cross docking* no *Service Provider* para o processo das peças de substituição incluídas neste projeto.

Na situação inicial, o *Service Provider* era responsável pela descarga do camião, colocação das peças em estante, *picking*, embalagem final e expedição da encomenda para Deventer. Neste novo cenário, o SP deixa de ser responsável por atividades de armazenamento das peças e pela preparação da encomenda. Assim que uma encomenda é rececionada, procede diretamente para a zona de descarga.

Assim, a secção de embalagem de peças de substituição passa a realizar a embalagem final da encomenda, da forma que deve ser enviada para Deventer, colocando-a em contentores ou paletes, já com a guia de transporte impressa (ver Figura 24).

O *Service Provider* passa a ser responsável unicamente pela descarga do camião, colocação da encomenda na sua zona de expedição e envio da mesma. Sendo assim, a encomenda fica menos de 24 horas no SP.

Esta alteração ao processo significa uma redução de até 4 dias do tempo de *Lead Time*.

Para a implementação do *cross docking* no processo das peças de substituição com destino a Deventer, houve necessidade de realização de várias ações, que serão descritas nos pontos seguintes.

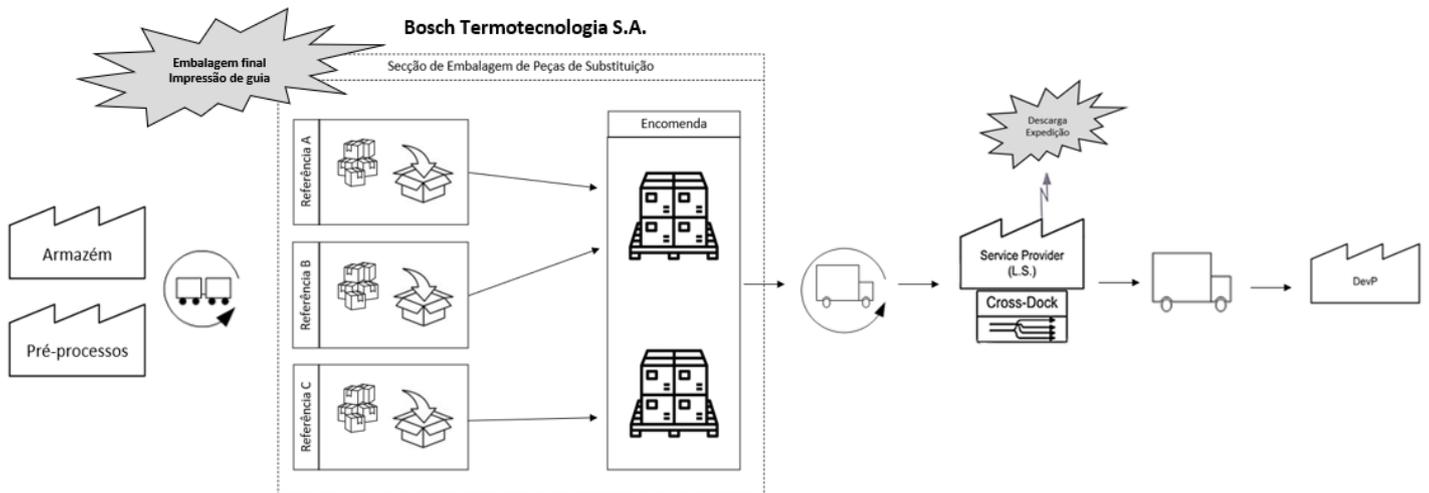


Figura 24 - Processo das peças de substituição com *cross docking*

5.1.1. Definição da Família

Existem diversas famílias de peças de substituição, sendo que uma família é composta por produtos que contenham algum tipo de característica em comum, seja, por exemplo, o tipo de embalagem (caixas ou sacos) ou o tipo de produto (automáticos de gás, automáticos de água ou frentes).

A primeira ação implementada foi a determinação, em sistema, de um nome específico para o conjunto de peças envolvido neste projeto. Este novo nome contribuiu para a identificação das peças nas folhas de trabalho, de forma a que o responsável de turno e os operadores polivalentes da secção de embalagem conseguissem identificar facilmente quais as peças sujeitas a um tipo de processo de embalagem diferente.

Não obstante, houve ainda uma adaptação da estrutura do LUV em sistema para que, uma vez impresso, o nome da família deste conjunto de peças de substituição constasse também no mesmo, mais uma vez, para facilitar a identificação das peças quando produzidas, de forma a destacá-las das restantes (ver Figura 25).

Bosch Termotecnologia SA
Administração e Instalações Fabris:
EN 16 - Km 3,7 - Caixa 3800-533 Aveiro - Portugal
Tel.: +351 234 923 000 - Fax: +351 234 925 654

3000

LUV N° : **08639613**

ART. NUMBER:

DESIGNATION: Caixa Limitador de fluxo

BATCH:

MANUFACTURE DATE: 16/05/2022

Work Center: 881SACOS

Production Order: 907690087,AV01

PALETTE QUANTITY: 10 UNI

Leakage Test(responsible person): _____ ATTENTION: Protect from Heat and Humidity



Nome da Família

Figura 25 - LUV com identificação da família

5.1.2. Processo de Preparação da Encomenda na Secção de Embalagem

Como referido anteriormente, o processo de *cross docking* implica que a embalagem final das encomendas colocadas pela Bosch de Deventer fosse efetuada na secção de embalagem de peças de substituição, na Bosch Termotecnologia S.A.

A preparação da encomenda envolve duas fases:

Numa primeira fase, realiza-se a embalagem final de cada conjunto de peças de substituição. Quando as peças embaladas (em caixas ou sacos) são rececionadas pelo responsável de turno ou pelo operador polivalente, em vez de serem colocadas em caixas retornáveis, são colocadas em caixas de cartão maiores, segundo lotes definidos, sendo que referências diferentes devem ser colocadas em caixas de cartão maiores, diferentes.

Numa segunda fase, finaliza-se a encomenda. Neste passo, agregam-se estas caixas de dimensão superior, já com as peças de substituição no interior, e

colocam-se em paletes ou em contentores, consoante o mais adequado. Quando as peças se encontram em paletes ou contentores, são transportadas para o *Service Provider* que, sem efetuar qualquer tipo de alteração nas mesmas, as envia para o cliente, a Bosch de Deventer.

Foi definido que esta preparação da encomenda deve ser realizada pelo responsável de turno ou pelos operadores polivalentes.

Para isto, foi necessária a criação de *standards* previamente não existentes.

5.1.2.1. Valor de Arredondamento

De forma a serem definidos os *standards* para a primeira fase, foi necessário determinar o valor de arredondamento para cada uma das 58 referências. O valor de arredondamento refere-se à quantidade múltipla de cada peça de substituição que o cliente, neste caso, a Bosch de Deventer, pode encomendar e que está relacionado com a quantidade ótima de produção. É utilizado quando se realiza produção por lotes.

Se, por exemplo, para uma determinada peça de substituição, se define que a produção deve ser feita segundo conjuntos de 10 unidades, significa que o valor de arredondamento dessa peça será de 10 unidades. Posto isto, a encomenda feita pelo cliente deve ser igualmente realizada em quantidades múltiplas de 10 unidades para essa referência.

Este valor deve estar alinhado entre o cliente e o fornecedor, neste caso, entre ambas as Bosch, e deve estar integrado nos seus sistemas de informação SAP.

Numa ideia inicial, a identificação do valor de arredondamento seria feita através da determinação da quantidade máxima de cada peça que seria possível colocar nas caixas maiores existentes na secção.

A imagem abaixo (ver Figura 26) demonstra que cabem 100 unidades (5 camadas de 20 unidades cada) de caixas pequenas dentro de uma outra caixa substancialmente maior. Isto significa que faria sentido que o valor de arredondamento desta peça de substituição fosse de 100 unidades.



Figura 26 - Exemplo de peças de substituição embaladas dentro de uma caixa maior

Esta metodologia de definição de valores de arredondamento foi colocada de parte assim que foi discutida com o cliente.

Uma vez que estas peças eram anteriormente produzidas pela Bosch de Deventer, que as vendia para o mercado holandês, as especificações de como as peças deveriam ser embaladas já existiam. Esta informação existia para cada uma das 58 referências de peças de substituição cuja produção foi transferida. Para além das instruções de trabalho, o cliente já teria, no seu sistema SAP, os valores de arredondamento definidos para cada peça de substituição.

Seguidamente, apresentam-se dois exemplos de instruções de embalagem existentes na Bosch de Deventer.

No caso da referência apresentada abaixo (ver Figura 27), o documento indica que deveriam ser colocadas 50 unidades de peças de substituição dentro de um saco e que deveriam constar 2 sacos dentro de uma caixa. Em sistema, o valor de arredondamento desta referência era de 100 unidades.



Figura 27 – Exemplo 1 de instrução de trabalho da Bosch de Deventer

Na segunda imagem (ver Figura 28), encontra-se um exemplo de uma peça de substituição que tem como indicação que deve ser colocada diretamente numa palete em 7 camadas de 15 unidades cada. O valor de arredondamento desta referência era de 15 unidades.



Figura 28 - Exemplo 2 de instrução de trabalho da Bosch de Deventer

Dado que a Bosch de Deventer mostrou a sua preferência em manter o cumprimento destas instruções, coube à Bosch de Aveiro segui-las e fazer as adaptações necessárias. No entanto, surgiram algumas barreiras que dificultaram esta tarefa.

A primeira adversidade consistiu na diferença do tamanho entre as caixas utilizadas pela Bosch de Aveiro e as que eram anteriormente utilizadas pela Bosch de Deventer. Esta diferença de tamanhos entre caixas levou a que algumas instruções não pudessem ser seguidas, pelo que houve uma necessidade de negociação entre ambas as partes, de forma a chegar a acordos relativamente à embalagem final. Com este processo, tiveram também de ser feitas alterações a alguns valores de arredondamento.

Para além disso, apesar de existir um documento com os *standards* da Bosch de Deventer, o próprio não era seguido quando eram colocadas encomendas, pelo que alguns valores de arredondamento não faziam sentido quando comparados às instruções. Ou seja, haveria situações cuja instrução consistia em colocar 50 unidades de determinada peça dentro de um saco, no entanto, o valor de arredondamento em sistema era de 10 unidades. Isto fazia com que as encomendas fossem de 10 ou 20 unidades dessa peça, o que não ia de encontro às instruções de embalagem.

