



**Ana Filipa da Silva
Saraiva**

**MELHORIA DE FLUXOS LOGÍSTICOS EM LINHAS
DE MONTAGEM DE ESQUENTADORES E BOMBAS
DE CALOR ELÉTRICAS**



**Ana Filipa da Silva
Saraiva**

**MELHORIA DE FLUXOS LOGÍSTICOS EM LINHAS DE
MONTAGEM DE ESQUENTADORES E BOMBAS DE
CALOR ELÉTRICAS**

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

Dedico este trabalho aos meus pais por todo o apoio e por nunca duvidarem do meu sucesso.

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 Auxiliar da Faculdade de Engenharia e Tecnologias da Universidade Lusíada - Norte

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, por me terem possibilitado este percurso fantástico e por me darem força sempre que necessário. Pelo apoio incondicional e por me motivarem sempre a ser melhor.

Aos amigos que conheci na universidade, por todo o companheirismo e por terem vivido os melhores anos da minha vida comigo.

Às amigas da terra natal por estarem sempre presentes mesmo estando longe.

À minha orientadora, Ana Raquel Xambre, por todo o apoio e motivação, extremamente necessários nesta fase.

À Bosch Termotecnologia e em particular à equipa do MFV por me ter possibilitado a melhor primeira experiência profissional. Por todo o apoio, boa-disposição e vontade de ajudar que todos, sem exceção, demonstraram desde o primeiro dia. Um agradecimento especial ao Rúben Marques, colega, amigo e orientador por toda a ajuda e por todas as oportunidades durante o estágio.

palavras-chave

Logística interna, *Lean Manufacturing*, melhoria contínua, gestão do fluxo de materiais, *milkrun*, bordo de linha, célula logística.

resumo

No meio industrial atual é cada vez mais visível a preocupação das organizações com uma gestão *lean* dos seus fluxos logísticos, desde a matéria-prima até ao envio do produto final. Uma correta gestão destes, com o uso de ferramentas de melhoria contínua e uma constante aposta na atualização dos seus métodos, é talvez dos fatores que mais pode contribuir para a competitividade da empresa.

O trabalho descrito no presente relatório foi desenvolvido na empresa Bosch Termotecnologia S.A., localizada em Cacia, Aveiro.

Como principal objetivo, pretendeu-se obter a uniformização e melhoria dos fluxos logísticos no departamento de montagem de esquentadores e bombas de calor elétricas. Mais concretamente, foi analisada a transferência de uma linha de montagem de bombas de calor durante todas as suas fases: preparação, transferência e normalização dos processos logísticos no departamento. Esta transferência acarretou diversos subprojetos que aconteceram simultaneamente, incluindo a criação de várias células logísticas de abastecimento a secções.

Após a transferência da linha de bombas de calor da área produtiva do gás para o departamento onde foi desenvolvido este trabalho, verificou-se um desalinhamento nas equipas logísticas do departamento. Face a este facto, foi feito um estudo sobre quais podiam ser as melhorias e qual seria a linha de montagem na qual faria mais sentido aplicar um projeto de melhoria contínua. A linha 867KDEH mostrava sinais de necessitar de bastantes intervenções, pois apresentava baixas quantidades de produção, baixo OEE e abastecimento muito deficitário. Para além disso, com o conseqüente aumento de colaboradores alocados à logística, era necessário ganhar eficiência, sendo assim um dos grandes objetivos do projeto a criação de uma rota standard para o trabalhador que fizesse o abastecimento das linhas 867KDEH e 866DO. Partiu-se assim para a criação de vários bordos de linha, criação e realocação de supermercados, libertação de locais para abastecimento em paletes e, por fim, à sugestão de implementação de uma nova rota para o abastecimento. Apesar desta segunda fase do trabalho não ter sido concluída, pode afirmar-se que, de um modo geral, o trabalho realizado foi importante para a empresa, uma vez que permitiu uma standardização dos seus processos logísticos.

keywords

Internal logistics, Lean Manufacturing, continuous improvement, material flow management, milkrun, line side shelf, supplying area

abstract

In the current industrial environment, the concern of the organizations in implementing a lean management of their material flow is growing, going from raw material to finished goods. A correct management of these, with the support from continuous improvement tools and a frequent update of the used methods, is the sustaining factor for competitiveness.

The presented work was developed in Bosch Termotecnologia S.A., in Cacia, Aveiro.

The main goal was the standardization and improvement of the logistic flow in the department of electric water heaters and heat pumps assembly, MFV – Manufacturing Value Stream. The work starts with the analysis of the transference of a heat pumps assembly line during all the phases of the project: preparation, actual transfer and standardization of the logistic processes within the production site area. Along with this transference, several subprojects occurred simultaneously, such as the establishment of supplying areas for other assembly lines.

After the transference of the line from the gas area to the department where the presented work was developed, there was a fluctuation in the number of people on logistic teams of the productive area. Regarding this situation, a study was carried out to verify which of the existing assembly lines were suited to have a continuous improvement cycle. The 867KDEH line showed clear signs of needing a project of this kind because it showed a low amount of output, low OEE indicator and severe deficit of efficiency in the supplying processes. Moreover, with the increase in the number of logistic staff, a main goal of this project was to design a standard route for the milkrun to supply both 867KDEH and 866DO line.

The following step was designing and implementing new line side shelves and supermarkets, as well as creating pallet-supplying places and suggesting a new standard route for the milkrun.

Even though this last project could not be concluded, it can be stated that, overall, the presented work has brought many benefits for the company, once it brought the chance to standardize its logistic flow.

Índice

Índice de figuras	ii
Índice de Tabelas	ii
Índice de Anexos	iii
Siglas e Acrónimos.....	iv
1. Introdução	1
1.1. Contextualização do trabalho e definição de objetivos	1
1.2. Metodologia	2
1.3. Estrutura do relatório	4
2. Enquadramento teórico	5
2.1. Introdução à Cadeia de Abastecimento	5
2.2. Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA)	6
2.3. Integração da Cadeia de Abastecimento	7
2.4. Cadeia de Abastecimento Ágil vs <i>Lean</i> : o paradigma	8
2.5. Introdução à Logística	10
2.5.1. O conceito de Logística	10
2.5.2. Logística interna	12
2.6. Metodologias <i>Lean</i> aplicadas à logística interna	15
2.6.1. Sistema <i>Kanban</i> e produção <i>Just-In-Time</i>	15
2.6.2. <i>Value Stream Mapping</i>	17
2.6.3. Sistema <i>Push & Pull</i>	19
2.6.4. Ciclo PDCA.....	23
2.6.5. Relatório A3.....	23
3. Bosch Termotecnologia S.A.....	25
3.1. Apresentação do Grupo Bosch.....	25
3.2. Vulcano – Bosch Termotecnologia S.A.	26
3.3. Estrutura Departamental e o <i>Value Stream</i> MFV	27
3.4. Processo produtivo e <i>Layout</i> do MFV	30
4. Transferência da linha de montagem 874 Heat Pumps	33
4.1.1. Contexto: Linha de montagem 874HP	33
4.1.2. Preparação da transferência da linha 874HP para o MFV	34
4.1.3. Fluxo logístico antes da transferência	35
4.1.4. Agregação da célula logística da pintura à secção S831	38
4.2. Análise do fluxo logístico após a transferência para o MFV	43
5. Redefinição do abastecimento logístico à secção 867KDEH.....	49
5.1. Linhas de montagem 867KDEH e 867BK.....	49
5.1.1. Estado inicial	50
5.1.2. Locais de armazenamento de material da secção	55
5.1.3. Rotas e colaboradores logísticos.....	57
5.1.4. Principais problemas detetados.....	59
5.2. Objetivos do projeto.....	60
5.3. Ações de melhoria	60
6. Conclusões e trabalho futuro	69
Referências Bibliográficas	71
Anexos	73

Índice de figuras

Figura 1 – O processo da cadeia de abastecimento (adaptado de Min e Zhou, 2002).....	5
Figura 2 - Estratégias de cadeias de abastecimento (adaptado de Christopher, 2005)	9
Figura 3 - Sumário das atividades logísticas (adaptado de Waters, 2003).....	12
Figura 4 – Atividades da logística interna (adaptado de Bowersox et al., 1996)	12
Figura 5 – Os vários tipos de Kanban e as suas rotas (adaptado de Robert Bosch GmbH, 2007)	17
Figura 6 - Exemplo de um VSM – Retirado de BPS Handbook (2015)	19
Figura 7 - Push vs. Pull na cadeia de abastecimento (adaptado de Christopher, 2005) ..	22
Figura 8 - Localizações da Bosch em Portugal.....	25
Figura 9 - Portefólio de produtos a gás e elétricos.....	27
Figura 10 - Organização estrutural da fábrica de Aveiro	28
Figura 11 - Portefólio de produtos do MFV	30
Figura 12 - Exemplo de uma bomba de calor	33
Figura 13 - Exemplo de um carro kit das bombas de calor	35
Figura 14 - Rota MR paletes.....	36
Figura 15 - Rota MR interno	37
Figura 16 - Layout Supermercado de paletes.....	37
Figura 17 - Layout antes (lado esquerdo) e depois da transferência (lado direito)	38
Figura 18 – Exemplo de uma bomba de calor IDU	39
Figura 19 - Secção 831 e Célula Logística	39
Figura 20 – Layout provisório da Célula logística Secção 831 - Pintura	40
Figura 21 – Value Stream Mapping inicial da secção 831	41
Figura 22 – Value Stream Design para a transferência da célula logística da secção 831	42
Figura 23 - Rota MR IDU.....	43
Figura 24 - Célula logística A01HP-CL.....	44
Figura 25 - Layout atual da Secção 874	46
Figura 26 - Aparelhos finais KDE e KDH	50
Figura 27 - Aparelho final BK.....	51
Figura 28 - Variação do OEE nas linhas DO e KDEH.....	53
Figura 29 - Layout de zonas logísticas na linha.....	55
Figura 30 - Estante de change-over	56
Figura 31 – Comparação tempo de ciclo POUP DO e KDEH/BK teórico vs real	57
Figura 32 - Rotas POUP e MR suporte	58
Figura 33 - Layout da linha KDEH	62
Figura 34 - Posto 403 linha KDEH - antes.....	63
Figura 35 - Posto 403 linha KDEH – depois	64
Figura 36 - Layout linhas DO e KDEH com Supermercados	66
Figura 37 - Nova rota POUP KDEH/DO	67

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Cenários de produção para a linha 874HP	34
Tabela 2 - Comparação rotas, tempos de rota e distâncias percorridas	47
Tabela 3 - Valores para cálculo de OEE da linha KDEH.....	54
Tabela 4 - Comparação de rotas, tempos de rota e distâncias percorridas pelos vários operadores logísticos.....	68

Índice de Anexos

Anexo A - Operator Balance Chart do Trolley HP.....	73
Anexo B - Instrução de Operações Logísticas Trolley HP	74
Anexo C - A3 do projeto de redefinição do abastecimento à secção 867KDEH	76

Siglas e Acrónimos

A01 – Armazém 01

BL – Bordo de Linha

CL – Célula Logística

KPI – *Key Performance Indicator*

MFV – *Manufacturing Value Stream*

MR – *Milk-run*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

POT – *Planned Operation Time*

POUP – *Point Of Use Provider*

SM – Supermercado

SNP – *Standard Number of Parts*

VSD – *Value Stream Design*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work in Process*

1. Introdução

Nos dias de hoje as indústrias sentem cada vez mais a pressão para melhorar os seus processos, tanto produtivos como logísticos. A logística interna tem sido cada vez mais realçada como uma parte fulcral da cadeia de valor onde, se existirem falhas, afetarão de certeza o processo produtivo. Ao mesmo tempo que existe uma pressão na melhoria contínua dos processos, a orientação pelos resultados e por manter elevados níveis de eficiência dos colaboradores é também uma realidade. Coordenar todos estes fatores é a chave para manter uma organização a funcionar de forma a que todos os seus processos estejam interligados, cumprindo assim o verdadeiro objetivo do funcionamento com orientação por cadeia de valor.

1.1. Contextualização do trabalho e definição de objetivos

O projeto apresentado foi desenvolvido no departamento de produção de esquentadores elétricos – MFV, mais particularmente na área da logística interna e fluxo de materiais, MFV-MAT, da Bosch Termotecnologia em Aveiro.

O presente trabalho pretendeu reestruturar o fluxo de materiais deste departamento após a transferência de uma nova linha de produção de bombas de calor elétricas, vinda da zona de produção e montagem de esquentadores e caldeiras com funcionamento a gás, cujo processo alterou o balanceamento de trabalho entre os colaboradores na equipa de abastecimentos. Isto levou a equipa a repensar a estratégia de fluxo de materiais e a tentar assim perceber quais as alterações que deveriam ser feitas (para além das mudanças que advêm diretamente da transferência) em termos de rotas de abastecimentos. Este reequacionar de alguns processos serviu também como uma oportunidade para standardizar alguns dos mesmos que até agora não eram estáveis.