Isto deveu-se ao facto de as instruções de embalagem terem sido realizadas entre 2016 e 2019, pelo que existiam peças que já não eram encomendadas pelo cliente final com tanta frequência, ou em tanta quantidade, comparativamente ao que acontecia na altura da elaboração dos documentos.

Sendo assim, fez-se um levantamento do tipo de peças existentes, dividindo-se as mesmas em *fast* e *slow movers*. As referências *fast movers* são peças que têm elevada procura e, portanto, os valores de arredondamento poderiam ser elevados. Por outro lado, as referências *slow movers* seriam as peças para as quais a procura por parte do cliente final holandês é inferior e, portanto, não faz sentido para a Bosch de Deventer colocar encomendas de quantidades elevadas.

Das 58 referências, o cliente informou que 16 seriam *slow movers* e, para estas, o valor de arredondamento foi ajustado para valores entre 1 e 10 unidades,

consoante a discussão com o próprio. Foi, ainda, determinado que não existiria uma embalagem final definida, pelo que se deveriam colocar as quantidades pedidas na encomenda semanal dentro da mesma caixa, sendo que diferentes referências devem sempre seguir em caixas diferentes. Ou seja, para uma referência *slow mover* com um valor de arredondamento de 2 unidades, caso existisse uma encomenda de 4 unidades, estas seriam colocadas juntas numa caixa que fosse mais adequada à quantidade pedida.

Para as restantes 42 referências *fast movers*, com o decorrer da produção, foram feitos testes de embalagem em chão de fábrica, na secção, de forma a determinar a melhor forma de seguir as indicações pedidas e quais os *standards* que teriam de ser discutidos e alterados. Foi assim que também se confirmaram os valores de arredondamento, ou se determinaram novos no caso das referências cujas instruções tiveram de sofrer alteração.

5.1.2.2. Instruções de Trabalho

Para se definirem os *standards* de embalagem e também com o intuito de informar o responsável de secção e os operadores polivalentes sobre como cada referência deve ser preparada, realizaram-se novas instruções de trabalho para cada uma das 58 referências.

Devido à necessidade de fotografar as peças de substituição e o seu procedimento de embalagem, estas instruções foram sendo realizadas à medida que eram encomendadas e, conseqüentemente, produzidas.

Cada instrução de trabalho, realizada em *PowerPoint*, identifica a referência da peça de substituição e encontra-se dividida em três partes. A primeira parte, denominada de “componentes”, apresenta os componentes que constituem cada peça, assim como as respetivas referências. Na segunda parte, “embalamento”, é indicada a forma como cada componente deve ser embalado de forma a produzir uma unidade da peça de substituição segundo a BOM (*Bill of Materials*), que se encontra nas folhas de trabalho. Por fim, encontra-se a secção sobre o “*packaging final*” (embalagem final), onde se indica a quantidade de peças que

devem ser colocadas em sacos maiores, caixas maiores ou diretamente em paletes.

O desafio principal no desenvolvimento destas instruções de trabalho passou pela definição de um *packaging* final que fosse alinhado com as instruções fornecidas pela Bosch de Deventer.

Encontram-se, em anexo (ver desde o Anexo D ao anexo I), exemplos das instruções de trabalho realizadas.

A referência do anexo D representa um *slow mover* cujo valor de arredondamento é de 1 unidade. Como referido anteriormente, dado que esta peça se trata de um *slow mover*, estabeleceu-se que para o *packaging* final deveriam ser colocadas as unidades produzidas dentro da caixa mais adequada à quantidade encomendada, não sendo esta definida.

A seguinte referência, no anexo E, encontra-se alinhada com as instruções pedidas pela Bosch de Deventer. As instruções desta peça foram apresentadas anteriormente (ver Figura 27) e consistiam em colocar 50 unidades da peça de substituição dentro de um saco, sendo que deveriam constar 2 sacos em cada caixa. Neste caso, apenas foi necessário determinar um saco no qual coubessem as 50 unidades e identificar uma caixa onde fosse possível incluir os 2 sacos (100 unidades no total).

No anexo F, apresenta-se um exemplo de uma referência cuja embalagem final e valor de arredondamento sofreram alterações. A instrução de trabalho de Deventer desta referência também foi apresentada anteriormente como exemplo (ver Figura 28) e indicava que deveriam constar 7 camadas de 15 unidades cada numa paleta. No entanto, o valor de arredondamento desta peça era de 15 unidades, o que levava a que o cliente pudesse fazer encomendas num valor múltiplo de 15 unidades, ou seja, valores inferiores a 105 unidades e que não permitia seguir o *standard* do cliente.

Sendo assim, a quantidade a colocar na paleta teve de ser discutida entre ambas as partes. Por um lado, não se justificava para a Bosch de Aveiro colocar apenas 15 ou 30 unidades numa paleta individualmente visto que esta acabaria por ser subproveitada. Por outro lado, o cliente admitiu que um valor de arredondamento de 105 unidades seria demasiado elevado tendo em conta o

histórico de procura dessa peça, o que iria originar um excesso de *stock* em armazém. Posto isto, o valor de arredondamento alinhado entre ambas as partes foi de 75 unidades, o que significa que devem ser colocadas 75 unidades em cada palete.

Outro problema levantado com esta referência foi o facto de a caixa utilizada para embalar esta peça de substituição pela Bosch de Aveiro ser maior do que a anteriormente usada pela Bosch de Deventer, o que tornou impossível criar camadas de 15 unidades, visto que excedia o tamanho da paleta. Esta situação foi explicada ao cliente (Bosch de Deventer), que se apresentou compreensivo e aceitou retirar esse requisito de embalagem.

É de notar que, nas instruções de trabalho realizadas, quando é indicado que as peças devem ser colocadas diretamente numa paleta, encontra-se implícito que nessa paleta deve apenas constar unidades dessa referência.

Estes tipos de adversidades foram também comuns durante a realização de instruções de trabalho para outras referências.

A peça de substituição apresentada no anexo G trata-se de uma referência que tinha como indicação a colocação de 90 unidades dentro de uma caixa maior. Posto isto, uma vez produzida, testou-se e determinou-se a caixa mais adequada para seguir esta instrução.

Este é um exemplo de um caso onde a embalagem foi subaproveitada. Como apresentado abaixo (ver Figura 29), na caixa mais adequada à quantidade pedida, caberiam mais 10 unidades na camada de cima, resultando num total de 100 unidades.



Figura 29 - Exemplo de caixa aproveitada

No entanto, o cliente apresentou-se inflexível à mudança de valor de arredondamento de 90 para 100 unidades.

No anexo H, apresenta-se, novamente, uma peça que teve como objetivo a colocação de 50 unidades diretamente dentro da mesma caixa. Para isto, determinou-se, mais uma vez, a caixa mais adequada para colocar esta quantidade e criou-se a instrução de trabalho.

Por fim, no anexo I, o valor de arredondamento seria de 250 unidades e as instruções da Bosch de Deventer indicavam que deveriam ser colocadas 250 unidades, na vertical, diretamente no interior de um contentor numa única camada.

Apesar da caixa utilizada pela Bosch Termotecnologia S.A. ser igual à original, devido à diferença de tamanhos entre os contentores de ambas as fábricas, não foi possível seguir esse *standard*, pelo que foram sugeridas duas soluções à Bosch de Deventer. A primeira hipótese seria enviar as 250 unidades, sendo que iriam 200 na vertical numa camada e as restantes 50 seriam colocadas por cima. A segunda solução seria a alteração do valor de arredondamento para 200 unidades, o que permitiria seguir o *standard*, alterando apenas a quantidade no interior do contentor. O cliente optou pela alteração do valor de arredondamento.

Posto isto, é possível concluir que uma peça de substituição pode ter um de três tipos de embalagem final (ver Figura 30): colocação em contentor, em caixas de maior dimensão ou diretamente em paletes.



Figura 30 - Tipos de embalagem final (contentor, caixa, palete, respetivamente)

Uma outra diferença resultante do novo processo destas peças de substituição encontra-se associado aos LUVs. Em vez de o mesmo acompanhar as peças dentro de uma caixa retornável, este encontra-se visível no exterior das paletes, contentores ou caixas utilizados na embalagem final.

À medida que eram desenvolvidas estas instruções de trabalho foram sendo colocadas à disposição do responsável de turno através de uma pasta digital partilhada com o mesmo e, para os restantes elementos da secção, foi facultada uma capa com todas as instruções de trabalho impressas (ver Figura 31).



Figura 31 - Capa disponibilizada com instruções de trabalho

5.1.2.3. Finalização da Encomenda

Após a realização da embalagem final da peça, deve-se preparar a encomenda. Cada encomenda de Deventer possui diversas referências, o que implica que existem diversas paletes, contentores e caixas associados à mesma, que devem ser tratados de forma diferente.

No caso das peças colocadas diretamente em contentor, deve-se fechar e cintar o mesmo e colar o LUV na parte externa.

No caso das peças colocadas diretamente em palete, deve-se filmar a palete com uma película de plástico e deixar o LUV visível.

Sendo assim, restam as referências cuja embalagem final consiste numa caixa maior onde as peças foram colocadas. Estas têm um de dois destinos:

As caixas cujo tamanho justifique, devem ser colocadas numa palete (ver Figura 32), devendo a palete ser filmada.



Figura 32 - Peças de substituição embaladas em caixas grandes colocadas numa palete

O restante conjunto de referências deve ser colocado dentro de um contentor (ver Figura 33). Isto justifica-se uma vez que existem múltiplas referências e, portanto, embalagens finais de diferentes tamanhos e materiais.



Figura 33 - Peças de substituição embaladas em caixas menores colocadas num contentor

Posto isto, criaram-se também instruções de trabalho sobre como deveriam seguir as encomendas (ver Anexos J e K). Como é visível nas instruções de trabalho de preparação de contentores e paletes, existem 3 elementos principais que permitem identificar cada palete e contentor enviados:

- *MasterLUV* ou LUV (A) - Quando existe mais do que um LUV dentro de um contentor ou numa palete, sejam estes representantes da mesma referência ou não, deve ser criado um *MasterLUV*. Tanto o *MasterLUV* como o LUV servem para indicar as referências e quantidade que constam nestes contentores ou paletes.

- Papéis autocolantes A5 com a descrição “SPARES HOLANDA” (B) – Estes papéis são utilizados para facilitar ao *Service Provider* a identificação da encomenda que é sujeita a *cross docking*.