Adicionalmente, com a transferência da linha de produção de bombas de calor, existiu um acréscimo de colaboradores na área do fluxo de materiais, o que provocou um desalinhamento entre o número de colaboradores por turno. Foi então necessário analisar o fluxo de abastecimento de uma linha de montagem de esquentadores elétricos cujo *output* estava bastante longe do previsto, podendo

aqui ser intervencionada em termos de redefinição de rotas, criação de novos locais de abastecimento normalizado, tentando obter assim uma melhoria na eficiência geral da linha e um aumento significativo no *output*. As intervenções nesta linha passaram tanto por refazer os balanceamentos dos colaboradores da linha como pela criação de novas infraestruturas e elaboração de uma nova rota de abastecimento.

1.2. Metodologia

Este projeto e a sua implementação insere-se no método de análise Investigação-Ação (IA).

Goghlan (2002), Gummesson (2000) e Greenwood, *et al.* (1998) definem o método de IA como:

- Investigação em ação, em vez de investigação sobre a ação;
- Participativa;
- Simultânea;
- Uma sequência de eventos como abordagem ao *problem solving*.

Primeiro, a IA foca-se principalmente na ação e não na investigação da ação. O objetivo central é desenvolver uma abordagem de resolução de problemas com quem os experiencia diretamente. A IA funciona através de um processo cíclico de 4 passos: planear, agir e avaliar essa ação, planear novamente e assim sucessivamente.

Segundo, a IA é participativa. Este processo resulta apenas com a participação dos membros envolvidos, em contraste com o tradicional processo em que os membros a ser estudados são apenas considerados como objeto de estudo.

Terceiro, a investigação acontece simultaneamente com a ação. Este facto torna a ação mais forte, ao mesmo tempo que é possível considerar os factos teóricos.

Finalmente, a IA reflete-se tanto numa sequência de eventos como numa abordagem à resolução de problemas. Na perspetiva de sequência de eventos, permite: comparar ciclos iterativos de recolha de dados, permitir que os membros envolvidos os analisem, planeiem ações e as avaliem e recomecem um novo ciclo. Em termos de *problem solving*, considera-se como uma aplicação do método de

experimentação para a resolução de problemas que requerem não só soluções como ações, assim como a colaboração de todos os envolvidos.

A IA permite encontrar a solução imediata ao problema, mas principalmente também permite tirar conclusões que servirão para o futuro.

Este método foi levado a cabo ao longo da duração do estágio, desde o levantamento de dados à implementação de ações, incluindo também a tomada de decisões para futuras ações.

A transferência da linha iniciou-se com uma análise do funcionamento do abastecimento pré transferência e troca de impressões com os colaboradores do gás acerca dos principais desafios no fluxo de materiais, acompanhada pela redefinição de supermercados e células logísticas ligadas ao processo das bombas de calor.

Aquando da implantação da linha no MFV, foram criadas novas rotas logísticas visto que muitos dos locais de recolha de material continuam no mesmo local físico, o que implica estarem a uma maior distância e, como tal, foi necessário recalcular os tempos de rota relacionados com a linha. Através de medição de tempos, definição de metas temporais a cumprir e monitorização destas, o objetivo passou por implementar um sistema de abastecimento logístico normalizado para esta linha, redefinindo as rotas já existentes.

Após a transferência da linha para o MFV verificou-se também um desalinhamento nos abastecimentos à secção 867 KDEH, para além dos vários problemas logísticos que resultam num *output* de aparelhos que ficava aquém do balanceado. A resolução destes problemas passou por várias medições de tempos, tanto aos abastecedores da linha como aos colaboradores da produção, tentando assim perceber as causas dos problemas. Após o levantamento destas, foram planeadas novas estruturas para o abastecimento à linha (bordos de linha e supermercados) permitindo assim ganhar autonomia no abastecimento para criar uma rota standard do abastecedor e diminuir assim o tempo de ciclo total deste.

1.3. Estrutura do relatório

O corpo do relatório está dividido em 6 capítulos principais, cada um contendo subcapítulos, que são:

- Capítulo 1 – É feita uma breve introdução ao trabalho, referindo os problemas que levaram à realização do projeto e a metodologia a seguir no contexto do trabalho. É também descrita a estrutura do relatório.
- Capítulo 2 – É feito um enquadramento teórico dos temas e conceitos que se relacionam com o caso de estudo, descrito no capítulo seguinte. São abordados temas como a logística, logística interna e também alguns conceitos da filosofia *Lean Manufacturing* que se interligam com a logística interna e que serão utilizados no caso prático;
- Capítulo 3 – Neste capítulo é feita uma introdução à empresa e ao departamento em concreto onde decorreu o projeto. É também apresentado o *layout* da zona produtiva.
- Capítulo 4 – Neste capítulo é apresentado o primeiro projeto do relatório, relativo à transferência da linha de montagem de bombas de calor elétricas da área produtiva do gás para o MFV. É descrito o antes, durante e após do projeto e são descritas todas as ações que decorreram ao longo deste.
- Capítulo 5 – É descrito o segundo projeto realizado no âmbito do relatório de estágio relativo à redefinição dos fluxos logísticos e de abastecimento à secção 867KDEH. É feita uma introdução ao projeto, descritos os problemas encontrados e como foram encontradas as sugestões de melhoria.
- Capítulo 6 – São retiradas as conclusões dos projetos e são feitas algumas sugestões de melhoria.

2. Enquadramento teórico

Os conceitos de cadeia de abastecimento e de logística interna são termos que têm vindo a ser cada vez mais abordados, tanto pela literatura como pelos próprios gestores das organizações. Com o aumento da competitividade entre as empresas a busca pela melhoria contínua, a utilização de ferramentas *lean* e a preocupação com o fluxo de materiais desde o início da cadeia, são requisitos para que a organização subsista.

Neste enquadramento teórico pretende-se abordar tópicos que permitam uma fácil compreensão destes aspetos, permitindo assim enquadrar os projetos apresentados nos capítulos 4 e 5.

2.1. Introdução à Cadeia de Abastecimento

Uma cadeia de abastecimento (CA) é um sistema integrado que sincroniza uma série de processos de negócio interligados de forma a: adquirir matéria-prima, transformar essa matéria-prima em produto acabado, criar valor nesse produto, distribuir e promover esse produto ao cliente e facilitar a troca de informação entre os vários *stakeholders* do processo, desde os fornecedores aos clientes já falados, como também, por exemplo, aos prestadores de serviços logísticos externos. O seu objetivo principal é melhorar a eficiência operacional, a rentabilidade e a posição competitiva da empresa e dos seus parceiros (Min *et al.*, 2002).

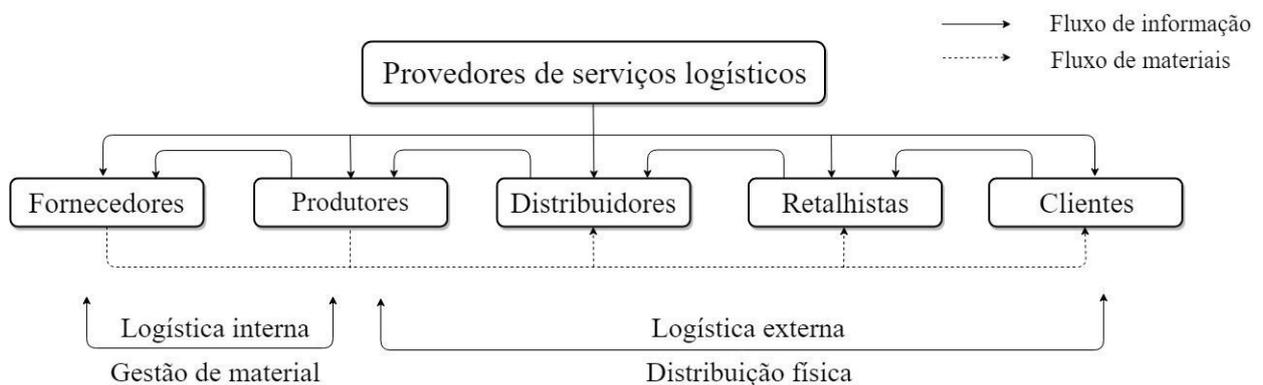


Figura 1 – O processo da cadeia de abastecimento (adaptado de Min e Zhou, 2002)

Através da figura 1 pode ver-se que, tipicamente, uma cadeia de abastecimento é composta por dois grandes processos:

- Gestão de material (*inbound logistics*) e
- Distribuição física (*outbound logistics*).

A gestão de material refere-se a todos os processos relativos à aquisição e armazenamento de matéria-prima, ou seja, à logística interna da área produtiva. Esta gestão dá suporte ao fluxo de materiais que se inicia na compra e controlo interno do material, ao planeamento e controlo do *work-in-process*, até ao armazenamento, expedição e distribuição do produto acabado (Johnson *et al.*, 1999). Por outro lado, a distribuição física incorpora todas as atividades logísticas relacionadas com o serviço ao cliente, isto é, a logística externa. Este termo inclui: o processamento de ordens, desenvolvimento do inventário, manipulação e armazenamento de material, transporte, consolidação, definição de preços de mercado, suporte promocional, gestão de material devolvido e suporte durante todo o ciclo de vida do produto (Bowersox *et al.*, 1996). Combinando todos os aspetos referentes à gestão e distribuição de material e produto acabado, uma cadeia de abastecimento não representa apenas uma cadeia linear de relações entre negócios, mas sim uma rede complexa de diferentes negócios e *stakeholders* que contribuem para o processo.

2.2. Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA)

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals* (Lambert, Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance, 2008), a Gestão da Cadeia de Abastecimento engloba o planeamento e gestão de todas as atividades envolvidas no *procurement* e no abastecimento, na conversão, e também em todas as atividades de gestão logística. Fortemente relacionada está a coordenação e a colaboração com os *stakeholders*, sejam estes os fornecedores, intermediários, ou prestadores de serviços relacionados com a organização, assim como os clientes. Segundo Hanping *et al.* (2005), a GCA promove a coordenação, integração, criação de relações e colaboração ao longo de toda o canal de abastecimento. Esta foca-se numa gestão da procura além-fronteiras e integra a gestão da procura e oferta dentro e fora da organização.

O conceito da gestão da cadeia de abastecimento evoluiu à volta de uma visão focada no cliente, que conduz a mudanças interna e externamente à empresa e

cria uma sinergia entre uma coordenação e integração inter-funcional e inter-organizacional (Ballou, 2007).

A GCA permite compreender as oportunidades da gestão integrada dos processos de fluxo de materiais, produtos e informação através das várias funções internas à organização e, externamente a ela, entre outras firmas e membros da cadeia de abastecimento.

O objetivo final da GCA é sincronizar todas as atividades relacionadas com a cadeia de abastecimento e assim desenvolver soluções inovadoras para criar valor único e individualizado para cada cliente (Langley *et al.*, 1992).

2.3. Integração da Cadeia de Abastecimento

Uma gestão da cadeia de abastecimento eficaz necessita de uma gestão integrada das atividades da cadeia de processos e não de uma gestão individual de várias funções. Sem uma gestão integrada, o departamento de compras colocava encomendas quando o cliente demonstrava necessidade de material e o marketing, respondendo à procura do cliente, tentava satisfazer esta procura com os vários distribuidores e retalhistas. As ordens de venda eram periodicamente dadas aos fornecedores e os fornecedores destes não tinham qualquer visibilidade sobre o ponto de venda ou uso.

Obter uma cadeia de abastecimento integrada requer um fluxo de informação contínuo, o que por si só contribui para um melhor fluxo de produtos. Conseguir um processo focado no cliente e eficaz implica um processamento rápido e preciso que permita uma resposta rápida a possíveis flutuações na procura do cliente. O controlo da incerteza na procura, no fabrico do produto e na performance dos fornecedores são fatores críticos que podem levar ao fracasso de uma gestão da cadeia de abastecimento (Hewitt, 1994; Lambert *et al.*, 2000).

Os processos chave da cadeia de abastecimento identificados pelos membros do *Global Supply Chain Finance* (Lambert, *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*, 2008) são:

- Gestão da relação com o cliente;
- Gestão do serviço ao cliente;
- Gestão da procura;

- Cumprimento da entrega – *order fulfillment*;
- Gestão do fluxo de produção;
- *Procurement*;
- Desenvolvimento do produto e comercialização;
- Retorno.

2.4. Cadeia de Abastecimento Ágil vs *Lean*: o paradigma

Naylor, Naim e Berry (1999) definem agilidade na cadeia de abastecimento como a capacidade de utilizar o conhecimento de mercado para tirar partido de atividades geradoras de lucro num mercado volátil. Ao mesmo tempo, definem uma cadeia de abastecimento *lean* como o desenvolvimento de uma cadeia de valor para eliminar todo o desperdício, incluindo de tempo, e para assegurar um horário nivelado.

De acordo com Christopher (2000) agilidade é uma aptidão geral da empresa e deve incluir as estruturas organizacionais, os sistemas de informação, os processos logísticos e, em particular, a mentalidade das pessoas. É definida como a capacidade de, perante um estímulo externo, o sistema ser capaz de responder movimentando-se e mudando de posição para um novo estado estável (Carvalho, 2012).