- Guia de Transporte (C) – Documento que deve acompanhar a encomenda durante todo o transporte, desde a Bosch Termotecnologia S.A. até à Bosch de Deventer.

Em cada palete ou contentor, apenas devem seguir referências da mesma encomenda. Dado que apenas existe uma encomenda por semana para Deventer, este requisito não se tornou um obstáculo ao processo.

No entanto, no caso de o cliente optar por pedir peças de substituição em encomendas distintas, apenas é necessário separá-las em diferentes paletes ou contentores.

5.1.3. Emissão da Guia de Transporte

Como referido anteriormente, a guia é um dos elementos essenciais que identifica o conteúdo das paletes e dos contentores ao longo do seu transporte.

No processo de peças de substituição anterior, estas guias de transporte entre Aveiro e Deventer eram impressas no *Service Provider*. No entanto, com a implementação do *cross docking*, o objetivo passou por emitir e imprimir as mesmas na Bosch de Aveiro, mais concretamente, na secção de embalagem.

Posto isto, tornou-se necessário alterar o processo de emissão de guias.

Por um lado, foi necessário preparar o sistema SAP para que fosse possível a emissão das guias na secção de embalagem de peças de substituição. Para a realização desta tarefa, foi pedido o suporte da equipa de BDO - *Business Digital Office*.

Por outro lado, foi dada formação ao responsável de secção e aos operadores polivalentes relativamente às ações que deveriam realizar para que a guia fosse emitida e impressa.

Ficou definido que, assim que uma paleta ou um contentor da encomenda se encontrasse finalizado, deveria ser feito um *scan* com uma pistola própria sobre o código de barras existentes no LUV ou *MasterLUV*.

Este *scan* permite retirar do sistema a necessidade das peças que se encontram na paleta ou no contentor, segundo a regra FIFO (*first in, first out*). Ou seja, permite que o sistema determine a encomenda mais antiga em sistema, com a necessidade das peças identificadas, e que retire tanto essa procura (ordem de cliente), como também as quantidades do *stock* de cada peça em sistema.

Após esse *scan* ser feito, a guia é também emitida automaticamente, sendo impressa e colocada na paleta ou no contentor, segundo as instruções de trabalho.

De notar que estas guias são semelhantes às já existentes e que anteriormente faziam o ponto de ligação entre a Bosch Termotecnologia S.A. e o *Service Provider*, no entanto, sofrem uma alteração relativamente à morada de destino, que passa a ser a Bosch de Deventer.

Apesar de as guias serem criadas na secção de embalagem e da encomenda já se encontrar totalmente embalada, continua a ser necessário que o responsável de transportes informe o *Service Provider* sobre que paletes ou contentores devem ser enviados para o cliente, e em qual dos camiões, de entre os que saem para Deventer, considerando que são vários ao longo da semana. Para isto, os números das guias criadas na secção devem ser adicionados ao plano de peças de substituição enviado diariamente para o *Service Provider*.

De forma a que o responsável pelos transportes da Bosch saiba quais as guias que deve incluir no plano de peças de substituição, o responsável de turno deve enviar, no final de cada dia, um *email* que indique quais as guias que foram criadas ao longo desse dia. Estas representam as paletes e contentores da encomenda que já foram enviados para o *Service Provider* e que, portanto, já podem ser enviados para o cliente, a Bosch de Deventer.

5.1.4. Alterações no Processo no *Service Provider*

Também no *Service Provider* houve mudanças no processo. À semelhança da situação inicial, as encomendas (paletes e contentores finalizados) são transportados para o armazém subcontratado num camião, em conjunto com outros produtos finais provenientes de outras linhas. Quando chega ao armazém, a encomenda é descarregada e colocada na zona de receção de peças de substituição.

O que acontece neste novo cenário é que, em vez de ser feito um *scan* individual a cada LUV por referência e de se colocar as peças em estante, o operador do *Service Provider* realiza *scan* do LUV ou do *MasterLUV* que representa a paleta ou o contentor por inteiro. Ao fazer este *scan*, é cobrado o valor de entrada semelhante ao valor cobrado no cenário inicial.

Após rececionada, a encomenda é colocada diretamente na zona de expedição. De notar que, dado que a encomenda não é colocada em estante, não há posterior necessidade de *picking* e, conseqüentemente, não há essa cobrança associada.

Uma vez dada a indicação por parte do responsável de transportes da Bosch de Aveiro, e assim que é disponibilizado o camião que tem como destino Deventer, a encomenda é colocada no mesmo e é dada a sua saída.

Visto que as guias foram criadas e impressas na Bosch e que já se encontram na encomenda, não há necessidade de realização de nenhuma tarefa adicional pelo *Service Provider* relacionada com estas.

De forma geral, este processo permite que, assim que uma encomenda se encontre preparada na secção de produção de peças de substituição, seja imediatamente colocada no camião e enviada para o *Service Provider*, de forma que no dia seguinte se dê o seu transporte para Deventer.

5.1.5. Planeador Logístico de Cliente (CLP)

Esta alteração ao processo implicou, também, modificações nas tarefas do planeador logístico de cliente (CLP).

Uma vez que não existe preparação de encomendas no *Service Provider*, deixou de ser necessária a realização e o envio do plano de cargas. O facto de não ser necessária a criação do plano de cargas, faz com que exista liberdade para o responsável de transportes pedir o envio da palete assim que esta se encontre no *Service Provider*.

No entanto, foi necessário criar uma tarefa semanal que consiste em enviar ao responsável de turno um *email* com as informações sobre a encomenda que deve ser produzida. Neste são comunicadas as referências e quantidades incluídas na mesma. Esta informação é enviada na semana anterior à semana de produção da própria encomenda, ou seja, na semana de planeamento, assim que o mesmo se encontre estabelecido.

As ordens de produção e o plano de produção semanal não possuem informação relativamente às encomendas ou ao destino final de cada referência

que é produzida. Sendo assim, este *email* permite ao responsável de turno saber com antecedência quais as peças que fazem parte da encomenda de Deventer e que carecem de um processo de embalagem final, não podendo ser enviadas para o *Service Provider* em caixas retornáveis. Para além disso, uma vez impresso, o *email* serve de *check list*, onde o responsável de turno pode apontar as referências que vão sendo produzidas, permitindo verificar quando a encomenda se encontra completa.

5.1.6. Resultados da implementação de *Cross Docking*

A partir do momento de implementação do *cross docking*, retiraram-se os dados relativos ao impacto associado ao mesmo, ao longo de 13 semanas de produção. Foram apontadas informações a respeito do tempo semanal dedicado à preparação da encomenda, ao ganho a nível monetário e à redução do *Lead Time* resultantes.

5.1.6.1. Tempo de Preparação da Encomenda

Como referido anteriormente, a embalagem final da encomenda é realizada pelo responsável de turno. Ao longo de 3 semanas de produção, foi pedido ao mesmo para apontar diariamente o tempo despendido nesta tarefa.

Chegou-se à conclusão que, nos dias em que eram embaladas estas peças de substituição, era utilizada cerca de uma hora diária para a embalagem final da encomenda, o que incluía o tempo da colocação das peças em caixas maiores e a organização destas em contentores ou paletes.

5.1.6.2. Poupança Monetária

A implementação do processo de *cross docking* permitiu também uma redução a nível de custos com o *Service Provider*.

Por um lado, o número de *scans* feitos na entrada de peças de substituição sujeito a cobrança monetária reduziu substancialmente. No processo anterior, quando as peças eram rececionadas pelo *Service Provider*, era cobrado um

determinado valor por cada LUV ao qual era dada entrada, sendo que existia um LUV para cada referência. No novo cenário, apenas é feito *scan* ao *MasterLuv* ou ao LUV representativo de cada palete ou contentor. Ou seja, é feito 1 *scan* por cada paleta ou contentor que dá entrada, sendo que estes podem conter várias referências. De notar que o valor cobrado por *scan* é semelhante.

Por outro lado, deixa de haver um *scan* relacionado com a recolha de material da estante. Como a encomenda é colocada diretamente na zona de expedição, não são efetuadas operações de *picking*. Ou seja, cada paleta ou contentor é sujeito apenas à cobrança pela sua receção no *Service Provider*.

Posto isto, de forma a ser possível calcular o valor de poupança associado ao projeto, foram registadas, ao longo de 13 semanas, a quantidade total de LUVs criados e a quantidade de paletes ou contentores enviados para o *Service Provider* e, seguidamente para o cliente.

Apesar de nestas 13 semanas ter sido realizado o novo processo, com implementação de *cross docking*, foi possível simular os custos associados às mesmas encomendas caso tivessem sido sujeitas ao processo antigo. Para isso, multiplicou-se do número total de LUVs de cada encomenda pelo valor de entrada e pelo valor de *picking*.

Para calcular os custos associados ao cenário final, em vez do número total de LUVs, utilizou-se a quantidade total de paletes e contentores expedidos e multiplicou-se apenas pelo valor de entrada (ver Tabela 4).

Tabela 4 - Poupança semanal após implementação de *cross docking*

Encomenda	Poupança
Semana 1	55.36 €
Semana 2	99.74 €
Semana 3	64.51 €
Semana 4	77.32 €
Semana 5	58.22 €
Semana 6	160.93 €
Semana 7	126.96 €
Semana 8	98.48 €
Semana 9	85.90 €
Semana 10	184.72 €
Semana 11	110.49 €
Semana 12	106.83 €
Semana 13	150.18 €
TOTAL	1,379.64 €

Sendo assim, a poupança resultante a partir da implementação do novo processo ao longo destas 13 semanas foi de aproximadamente 1380€, o que corresponde a uma média semanal de 107€ de poupança.

Considerando que 1 ano é constituído por 52 semanas, estima-se que o valor aproximado de poupança anual, no *Service Provider*, pela implementação deste projeto é de aproximadamente 5520€.

De notar que os custos associados à utilização de caixas adicionais para a preparação da encomenda final são residuais e, portanto, não foram tidos em consideração nesta avaliação da poupança associada ao *cross docking*.

5.1.6.3. Redução do *Lead Time*

O cenário resultante desta ação de melhoria no processo a nível do *Lead Time* encontra-se exposto na Figura 34. Assim como no cenário inicial, a encomenda continua a ser colocada pelo cliente à segunda-feira até às 11h da manhã e o planeamento da semana de produção continua a ser feito ao longo de uma semana inteira (Semana 1). Durante a Semana 2, ao longo dos 5 dias, é feita a

embalagem da encomenda. Sendo assim, ainda como no cenário inicial, a última palete ou contentor pertencente a essa encomenda pode ser finalizado na sexta-feira, sendo posteriormente enviado para o *Service Provider*.