Uma característica chave para uma organização ágil é a flexibilidade. De facto, a origem da agilidade como um conceito de negócio assenta nos sistemas de produção flexíveis. Este conceito de agilidade não deve ser confundido com o de uma cadeia de abastecimento *lean*. *Lean* é fazer mais com menos. O termo é muitas vezes usado em ligação com as filosofias *lean manufacturing* que implicam uma abordagem de inventário zero e *just-in-time*. (Womack *et al.*, 1990). O conceito de *leanness* na cadeia de abastecimento refere-se à capacidade de gerir o sistema logístico sem excedentes, isto é, mantendo uma qualidade elevada de serviço ao cliente com um baixo custo (Carvalho, 2012).

A figura 2 mostra os vários tipos genéricos de estratégias para as cadeias de abastecimento dependendo das combinações de procura/oferta para cada produto.

Características do abastecimento	Lead times longos	<i>Lean</i> Planear e otimizar	<i>Hybrid</i> Desacoplar através do <i>postponement</i>
	Lead times curtos	<i>Kanban</i> Reabastecimento contínuo	<i>Agile</i> Resposta rápida
		Previsível	Imprevisível
		Características da procura	

Figura 2 - Estratégias de cadeias de abastecimento (adaptado de Christopher, 2005)

O autor Christopher (2005) indica que, nos casos em que a procura é previsível e o *lead time* de reabastecimento é curto, o uso de uma gestão por *Kanbans* é aconselhado. Este tipo de gestão origina uma filosofia de reabastecimento contínuo em que, no pior dos cenários, cada vez que se vende um produto este é substituído. Se pelo contrário, os *lead times* forem longos, mas a procura continuar a ser previsível, fará sentido adotar uma estratégia *lean*, onde os componentes e produtos podem ser pedidos em avanço, sendo assim possível reduzir os custos do fluxo de transporte e também os custos de posse dos materiais.

Relativamente ao canto inferior direito, este mostra o tipo de gestão que realmente abrange uma cadeia de abastecimento ágil. Sendo a procura imprevisível, e os tempos de abastecimento curtos, existe a possibilidade de respostas rápidas a um pico de produção inesperado, podendo até a produção ser feita para entrega direta ao cliente – *make-to-order*.

Finalmente, o último tipo de gestão em análise é o híbrido: *lead times* longos e procura imprevisível. Em situações deste género a principal prioridade deve ser a de reduzir os tempos de abastecimento, visto que a possibilidade de controlar a procura pode não viável para a empresa. Se for possível reduzir os tempos de abastecimento pode passar a ser usada uma estratégia de cadeia de

abastecimento ágil. No entanto, se não for possível diminuir os *lead times*, a próxima opção baseia-se na implementação de um sistema híbrido *lean/ágil*, o que muitas vezes leva a que a cadeia seja desacoplada. O ponto de desacoplamento permite isolar a resposta ao cliente (entrega e quantidades) das limitações dos prazos de abastecimento e das limitações da capacidade de abastecimento (Carvalho, 2012). Ou seja, permite armazenar inventário que não esteja terminado ou que seja passível de ser transformado em vários produtos como forma de obter uma reação rápida quando se souber a procura real.

2.5. Introdução à Logística

Neste subcapítulo será abordado o conceito de logística e também serão referidas e brevemente analisadas as partes integrantes do processo da logística. Será ainda referido o conceito e processos da logística interna.

2.5.1. O conceito de Logística

Apesar da sua importância, a logística nem sempre teve a atenção merecida. Tradicionalmente, as organizações concentravam os seus esforços na produção efetiva dos produtos e tendiam a esquecer o fluxo de materiais associado. Os gestores reconheciam que o transporte e armazenamento eram importantes, mas estes fatores eram vistos como custos inevitáveis do negócio (Waters, 2003).

O conhecimento da gestão da cadeia de abastecimento tem sido re-conceptualizado desde a integração da logística na própria cadeia de abastecimento até à integração e gestão dos conceitos-chave ao longo da cadeia. Em 2003, o *Council of Logistics Management* publica uma definição que defende que a logística é apenas uma parte da CA e define logística como: o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenamento de matéria-prima, de material em curso, do produto acabado e da informação relacionada com os processos do ponto de origem ao ponto de consumo, de forma eficiente (incluindo uma gestão eficiente dos custos), cumprindo assim as exigências do cliente. (Lambert, 2008).

Waters (2003) considera que a logística é responsável pelo movimento e armazenamento dos materiais durante a cadeia de abastecimento. Isso inclui várias atividades como:

- *Procurement* e compras;
- Transporte de material vindo dos fornecedores;
- *Incoming* do material, ou seja, a verificação do estado do material (muitas vezes considerado parâmetros de qualidade);
- Descarga do material para o armazém;
- Controlo de stocks;
- *Picking* das ordens de material;
- Movimentação do material dentro da empresa;
- Transporte do produto acabado;
- Gestão do transporte do produto acabado;
- Gestão dos retornáveis¹ e materiais sujeitos a logística inversa, ou seja, materiais que são transportados desde o ponto de uso até ao local de origem;
- Localização;
- Comunicação entre as várias partes.

Na figura 3 pode constatar-se que todas as operações relacionadas com a logística devem estar interligadas, de forma a que as ações de uma das operações não influenciem negativamente as outras. Se, por exemplo, os armazéns internos decidirem reduzir o stock de matéria-prima, as paragens podem começar a ser mais frequentes, e assim podem aumentar os custos com entregas urgentes de material. De forma contrária, se as compras decidirem reduzir os custos administrativos e colocar menos ordens de encomenda aos fornecedores, mas com maiores quantidades, é espectável que os níveis de stock aumentem significativamente assim como os custos associados à retenção desse mesmo stock.

¹ Retornáveis: componentes que estão sujeitos a um reenvio ao fornecedor e posterior reciclagem ou reaproveitamento para o envio de novo material.



Figura 3 - Sumário das atividades logísticas (adaptado de Waters, 2003)

2.5.2. Logística interna

O conceito de logística interna baseia-se em grande parte no fluxo e armazenamento de matéria-prima e produto acabado dentro da organização. As operações logísticas começam com o envio inicial do material pelo fornecedor e só termina quando o produto final é entregue ao cliente. A parte que se relaciona com a logística interna é a de apoio à produção, que é a parte da logística que se concentra em gerir o inventário *work-in-process* que circula entre as várias fases da produção (Bowersox *et al.*, 1996).

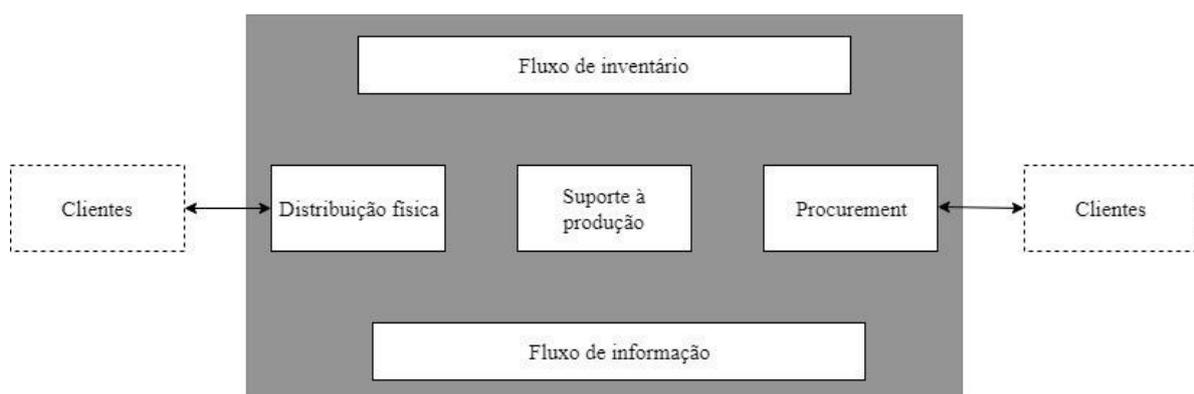


Figura 4 – Atividades da logística interna (adaptado de Bowersox *et al.*, 1996)

De acordo com o que se verifica na figura 4, o sistema de gestão do fluxo de material deve exercer funções ao longo de todas as fronteiras do processo de forma

a interligar as partes individuais do sistema produtivo e formar um só sistema. A eficiência da gestão do material afeta diretamente a performance do sistema produtivo no qual está inserido (Tanchoco, 1994). Assim, uma das principais preocupações desta gestão do fluxo de materiais não é como acontece a produção, mas sim o quê, quando e onde é que serão fabricados os produtos. O apoio à produção envolve o movimento de materiais que são controlados pela empresa. A incerteza relativa à colocação de encomendas pelos clientes ou à possibilidade de erro na entrega de matéria-prima não estão presentes nas atividades produtivas normais, tornando assim os processos logísticos muito mais imprevisíveis em comparação (Bowersox *et al.*, 1996).

Alguns conceitos intimamente relacionados com a logística interna e com o fluxo de materiais são abordados nos pontos seguintes, sendo definidos de acordo com a forma como são encarados na Bosch:

- **Milk-run:** abastecedor cuja rota é cíclica e acontece com grande frequência, tendo pontos de abastecimento pré-definidos. As suas rotas regem-se de forma geral pelo abastecimento de material do armazém ao supermercado e, apenas em caso de abastecimento direto, ao bordo de linha. Este abastecedor movimenta-se usualmente com recurso a um veículo motorizado para que possa atrelar vagões ou carros com material. Estas rotas permitem uma eliminação dos desperdícios de movimentação de material e garante também a rotatividade dos componentes (Robert Bosch GmbH, 2007).
- **POUP:** o *Point of Use Provider* é um tipo de *milk-run* que entrega o material quando é necessário (JIT) em pequenas quantidades, do supermercado para o bordo de linha e atualiza também as quantidades de material no supermercado. O tempo de rota deste abastecedor não deve ultrapassar os 15 minutos, mantendo assim uma rota curta e cíclica (Robert Bosch GmbH, 2007).
- **Supermercado:** local onde está alocado o material de forma a abastecer a linha de produção. Normalmente são estantes localizadas na célula logística² com o material pertencente à linha para que o abastecedor tenha

² Célula logística: zona logística com material de abastecimento à secção

uma boa visibilidade do material e assim um stock controlado e de acordo com o previsto. Cada material tem um local específico na estante e sempre que retira um produto ou uma caixa de material, um sinal é lançado para que se proceda ao reabastecimento (Lean Enterprise Institute, 2008). Este ponto intermédio de stock garante que existe material para produção e permite também ao colaborador logístico uma maior autonomia no abastecimento.

- **Bordo-de-linha:** espaço existente dentro da linha destinado ao material. Geralmente o material é localizado consoante o posto onde é utilizado, de forma a diminuir as deslocações do colaborador da linha. Existindo este local, este pode ser abastecido pelo POUP (*Point of Use Provider*) com componentes do supermercado, ou diretamente com material vindo do armazém, sendo que este tipo de abastecimento se denomina abastecimento direto.

A existência de um bordo de linha não só diminui os autoabastecimentos pelos colaboradores da linha como permite que o POUP faça uma melhor gestão da sua rota de abastecimento, visto que tendo inventário em dois locais a probabilidade de ter que abastecer todos ao mesmo tempo é menor.

Todos estes conceitos estão interligados para além da sua funcionalidade logística. Todos eles contribuem para o PFEP – *Plan For Every Part*, visto que todos os materiais têm um local atribuído no supermercado ou no bordo de linha, todos fazem parte de uma rota de abastecimento standard e todos têm de estar presentes no produto final. O PFEP é no fundo uma base de dados que tem como objetivo fundamental a redução controlada de inventário, enquanto contribui para a melhoria contínua da gestão de fluxo de materiais na organização. Esta ferramenta deve conter toda a informação relevante sobre a peça em questão, como por exemplo: referência, local de armazenamento, tamanho da caixa onde é entregue, dimensões da caixa, número de peças necessárias por produto final produzido, entre outros (Bartholomew, 2015).

2.6. Metodologias *Lean* aplicadas à logística interna

De forma a permanecer competitivas a nível global e para conseguir acompanhar as constantes mudanças do mercado, as organizações têm não só de desenhar e oferecer melhores produtos e serviços, como têm também de melhorar as suas operações de produção. De acordo com Rahman *et al.* (2013) uma das estratégias para atingir esta melhoria tem a ver com a utilização da filosofia de *lean manufacturing*. O *Lean manufacturing* tem o objetivo final de obter um processo de produção com zero desperdícios. Neste contexto, o desperdício é tudo o que ultrapasse o mínimo de equipamentos, matéria-prima, componentes e tempo efetivo de trabalho que são de facto estritamente necessários ao processo produtivo. Assim, existem várias metodologias e ferramentas que foram criadas em volta do *lean* com o objetivo de melhorar a eficiência dos processos produtivos e logísticos, sendo de seguida apresentadas as mais relevantes para o trabalho desenvolvido.