Devido à implementação de *cross docking*, assim que uma palete ou contentor é rececionado, é direcionado para a zona de expedição de forma que seja carregado no camião de segunda-feira da Semana 3. Dado que o transporte entre o *Service Provider* e a Bosch de Deventer continua a ter uma duração de 3 dias, considera-se que a última palete ou contentor a ser produzido chega a Deventer na quinta-feira da Semana 3.

Posto isto, é possível concluir que implementação de *cross docking* permitiram uma redução de 4 dias no tempo total entre a colocação da encomenda por parte do cliente e a entrega das peças de substituição ao mesmo, passando o *Lead Time* de 18 para 14 dias.

Esta redução foi resultante da diminuição do tempo despendido pelas peças no *Service Provider*, que passou de 5 dias para 1 dia.

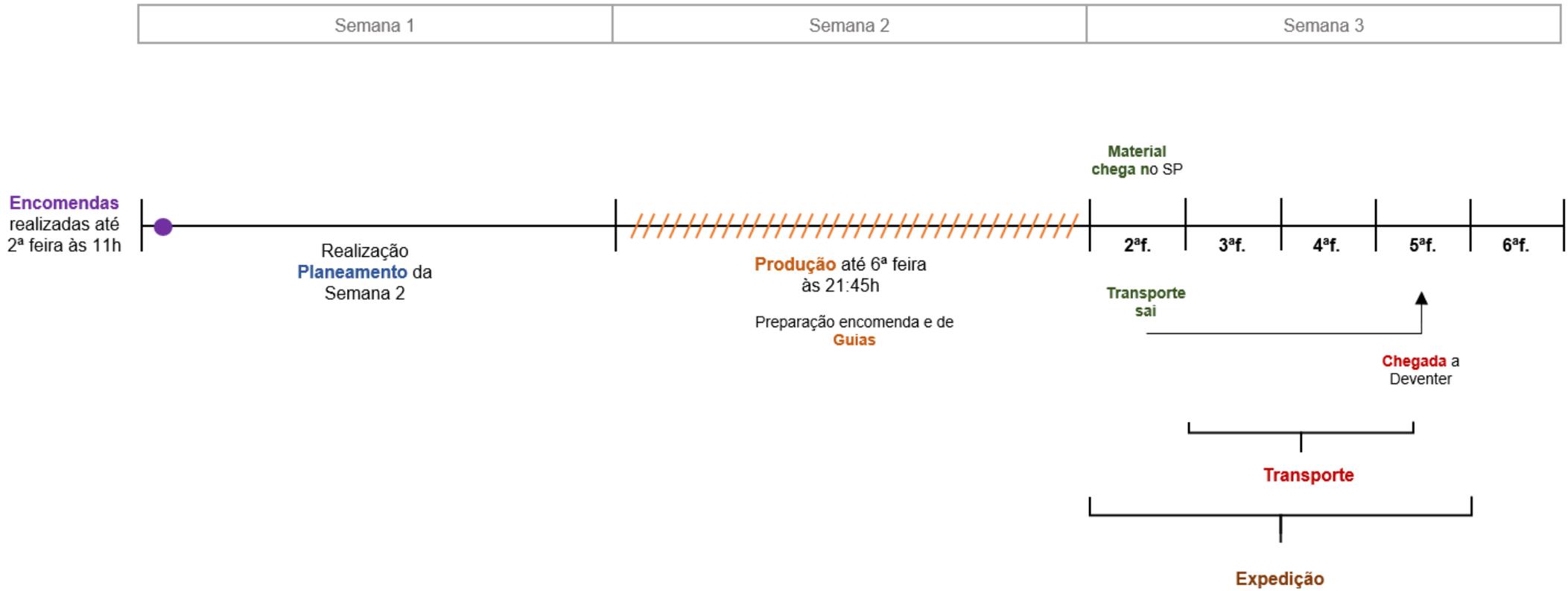


Figura 34 - Lead Time do cenário após implementação de cross docking

5.2. Alterações ao Nível do Planeamento de Produção

Ao longo do desenvolvimento do projeto, foi possível entender a influência que o planeamento de produção tem no processo de produção das encomendas e, conseqüentemente, no tempo entre a colocação da encomenda pelo cliente e o seu envio. Na verdade, a implementação de *cross docking* nas referências enviadas para Deventer levantou adversidades que foram utilizadas como oportunidades de melhoria para melhorar o processo destas peças e reduzir o *Lead Time*.

5.2.1. Determinação de um Intervalo de Produção

Assim como no processo inicial, na semana de planeamento (Semana 1) é definido o dia em que as peças vão ser produzidas, podendo este se encontrar entre segunda-feira e sexta-feira da Semana 2.

Na verdade, estas datas de possibilidade de produção de peças de substituição pertencentes a uma mesma encomenda de Deventer criou adversidades a este novo processo de envio de peças de substituição.

O facto de existirem algumas peças que eram produzidas a uma segunda-feira e outras a uma sexta-feira, implicava que a encomenda fosse enviada para o cliente em datas substancialmente diferentes. Isto porque, com este novo processo, as paletes ou contentores que incluíam as peças finalizadas na segunda-feira da Semana 2, poderiam ser enviadas para o cliente na terça-feira. No entanto, as peças produzidas na sexta-feira dessa mesma semana só seriam enviadas para o cliente na segunda-feira da semana 3. Isto resultou numa diferença de até 6 dias entre datas de receção de paletes ou contentores referentes à mesma encomenda.

Como referido anteriormente, quando existem referências embaladas em diferentes tipos de caixas e com tamanhos distintos que não justifiquem o envio numa palete, são colocadas em conjunto num contentor. Sendo assim, definiu-se que os contentores, por norma, devem ser fechados e cintados quando a última peça de substituição da encomenda for produzida. Se isto não acontecer, corre-se o risco de ficar de fora, por exemplo, uma caixa pequena com duas unidades de

uma determinada referência. Isto significa que esta caixa teria de seguir, posteriormente, numa palete, individualmente, que teria de ser enviada por carga aérea (à qual se encontra associado um custo bastante superior) ou que teria de esperar pelo envio da encomenda seguinte (o que significaria um possível atraso de entrega e um maior *Lead Time* da encomenda).

Sendo assim, o facto de a produção ser realizada ao longo de toda a semana de produção, implicava que as peças produzidas no início da Semana 3, teriam de aguardar pelas que seriam produzidas na sexta-feira dessa mesma semana para serem colocadas no contentor e enviadas. Como não existe um local de armazenamento de peças de substituição na Bosch de Aveiro, as peças que esperavam para serem colocadas num contentor ficavam na secção. Esta espera levava a uma ocupação extra de área e um aumento da possibilidade de serem danificadas ou, em último caso, perdidas.

De forma a solucionar estes problemas e ainda mantendo em mente o objetivo de reduzir o *Lead Time* das 58 referências do projeto, levantou-se a possibilidade de consolidar a produção destas peças num determinado intervalo de dias. Posto isto, verificou-se pertinente realizar o estudo do tempo de produção médio de algumas encomendas feitas até à data.

Cada peça de substituição tem associado um tempo de embalagem individual. A partir da multiplicação da quantidade de cada peça encomendada em cada semana pelo seu tempo de produção, obteve-se o tempo total necessário à produção de cada encomenda feita semanalmente até à data, desde o início da implementação do *cross docking*.

Na Tabela 5 apresenta-se o tempo total de embalagem necessário para a produção de 13 encomendas colocadas pelo cliente (Bosch de Deventer). De notar que as referências e as respetivas quantidades encomendadas alteram-se de semana para semana.

Tabela 5 - Tempo total de embalagem de 13 encomendas

Encomenda	Tempo total de embalagem (horas)	Tempo total de embalagem (minutos)	Tempo total de embalagem (dias)
Semana 1	48.3	2896.3	0.64
Semana 2	115.9	6952.4	1.54
Semana 3	105.2	6310.2	1.40
Semana 4	79.8	4789.5	1.06
Semana 5	94.4	5666.3	1.26
Semana 6	163.9	9836.8	2.19
Semana 7	103.0	6178.9	1.37
Semana 8	91.4	5482.8	1.22
Semana 9	166.5	9988.3	2.22
Semana 10	175.7	10543.7	2.34
Semana 11	97.4	5845.2	1.30
Semana 12	163.0	9780.3	2.17
Semana 13	189.7	11382.5	2.53

O cálculo do número total de dias necessários para a embalagem das encomendas tem em conta o pior cenário possível, isto porque as encomendas foram realizadas numa altura de época alta e o cálculo de dias necessário para as embalar teve em conta apenas o número de trabalhadores da secção de embalagem que se encontram a contrato, conforme apresentado no subcapítulo. 4.2.2. Posto isto, para o cálculo dos dias necessários para produção das peças foi utilizado como valor total disponível de embalagem diário 4500 minutos.

Na Tabela 5 é possível visualizar que, de entre as 13 encomendas, a que apresentou um tempo de produção mais elevado foi a encomenda feita na semana número 13, para a qual seriam precisos 2,53 dias para completar a produção.

Dado que na época alta existem trabalhadores contratados temporariamente para fazer face a uma maior quantidade de produção, e, conseqüentemente, a capacidade de produção é significativamente maior, concluiu-se que as encomendas colocadas por Deventer conseguiam ser produzidas, teoricamente, em cerca de 2 dias. No entanto, consideraram-se 3 dias para produção das encomendas feitas pela Bosch de Deventer, caso contrário, a produção das restantes peças, que não se encontram relacionadas com este projeto, seria prejudicada.

Assim sendo, após uma reunião entre todas as partes envolvidas (*procurement*, gestor de produção, responsável de turno e responsável logístico de cliente), ficou definido que a produção das peças de substituição que têm

como destino Deventer, seria feita entre segunda-feira e a quarta-feira da semana 2 (semana de produção).

5.2.2. Antecipação da Produção da Referência com Maior Consumo

Com a análise do tempo de produção das encomendas colocadas, identificou-se que uma determinada peça de substituição era pedida em quantidades substancialmente maiores que as restantes, o que representava entre 63% e 92% do tempo de produção total da encomenda semanal (ver Tabela 6).

Tabela 6 - Tempo da encomenda semanal dedicada à peça em questão

Encomenda	Tempo total de embalagem (horas)	Tempo de produção da peça em questão (horas)	Peso do tempo de produção da peça (%)
Semana 1	48,27	44,40	92,0%
Semana 2	115,87	74,00	63,9%
Semana 3	105,17	74,00	70,4%
Semana 4	79,83	74,00	92,7%
Semana 5	94,44	74,00	78,4%
Semana 6	163,95	74,00	45,1%
Semana 7	102,98	74,00	71,9%
Semana 8	91,38	74,00	81,0%
Semana 9	166,47	148,00	88,9%
Semana 10	175,73	148,00	84,2%
Semana 11	97,42	74,00	76,0%
Semana 12	163,00	148,00	90,8%
Semana 13	189,71	148,00	78,0%

O cliente (Bosch de Deventer) confirmou que esta peça iria ser solicitada todas as semanas em elevada quantidade, salvo exceções, numa quantidade mínima de 2000 unidades.

Sendo a procura por peças de substituição inconstante, existem semanas de produção em que a capacidade da secção não se encontra totalmente completa. Nestas semanas, é comum o planeador de produção planejar a produção adiada de certas referências de peças de substituição, mesmo que por vezes não tenham associadas encomendas. Normalmente, estas são peças com

procura elevada, sendo a colocação futura de uma encomenda das mesmas praticamente certa.

Apesar de ser contra a estratégia de produção *Make to Order* determinada pela fábrica de Aveiro, esta solução permite preencher a capacidade da secção de embalagem de peças de substituição numa semana cuja quantidade de produção seja menor, e permite aliviar, com antecedência, as semanas nas quais a secção se encontra sobrecarregada.

Sendo assim, identificou-se a produção desta peça em questão como sendo uma solução para ocupar a capacidade da secção.

Posto isto, esta solução apresentou-se tanto benéfica para a secção e para o planeador de produção, como também para reduzir o *Lead Time* das encomendas da Bosch de Deventer. Nas semanas em que for possível haver uma antecipação da produção desta referência, é mais provável que a finalização da produção da encomenda seja na terça-feira.

5.2.3. Resultado da Alteração a Nível do Planeamento no *Lead Time*

A alteração na quantidade de dias de produção das encomendas permitiu uma redução adicional ao *Lead Time* já resultante da implementação de *cross docking*, contribuindo, assim, para o objetivo principal deste projeto, de redução de LT.

Com a redução do tempo de produção de 5 para menos de 3 dias, é possibilitada a entrega da última palete ou contentor pertencente à encomenda semanal ao *Service Provider* na quarta-feira da semana 2. Posto isto, é possibilitado o seu envio na quinta-feira dessa mesma semana, permitindo que a receção da última parte da encomenda por parte do cliente seja efetuada na terça-feira da Semana 3 (ver Figura 35).

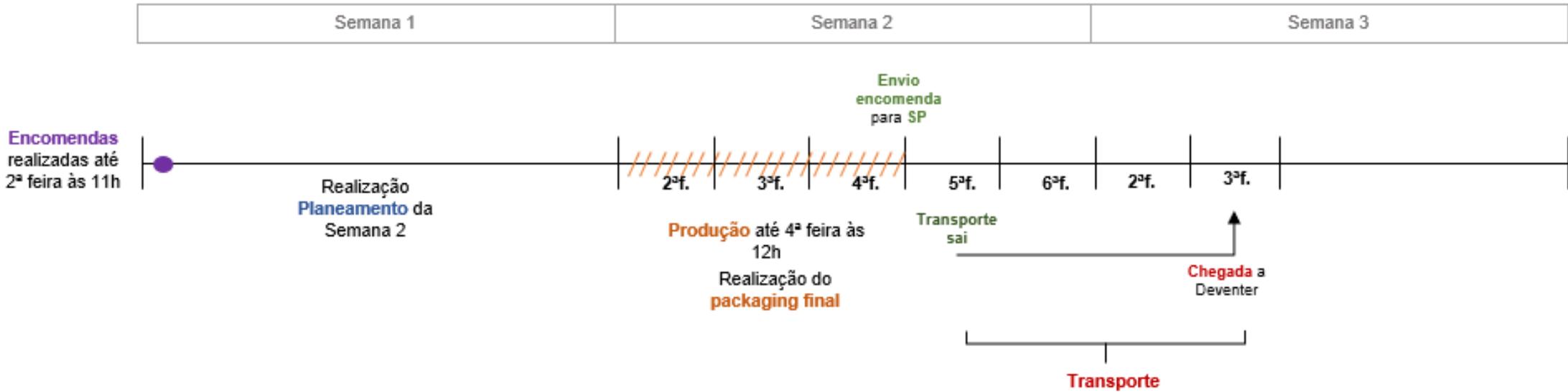


Figura 35 - Lead Time do cenário final

De forma geral, quando comparado ao cenário original apresentado no início do caso de estudo, é possível concluir que todas as ações implementadas permitiram uma redução de 6 dias no tempo total entre a colocação da encomenda por parte do cliente e a entrega das peças de substituição ao mesmo.

Esta redução foi resultante da diminuição do tempo disponibilizado para a produção da encomenda, que passou de 5 para 3 dias, e do tempo despendido pelas peças no *Service Provider*, que foi reduzido de 5 dias para 1 dia.

Sendo assim, o *Lead Time* reduziu de 18 para 12 dias, redução esta que vai de encontro ao objetivo traçado inicialmente.

5.3. Alteração Ergonómica ao Posto de Embalagem de Sacos

Como referido anteriormente, existe uma peça que representa entre 63% e 92% do tempo de produção total de cada encomenda submetida pela Bosch de Deventer.

Para a embalagem individual desta peça, é utilizado um dos maiores sacos entre as opções existentes na secção.

Com a introdução desta quantidade de produção semanal, foi levantado um problema relativamente ao espaço de trabalho do posto de embalagem em sacos.

Por um lado, tratava-se de um espaço de trabalho muito restritivo, especialmente quando são utilizados sacos de maiores dimensões, como é o caso desta referência em questão, resultando na queda constante de sacos (ver Figura 36).



Figura 36 - Espaço de trabalho do posto de embalagem em sacos

Por outro lado, a máquina de selar os sacos encontra-se ligeiramente à direita do colaborador, o que implica que os operadores tenham de efetuar constantemente um movimento de rotação na coluna, não só porque são produzidas cerca de 400 unidades de cada vez, como também porque o próprio saco tem de ser selado na máquina utilizando as duas mãos (ver Figura 37).



Figura 37 - Localização da máquina de selar

Junto dos operadores e do responsável de turno, foi feito um levantamento das maiores dificuldades sentidas e foram discutidas possibilidades sobre a forma como poderiam ser melhoradas as condições de trabalho.

Posto isto, verificou-se vantajoso realizar algumas alterações no espaço de trabalho.

Em primeiro lugar, retirou-se o *rack* (estrutura de suporte para colocação de caixas) inferior, de forma a passar a máquina de selar para o lugar do mesmo, passando esta a estar em frente ao operador. Esta alteração permitiu reduzir a necessidade de rotação da coluna dos operadores, assim como aumentar o espaço de trabalho (ver Figura 38).

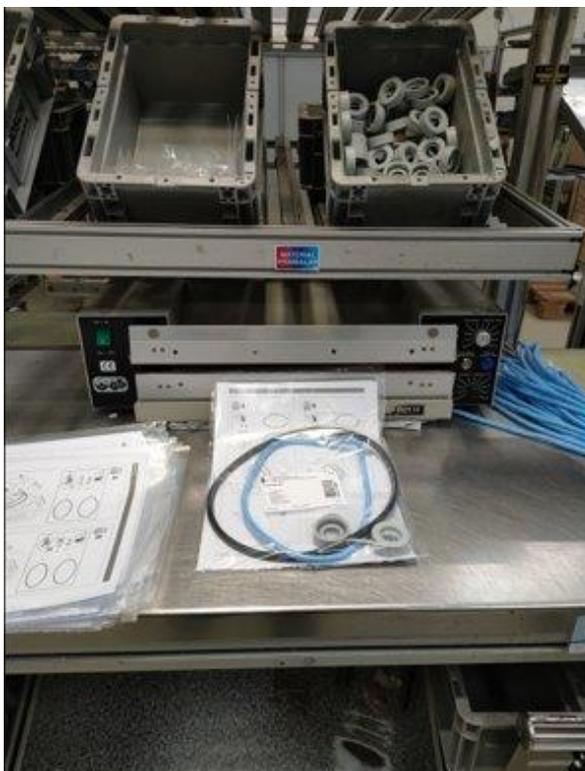


Figura 38 - Alteração da localização da máquina de selar

Seguidamente, dado que esta peça de substituição inclui diversos componentes, entre eles cordões e cordas, foram colocados ganchos no *rack* superior para que, caso os operadores preferissem, pudessem pendurar estes componentes (ver Figura 39).



Figura 39 - Ganchos colocados no posto de embalagem

Esta alteração foi apenas realizada num dos postos (ver Figura 40) dedicado à embalagem de sacos, visto que a anterior disposição do espaço de trabalho é mais adequada para as peças de substituição de menores dimensões que contêm menos componentes. Para estas peças, a embalagem é feita em sacos também de menores dimensões, para os quais já não são necessárias ambas as mãos para os selar.

Para além disso, dificilmente são colocados dois operadores a preparar a mesma peça de substituição ao mesmo tempo.



Figura 40 - Posto de embalagem de sacos com alterações

Como é possível visualizar nesta última imagem, apenas se encontra em utilização um dos ganchos colocados. Isto deve-se à preferência pessoal de distribuição de material do operador que se encontrava a produzir no momento.

5.3.1. Resultados da alteração do Posto de Embalagem

Após a alteração do posto de embalagem de sacos, procedeu-se à análise de um possível efeito no tempo de produção da peça. Para isto, analisou-se o tempo de embalagem de 15 unidades da peça de substituição antes e após a alteração da localização da máquina de selar e colocação dos ganchos (ver Tabela 7).

Tabela 7 - Comparação de tempos de embalagem individual

Unidade	Tempo embalagem Antes da alteração (segundos)	Tempo produção Após alteração (segundos)
1	32.44	29.19
2	27.37	31.27
3	30.70	34.00
4	30.87	31.56
5	29.75	28.00
6	31.59	28.04
7	34.85	28.49
8	34.85	33.67
9	33.41	31.21
10	27.92	28.00
11	30.24	29.29
12	29.79	26.32
13	31.09	31.53
14	30.74	28.78
15	34.58	29.93
Tempo de embalagem médio	31.35	29.95

Como é possível visualizar na tabela apresentada, a média do tempo de embalagem com a organização original do posto corresponde a 31.35 segundos. Por outro lado, no posto sujeito a alterações, observou-se uma média de 29.95 segundo. Sendo assim, conclui-se que a alteração realizada resultou num decréscimo do tempo de produção de aproximadamente 1,4 segundos por unidade.