2.6.1. Sistema *Kanban* e produção *Just-In-Time*

De acordo com Balram (2003), para a filosofia *lean* o *Kanban* serve como uma ferramenta para controlar os níveis de inventário nos vários pontos do fluxo produtivo, isto é, oferece uma forma de regular as quantidades produzidas. Quando a quantidade máxima de produção é atingida é lançado um alerta para que não se produza mais esse componente. Em termos de produção, os *Kanbans* funcionam como sinais para o reabastecimento de inventário de materiais que são usados com uma grande frequência.

A palavra *Kanban* traduz-se literalmente do japonês como “registo visível” ou “parte visível” (Surendra *et al.*, 1999). Geralmente refere-se a um tipo de sinal, sendo que no âmbito de produção se refere a cartões *Kanban*. O sistema *Kanban* é baseado numa procura de um determinado componente, fazendo o *pull* deste desde o fornecedor. O cliente deste material pode ser o cliente final do produto acabado ou pode ser o colaborador que está no posto seguinte da linha de produção. O mesmo acontece com os fornecedores, podem ser externos ou pode ser o colaborador da fase anterior da produção (Rahman *et al.*, 2013). A premissa

do sistema *Kanban* é que o material não será produzido ou movimentado até ser recebido o sinal para tal (Surendra *et al.*, 1999).

Rahman *et al.* (2013) defendem que o uso deste sistema é uma decisão operacional que permite a melhoria da produtividade e, ao mesmo tempo, a redução de desperdícios, estando assim alinhado com a ótica JIT. A filosofia *Just-In-Time* (JIT) assenta no objetivo principal de reduzir continuamente, até eventualmente eliminar, todos os tipos de desperdício (Brown *et al.*, 1991). Desta forma, enfatiza o conceito de zero defeitos, zero filas de inventário, zero avarias e por assim adiante. Deve assegurar o abastecimento do material correto na quantidade correta, no tempo correto e no local correto.

Podem existir vários tipos de *Kanban*, sendo que o mais relevante para este trabalho será o cartão *Kanban*. Podem existir cartões *Kanban* de produção ou cartões de reabastecimento. Os cartões de produção indicam ao processo a montante as quantidades de material a produzir. Numa situação bastante simples, um cartão corresponde a um contentor de material, cujo processo a montante deverá produzir para o supermercado da fase de produção seguinte (Lean Enterprise Institute, 2008).

Numa secção de produção o objetivo de um cartão *Kanban* é controlar o inventário presente durante a produção. Se um componente tiver 3 *Kanbans* significa que no supermercado devem estar presentes no máximo 3 caixas de material. Assim que uma caixa é abastecida à linha, o cartão correspondente a esse material deve ser usado por forma a ser lançado um sinal de reabastecimento ao supermercado. Assim que chega uma nova caixa ao supermercado, deve colocar-se o cartão novamente dentro da caixa e continuar o fluxo normal.

De acordo com o Lean Enterprise Institute (Lean Enterprise Institute, 2008), devem ser cumpridas 6 regras para o correto uso de *Kanban*:

- O cliente encomenda a quantidade correta de matéria-prima de acordo com o presente no *kanban*;
- O abastecedor fornece a quantidade correta de matéria-prima pela ordem especificada no *kanban*;
- Não existe movimento de material sem que este tenha um *kanban*;

- Todos os componentes e materias têm um *kanban* anexado;
- Componentes com defeito ou em quantidades incorretas nunca avançam para o próximo processo;
- O número de *kanban* é reduzido de forma a diminuir inventário e assim revelar problemas existentes.

A rota normal de um sistema *Kanban* pode ser demonstrada pela figura seguinte:

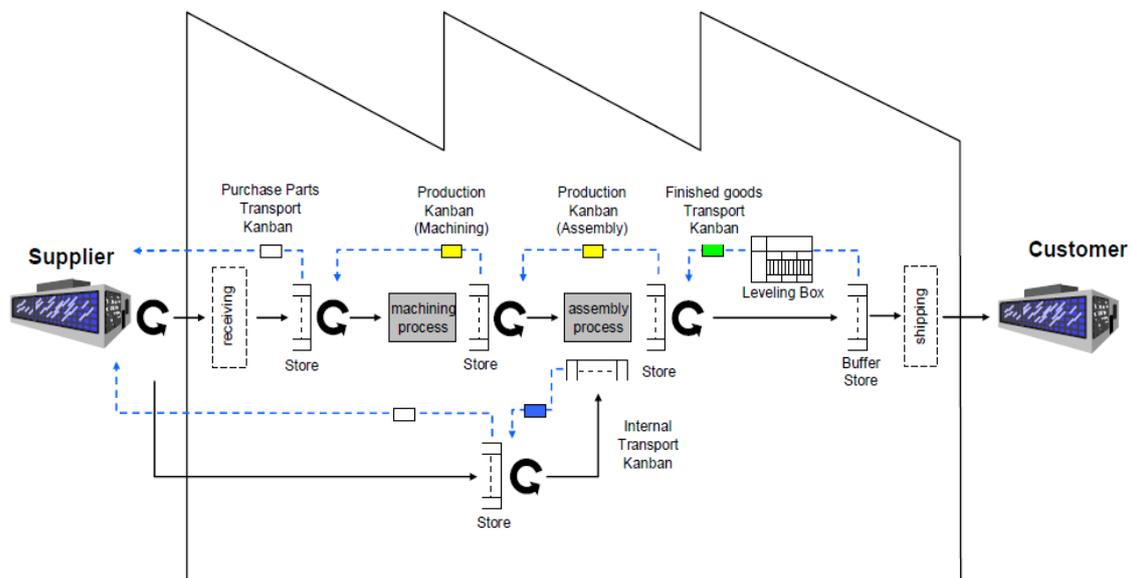


Figura 5 – Os vários tipos de Kanban e as suas rotas (adaptado de Robert Bosch GmbH, 2007)

Algumas das vantagens da existência deste tipo de sistema, principalmente em conjunto com supermercados, são a fácil visualização do material, logo existem menos possibilidades de uma ruptura de material e existe também um controlo do nível de inventário mais eficaz. Para além disso, e num nível diferente, também previne a acumulação desnecessária de material.

2.6.2. Value Stream Mapping

De acordo com Rother e Shook (2003), uma cadeia de valor engloba todas as ações (tanto as que acrescentam valor como as que não acrescentam) que são necessárias para o ciclo do produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima

até ao produto estar no cliente, e (2) o fluxo em termos de *design* desde o primeiro conceito até ao seu lançamento.

Aplicar uma perspetiva de *value stream* significa trabalhar com os olhos no produto final e não apenas processo a processo, melhorando o todo e não apenas otimizando as partes. Se este processo for realmente feito, existirá um acompanhamento desde o início da cadeia até ao momento em que o cliente faz uso do seu produto e será possível ver todas as instalações por onde passa o produto.