Dado que, semanalmente, existe uma encomenda mínima de 2000 unidades desta referência, a diminuição de 1,4 segundos permite uma redução no tempo de produção de um operário de 2800 segundos, o que corresponde a 46,67 minutos.

Apesar da alteração a nível de tempo de embalagem não ter sido significativa, os operadores apresentaram a sua satisfação relativamente à nova disposição do posto. Por um lado, o processo de embalagem com os sacos utilizados era facilitado visto que têm mais espaço para os pousar, deixando estes de escorregar. Por outro lado, a nova localização da máquina reduz substancialmente o cansaço após a embalagem de grandes quantidades desta referência. Isto implica que a produtividade ao longo da produção desta referência

aumente, impactando positivamente também a produção das referências produzidas posteriormente pelo mesmo operador.

Capítulo 6 – Conclusão

6.1. Reflexão sobre o trabalho realizado

O presente relatório apresentou um projeto desenvolvido na Bosch Termotecnologia S.A., localizada em Aveiro, que teve como objetivo a determinação e implementação de soluções que permitissem a redução do *Lead Time* de um conjunto de 58 referências que têm como cliente a Bosch de Deventer, e como consumidor final o mercado holandês.

As peças de substituição são utilizadas para substituir unidades originais idênticas num equipamento, quando necessário. No caso em concreto, as peças de substituição produzidas na Bosch de Aveiro procuram solucionar avarias em caldeiras, esquentadores e bombas de calor. Dado o tipo de aparelhos, no caso da sua avaria, a substituição de peças deve ser efetuada rapidamente, pelo que a disponibilização das peças de substituição correspondente deve ser igualmente breve.

A produção destas 58 peças de substituição pela Bosch de Aveiro foi resultante de uma transferência proveniente da Bosch de Deventer.

A Bosch Termotecnologia S.A. procura apresentar-se competitiva no mercado das peças de substituição, de forma a justificar a transferência deste e de outros conjuntos de peças de substituição. Posto isto, é do seu interesse a redução do tempo desde que uma encomenda é colocada até à sua disponibilização ao cliente.

Neste contexto, após a avaliação da situação inicial de 18 dias de *Lead Time* destas peças de substituição, e após discussão com os integrantes do processo, a primeira ação do projeto passou pela implementação de *cross docking* no *Service Provider*. Esta ação permitiu uma redução de 4 dias no LT e uma poupança monetária anual estimada de 5520€.

Posteriormente, a análise de encomendas efetuadas pelo cliente ao longo de 13 semanas permitiu a determinação de oportunidades de melhoria de *Lead Time* a partir da atuação ao nível do planeamento de produção. Não só foi possível concluir que era possível produzir estas encomendas dentro de 3 dias (o que

permitiu uma redução adicional de 2 dias ao LT), como se identificou que uma referência entre as 58 era requisitada em quantidades substancialmente superiores comparativamente às restantes. Após observação da produção desta referência, foram, ainda, efetuadas alterações ergonómicas a um dos postos de sacos que, apesar de não ter tido um efeito significativo no tempo produtivo na peça, levou a uma maior satisfação dos trabalhadores que utilizam o posto.

As alterações ao processo realizadas ao longo do projeto permitiram uma redução de 18 para 12 dias de *Lead Time*, o que representa uma diminuição total de 6 dias. Esta redução de *Lead Time* permitiu concluir que a o projeto foi bem sucedido dado que foi atingido o objetivo inicial proposto de reduzir o *Lead Time* para um total de 12 dias.

Como dificuldade associada a este projeto, é de realçar a diferença de tamanhos entre as caixas utilizadas pela Bosch de Deventer e a de Aveiro para embalar as peças de substituição. Dada a necessidade de seguir instruções previamente existentes relativas à preparação de encomendas, esta diferença não só obrigou à definição de novos *standards*, como também provocou um desaproveitamento de espaço em caixas utilizadas para embalar as encomendas.

Para além disso, a maior limitação, associada à tentativa de redução de *Lead Time* destas peças, foi o facto de a fase de planeamento se encontrar organizada ao longo de uma semana, associado à impossibilidade de alterar a metodologia atual. Seria, no futuro, interessante estudar uma forma de alterar a organização das tarefas desta fase, de forma a que fosse possível iniciar a produção de peças de substituição mais cedo, não só para as referências envolvidas neste projeto, mas também para as que são encomendadas por outros clientes.

Posto isto, é possível concluir que o *cross docking* se trata de uma solução de estratégia de distribuição para empresas que pretendam reduzir tempos de expedição, custos de armazenamento, atividades de *picking* e de manuseamento do material, mas que não consigam justificar a implementação de expedição direta.

Também foi notório, durante o projeto, que, para que todas as encomendas fossem enviadas corretamente e dentro do tempo previsto, é essencial uma boa

comunicação, tanto interna entre os membros envolvido no processo das peças de substituição, como externa com o cliente e com o *Service Provider*.

6.2. Perspetivas de Trabalho Futuro

Dada a necessidade de realização da preparação e embalagem final das encomendas na secção de embalagem de peças de substituição, faria sentido, no futuro, o desenvolvimento de um posto próprio de embalagem final de encomendas e de emissão de guias, sendo que o operador deste posto realizaria as tarefas associadas à preparação da encomenda após a receção de peças de substituição em caixas retornáveis. Dado o tempo previsto para a conclusão do projeto, não foi possível a concretização deste passo, que estaria também associado à criação de um sistema visual de apresentação das instruções de trabalho a partir de um *scan* feito às folhas de trabalho ou aos LUVs.

Também a forma como é feita a comunicação entre as diversas partes da cadeia pode ser alvo de melhoria. Como referido anteriormente, são enviados *emails* entre os intervenientes: um *email* semanal entre o CLP e o responsável de turno sobre qual a encomenda a ser produzida e um *email* por dia, caso aplicável, entre o responsável de turno e o responsável de transportes sobre quais as guias que seguem para o *Service Provider*. Na verdade, este tipo de comunicação pode levar à perda de informação, e, conseqüentemente, à ocorrência de falhas no processo. Posto isto, seria interessante a realização de uma reunião com os membros do processo e com a equipa de BDO para entender de que forma o sistema de informação da fábrica (SAP) poderia ser utilizado para tornar o processo de comunicação mais automatizado e prevenir possíveis falhas de comunicação.

Dado o resultado positivo da implementação de *cross docking* para as 58 referências, seria de ponderar a alteração do processo também para os restantes mercados de peças de substituição. Visto que este projeto resultou numa poupança semanal média de 107€ para apenas uma encomenda, seria de esperar que, ao aplicar a mesma metodologia de envio de encomendas para

outros mercados, principalmente, o mercado espanhol e alemão, a poupança fosse bastante mais significativa para a empresa.

Este projeto também serviu como oportunidade para analisar a possibilidade de implementação da expedição direta desde a fábrica de Aveiro para a Bosch de Deventer, ou até para outros clientes, e facilitar a transição para essa forma de trabalho. No momento em que a quantidade de peças de substituição que são vendidas para o mesmo mercado sejam suficientes para ocupar totalmente um camião, e visto que as encomendas serão totalmente embaladas na Bosch de Aveiro, é possível a sua colocação imediata no camião e transporte direto desde a fábrica de Aveiro.

Bibliografia

- Avison, D. E., Lau, F., Myers, M. D., & Nielsen, P. A. (1999). Action research. *Communications of the ACM*, 42(1), 94–97. <https://doi.org/10.1145/291469.291479>
- AvP/PM, B. T. S. A. (2022). *Site Introduction AvP 2022.03*.
- Balaji, M., Dinesh, S. N., Raja, S., Subbiah, R., & Manoj Kumar, P. (2022). Lead time reduction and process enhancement for a low volume product. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1722–1728. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.240>
- Benbitour, M. H., Sahin, E., & Barbieri, A. (2016). A comparison of different cross-docking organizations in a JIT manufacturing system; Application in the automotive industry. *Proceedings of 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, IEEE IESM 2015, October*, 1390–1396. <https://doi.org/10.1109/IESM.2015.7380333>
- Boone, C. A., Skipper, J. B., & Hazen, B. T. (2017). A framework for investigating the role of big data in service parts management. *Journal of Cleaner Production*, 153, 687–691. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.201>
- Bosch Termotecnologia S.A. (2020). *Bosch em Portugal | Aveiro*. <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/bosch-em-portugal/aveiro/>
- Bosch Termotecnologia S.A. AvP/HRL. (2019). *Mudança Organizacional 13.12.2019 TT*.
- Bosch Thermotechnik GmbH. (2022). *Catálogo de peças de substituição*.
- Buijs, P., Vis, I. F. A., & Carlo, H. J. (2014). Synchronization in cross-docking networks: A research classification and framework. *European Journal of Operational Research*, 239(3), 593–608. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.03.012>
- Chaharsooghi, S. K., & Heydari, J. (2010). LT variance or LT mean reduction in supply chain management: Which one has a higher impact on SC performance? *International Journal of Production Economics*, 124(2), 475–481. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.12.010>
- Chang, W. S., & Lin, Y. T. (2019). The effect of lead-time on supply chain resilience performance. *Asia Pacific Management Review*, 24(4), 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.10.004>

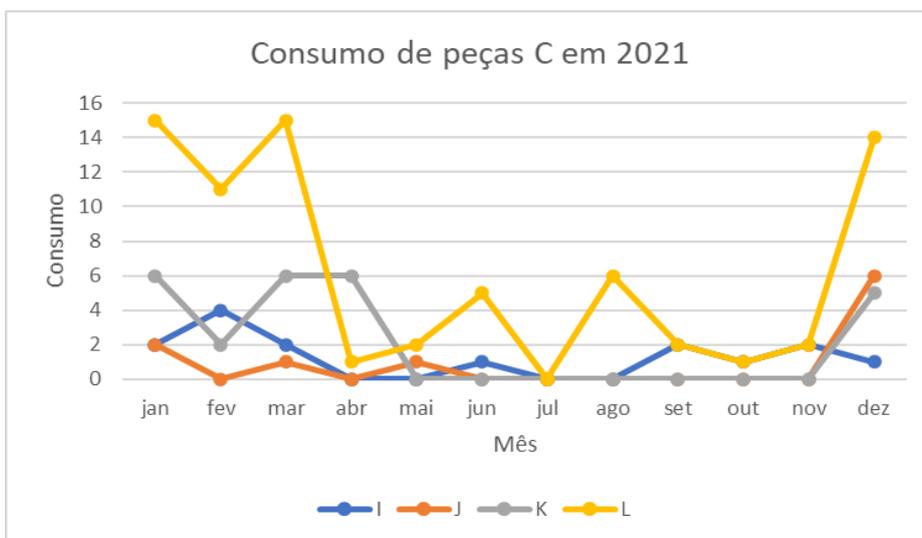
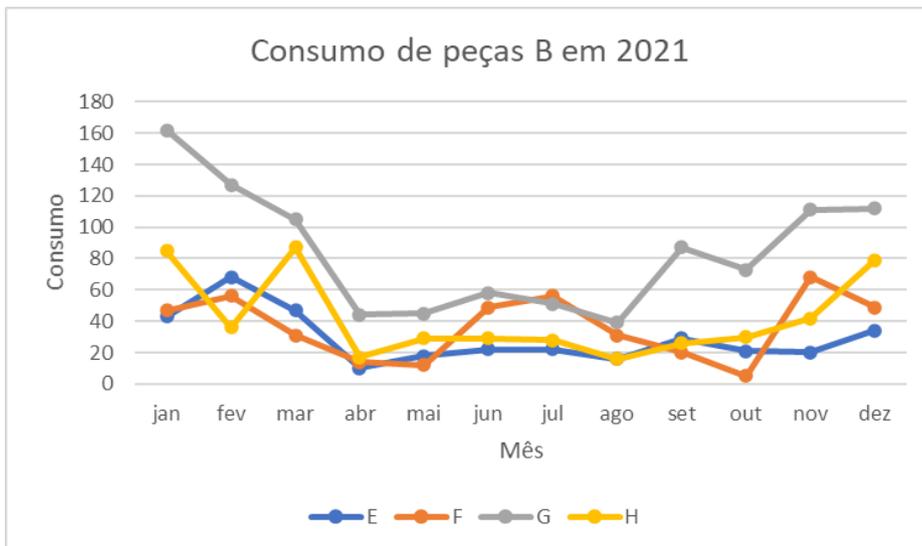
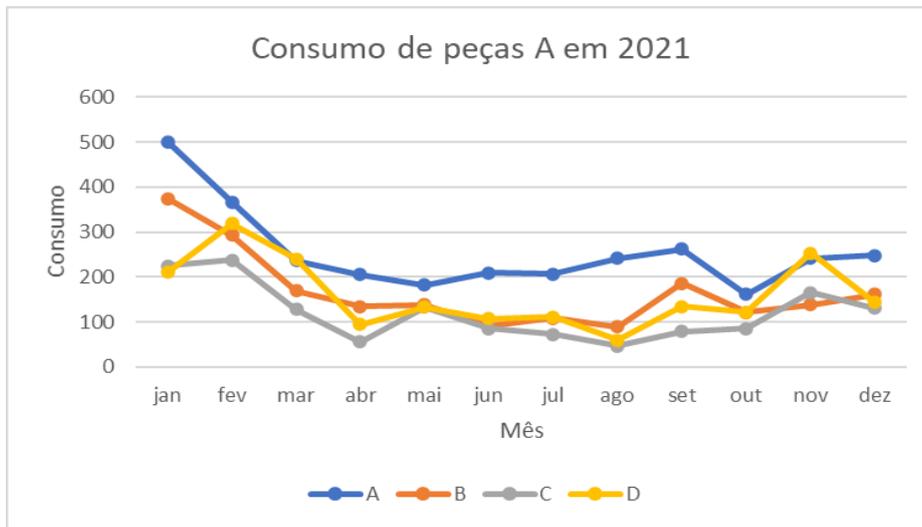
- Dekker, R., & Bayindir, Z. P. (2014). *Spare parts inventory control – an overview of issues for a large industrial complex*. May.
- Fortuin, L. (1980). The All-Time Requirement of Spare Parts for Service After Sales— Theoretical Analysis and Practical Results. *International Journal of Operations & Production Management*, 1(1), 59–70. <https://doi.org/10.1108/eb054660>
- Gunasekaran, A., Marri, H. B., & Menci, F. (1999). Improving the effectiveness of warehousing operations: a case study. *Industrial Management and Data Systems*, 99(8), 328–339. <https://doi.org/10.1108/02635579910291975>
- Hsieh, C. H., & Zhang, M. (2022). Critical factors affecting performance of logistics operation planning considering interdependency: A case study in automotive aftermarket. *Asian Transport Studies*, 8(November 2021), 100055. <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2022.100055>
- Khajavi, S. H., Partanen, J., & Holmström, J. (2014). Additive manufacturing in the spare parts supply chain. *Computers in Industry*, 65(1), 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.07.008>
- Kłodawski, M., Jacyna, M., Lewczuk, K., & Wasiak, M. (2017). The Issues of Selection Warehouse Process Strategies. *Procedia Engineering*, 187, 451–457. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.399>
- Mavi, R. K., Goh, M., Mavi, N. K., Jie, F., Brown, K., Biermann, S., & Khanfar, A. A. (2020). Cross-docking: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su12114789>
- Robert Bosch GmbH. (2019). *1886-1905: From first workshop to factory | Bosch Global*. History of Bosch Group. <https://www.bosch.com/stories/1886-1905-from-first-workshop-to-factory/>
- Robert Bosch GmbH. (2022). *BOSCH Portal | Bosch Global Net | Organization | Business Units*.
- Robert Bosch S.A. (2021). *A nossa empresa | Bosch em Portugal*. Bosch Em Portugal. <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/bosch-em-portugal/>
- Robert Bosch S.A. (2022). *A nossa empresa | Bosch em Portugal*. <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/bosch-em-portugal/>

- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management* (5th ed.). KoganPage.
- Şahin, M., Eldemir, F., & Turkyilmaz, A. (2022). Inventory Cost Minimization of Spare Parts in Aviation Industry. *Transportation Research Procedia*, 59, 29–37.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.094>
- Santos, V., Amaral, L., & Mamede, H. (2013). Utilização do método Investigação- Ação na investigação em Criatividade no Planeamento de Sistemas de Informação. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, April 2016*.
- Sgarbossa, F., Peron, M., Lolli, F., & Balugani, E. (2021). Conventional or additive manufacturing for spare parts management: An extensive comparison for Poisson demand. *International Journal of Production Economics*, 233(December 2020), 107993. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107993>
- Shuai, W., Yabin, W., & Jinguo, W. (2022). Spare parts demand forecasting method of modern enterprises based on digital twin model. *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 2250045, 1–18.
<https://doi.org/10.1142/S1793962322500453>
- Siegel, A. F. (2011). *Practical Business Statistics* (A. Press (ed.); 6th ed.). Elsevier Inc.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/C2010-0-64950-9>
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (1999). *Designing and Managing the Supply Chain*. Jeffrey J. Shelstad.
- Stefan, H., Matthias, S., Manuel, S., & Anita, O. (2021). The lead time updating trap: Analyzing human behavior in capacitated supply chains. *International Journal of Production Economics*, 234(May 2020), 108034.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108034>
- Teixeira, C., Lopes, I., & Figueiredo, M. (2017). Multi-criteria Classification for Spare Parts Management: A Case Study. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1560–1567.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.295>
- Toloie-eshlaghy, A., Chitsaz, S., Karimian, L., & Clarkhchi, R. (2011). A classification of qualitative research methods. *Research Journal of International Studies*, 20(20), 106–124.

- Wagner, S. M., Jönke, R., & Eisingerich, A. B. (2012). A strategic framework for spare parts logistics. *California Management Review*, 54(4), 69–92.
<https://doi.org/10.1525/cmr.2012.54.4.69>
- Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management* (Vol. 59). palgrave macmillan.
- Xiaoqing, W., Zhixue, L., Changzheng, Z., & Chunguang, Q. (2008). The impact of lead-time on bullwhip effect in supply chain. *Proceedings - ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, CCCM 2008*, 3, 93–97.
<https://doi.org/10.1109/CCCM.2008.224>

ANEXOS

Anexo A - Consumos anuais de peças de substituição



Anexo B - Exemplo de Folha de Trabalho

Bosch Termotecnologia SA

Página: 1 / 1

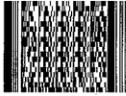
Folha de Trabalho

AAP (C) 881SACO-BL Família F (sacos) - bordo de linha
Centro de Trabalho 881SACOS Peças de substituição_Sacos
Material Conjunto de juntas K
Família de produção
Quantidade 300 UNI
Data Impressão 22/06/2022
Hora Impressão 16:20:46
Nº ordem 907705200 **Sequência** 0



Material	Denominação	Qtd.	Un.	Nível	L. Picking	Supr.ex Fabr.pr	Transf.
	Conjunto de juntas K	300	UNI	0			
	Anel de vedacao do tubo de gas	300	UNI	1	Peça chamada		0009
	Porca Hex. Flange Din6923 M6	1,200	UNI	1	Peça chamada		0009
	Vedante Circular Tampa	300	UNI	1	Peça chamada		0009
	Vedante Cordão Tampa	300	UNI	1	Peça chamada		0009
	IM Gasket Set K 2019/04 zz	300	UNI	1	854		0009
	Vedante sifão	600	UNI	1	Peças de chamada		0009
	Saco 325x230	300	UNI	1	E03-03-04		0009
	SACO PLÁSTICO	300	UNI	1			
	Saco plastico com pega	300	UNI	1	E03-03-01		0009
	Etiqueta	300	UNI	1			
	Etiqueta	300	UNI	1	881-etiqueta		0009

Anexo C - Exemplo de MasterLUV

LUV			BOSCH	
master			<u>Criado:</u> 2022.07.12 11:39:23	<u>Impresso:</u> 2022.08.08 18:04:51
90038780				
Tipo Cx:	Obs:		Nº Luvs:	7

881CAIXA / 907711863 - 20 UNI LUV Nº



881SACOS / 907712654 - 50 UNI LUV Nº



881SACOS / 907712649 - 100 UNI LUV Nº



881SACOS / 907712666 - 49 UNI LUV Nº

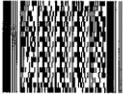


881CAIXA / 907711864 - 30 UNI LUV Nº



881CAIXA / 907711860 - 90 UNI LUV Nº



LUV master 90038780		BOSCH
Tipo Cx: Obs:		<u>Criado:</u> <u>Impresso:</u> 2022.07.12 2022.08.08 11:39:23 18:04:51
		<u>Nº Luvs:</u> 7

881SACOS / 907711946 -

10 UNI

LUV Nº



8642494066080822

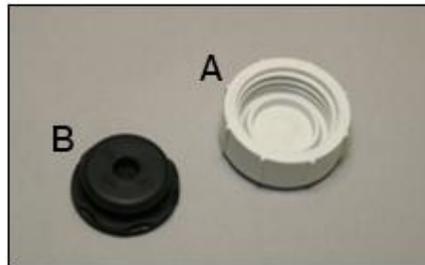


7736700417 660000010

Anexo D - Instrução de trabalho (*slow mover*)

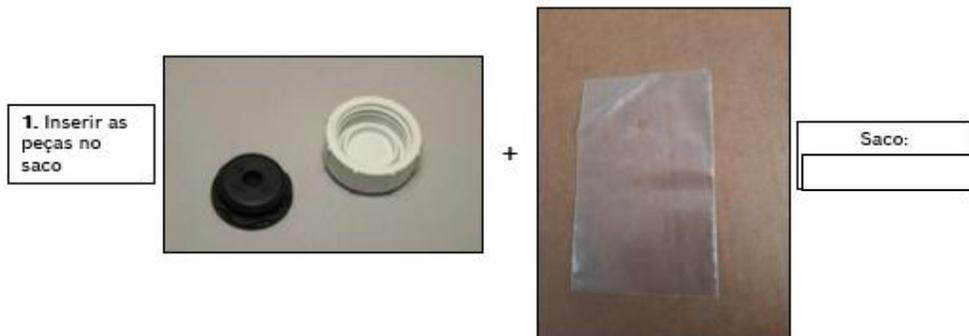
Referência: **Measure nipple cap**

Componentes



A = 1 x
B = 1 x

Embalamento



Packaging Final

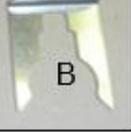


por caixa
Quantidade Produzida

Caixa:
Melhor adequada à quantidade



Anexo E - Instrução de trabalho (50 unidades num saco e 2 sacos numa caixa)

Referência: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Cartridge 3-way valve		
Componentes			
 			
A = 1x <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/> B = 1x <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/>			
Embalamento			
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1. Inserir a peça A no saco</div>	 + 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Saco: <input style="width: 50px;" type="text"/></div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2. Inserir a peça B no saco</div>	 + 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Saco: <input style="width: 50px;" type="text"/></div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3. Colocar o segundo conjunto dentro do primeiro</div>			
Packaging Final			
			
+ 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> # por saco 50 un. </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> #sacos por caixa 2 un. </div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Saco: <input style="width: 50px;" type="text"/></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 3. Identificar quantidade no saco utilizando etiqueta </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Caixa: 6-720-500-241 </div>	
 BOSCH			

Anexo F - Instrução de trabalho (caixas colocadas diretamente em palete)

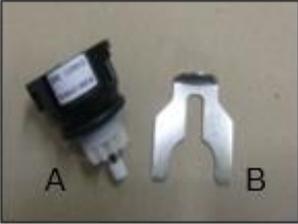
Referência <input type="text"/>	Isolamento de queimador	
Componentes		
	 <div data-bbox="1005 515 1268 593" style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Isolador de queimador: 1 x <input type="text"/></div>	
Embalamento		
<div data-bbox="391 817 598 896" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">1. Embrulhar a peça em papel de seda</div>		
<div data-bbox="391 1041 598 1097" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">2. Embrulhar a peça com padpak</div> <div data-bbox="391 1097 598 1198" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Comprimento do padpak 25 cm</div>		
<div data-bbox="391 1344 598 1400" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">3. Colocar a peça na caixa</div>		
Packaging Final		
	 <div data-bbox="686 1803 933 1859" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Colocar as peças produzidas numa palete</div> <div data-bbox="686 1859 933 1892" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">4. Filmar a palete</div>	



Anexo G - Instrução de trabalho (90 caixas dentro de uma caixa)

Referência: **Flowsensor**

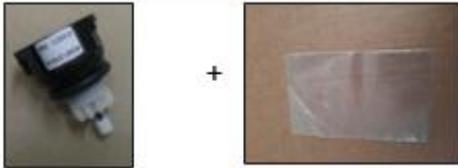
Componentes



A = 1 x
B = 1 x

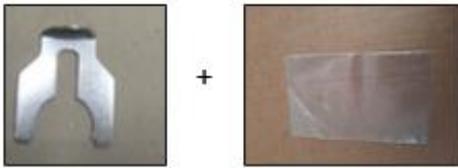
Embalamento

1. Inserir a peça A no saco



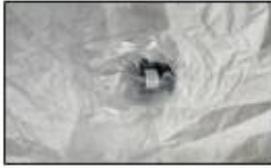
Saco:

2. Inserir a peça B no saco



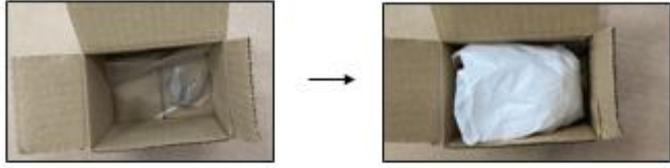
Saco:

3. Embrulhar o primeiro conjunto em papel de seda



4. Colocar ambos os conjuntos na caixa

O saco deve ser colocado por baixo



Packaging Final



por caixa
90 un.

Caixa:

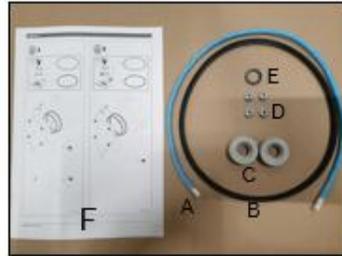
 **BOSCH**

Anexo H - Instrução de trabalho (50 sacos dentro de uma caixa)

Referência: 7746900493

Service set sealing

Componentes



A= 1x	
B= 1x	
C= 2x	
D= 4x	
E= 1x	
F= 1x	

Embalamento

1. Inserir a peça D no saco



+



Saco:

2. Inserir F no saco sem dobrar



+



Saco:

3. Inserir o primeiro conjunto e as peças A,B,C,E no mesmo saco

Packaging Final



por caixa
50 un.

Caixa:



Anexo I - Instrução de trabalho (200 caixas dentro de um contentor)

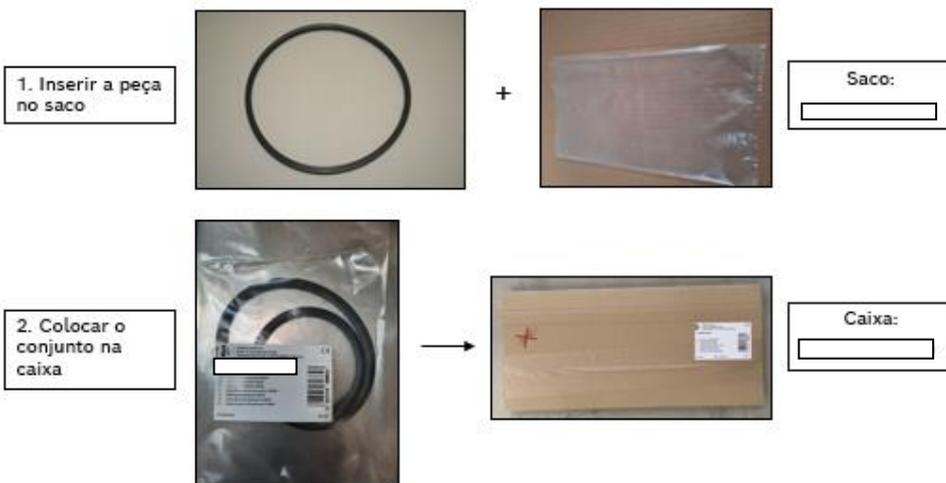
Referência: **Gasket burner plate DN220**

Componentes



Seal : 1

Embalamento



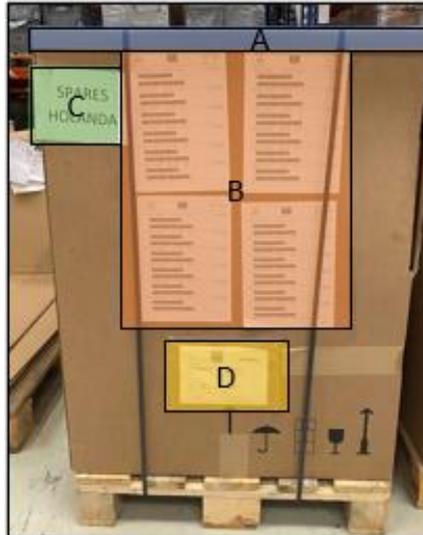
Packaging Final



Anexo J - Instrução de trabalho de preparação de um contentor

Contentor

Contentor Final



Instruções

1. Abrir contentor
2. Fechar um dos lados do contentor
3. Colocar as peças dentro do contentor
 - 3.1 "Picar" cada caixa antes de colocar no contentor (para criação do MasterLuv) **Q.A.**
4. Cortar contentor para adaptar tamanho ao necessário **Q.A.**
5. Fechar o contentor
6. Colocar cantoneiras **(A)**
7. Cintar
8. Colar o MasterLuv **(B)**
9. Identificar palete com "Spares Holanda" na frente e nos lados **(C)**
10. Picar o MasterLuv (passagem em sistema para o 0900)
11. Criação de Guia
12. Colocação da Guia na palete utilizando "saco" da TNT **(D)**
12. Transporte da palete para o Buffer **(não deve ser picada novamente!)**

Anexo K - Instrução de trabalho de preparação de uma palete

Palete

Palete Final



Instruções

1. Colocar as peças em cima da palete

1.1. "Picar" cada caixa antes de colocar na palete(para criação do MasterLuv) **Q.A.**

2. Colar o MasterLuv ou LUV **(A)**

3. Identificar palete com "Spare Holanda" na frente e nos lados **(B)**

4. Picar o MasterLuv (passagem em sistema para o 0900)

5. Criação de Guia

6. Filmar a Palete

7. Colocação da Guia na palete utilizando "saco" da TNT **(C)**

8. Transporte da palete para o Buffer **(não deve ser picada novamente!)**