O *Value Stream Mapping* é uma ferramenta que usa apenas um papel e uma caneta e que é criada utilizando um conjunto de ícones pré-definidos (Rother e Shook, 1999). Nesta ferramenta, o primeiro passo consiste em escolher um produto ou família de produtos que estará no âmbito da melhoria. De seguida, desenha-se um mapa da situação atual, que deve capturar como estão os processos nesse momento. Isto deve ser feito com uma análise ao longo do processo, identificando pontos de fraqueza e melhoria. O terceiro passo passa por criar um mapa da situação futura, que deve consistir numa imagem de como o sistema deve ser depois das situações que causam falta de eficiência terem sido removidas. A criação do mapa futuro deve basear-se na resposta aos problemas presentes na situação anterior, principalmente nas relacionadas com eficiência e com a implementação de ferramentas *lean*. Este mapa irá assim suportar todas as mudanças ocorridas no sistema (Abdulmalek *et al.*, 2007).

Na figura 6 pode observar-se um exemplo de um *Value Stream Mapping*. Este contém todos os processos, sejam de fluxo de materiais ou de fluxo de informação, que estão contidos numa cadeia de valor, desde o envio da ordem de produção do cliente para o fornecedor pelo ERP da empresa. Isto inclui todos os processos de encomendas e transportes de matéria-prima, a fabricação e montagem dos componentes e o envio do produto final ao cliente.

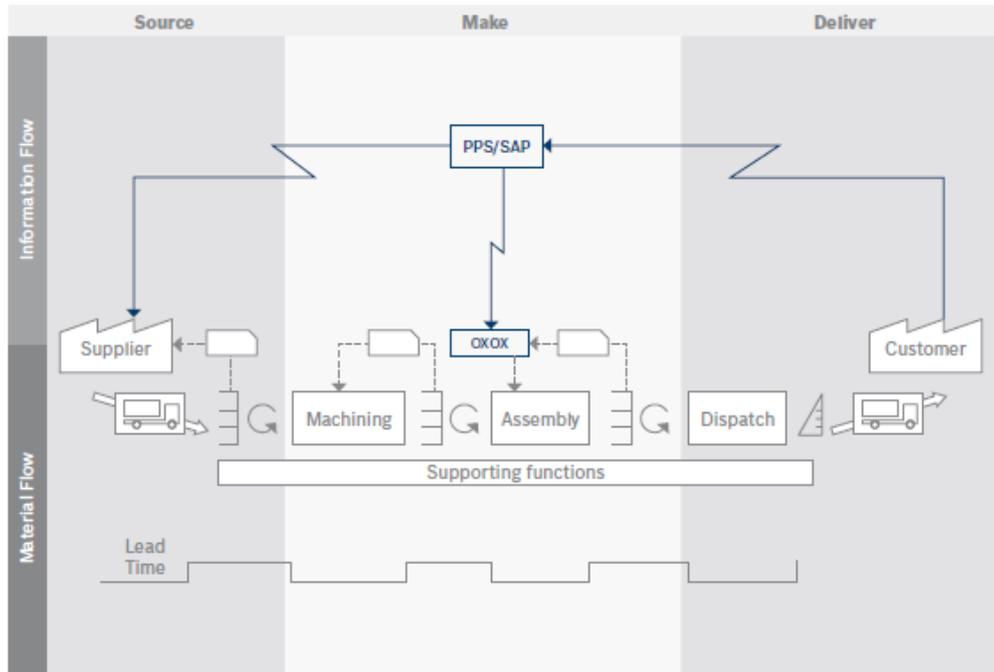


Figura 6 - Exemplo de um VSM – Retirado de BPS Handbook (2015)

De acordo com o *Bosch Production System* (Robert Bosch, 2015), o *Value Stream Mapping* é uma parte integrante do *Value Stream Planning* que, por sua vez, é composto pelo *Value Stream Mapping* e pelo *Value Stream Design*.

Para que seja possível um mais fácil entendimento do caso de estudo apresentado neste documento, a análise destes conceitos será feita consoante as nomenclaturas utilizadas pelo BPS:

- *Value Stream Planning*: método que permite a melhoria de um processo de entrega de produto final. Permite entender e documentar os processos de criação de valor, ou seja, todos os fluxos de material e informação presentes numa cadeia de valor;
- *Value Stream Mapping*: Avaliação e análise da situação atual;
- *Value Stream Design*: Desenvolvimento e visualização da situação ideal.

2.6.3. Sistema *Push & Pull*

A cadeia de valor de uma organização estende-se desde a fábrica onde os produtos são feitos até ao ponto em que o produto está na mão do cliente. Durante esta sequência de acontecimentos, o objetivo será sempre aumentar a

produtividade e reduzir ao mesmo tempo o desperdício e os custos. (Womack *et al.*, 1990). No entanto, no caso de possíveis flutuações na procura, avarias de máquina ou outros problemas que possam reduzir o desempenho e a capacidade de entrega ao cliente, a capacidade de ser *lean* e lidar com estas perturbações é o verdadeiro desafio (Puchkova *et al.*, 2016).

Numa empresa regida pela filosofia *push*, o processo é definido por uma procura projetada previamente. A organização sabe o que tem de produzir muito antes dessa informação chegar à cadeia de abastecimento (Lander, 2018). O lado positivo deste tipo de estratégia é o facto de a organização estar preparada para cumprir as necessidades do cliente a qualquer momento, visto que já produziu inventário para salvaguardar qualquer problema e garantir assim o *lead time* planeado (Puchkova *et al.*, 2016). Todavia, um sistema *push* pode levar a vários problemas: elevados custos de retenção de stock, um elevado risco de obsolescência do stock e uma diminuição do nível de serviço, fatores que podem levar a baixos lucros (Ghraveb *et al.*, 2009).

Atualmente, a maioria das empresas decide adotar uma filosofia *pull* e cada vez menos uma estratégia *push*, que é agora tida como mais convencional. A filosofia *pull* baseia-se essencialmente numa gestão *just-in-time* do stock, ou seja, os produtos entram na cadeia de abastecimento quando a procura do cliente o justifica (Lander, 2018). Isto significa que não devem ser fabricados produtos nem devem ser feitos pedidos de material até existir um pedido vindo do início da cadeia. Essencialmente, a procura no final do canal de produção “puxa” os produtos para o mercado e, a seguir esse processo, o fluxo de componentes é iniciado (Christopher, 2005). Em vez de empurrar o material para as prateleiras e esperar que seja vendido, as empresas permitem que os seus níveis de inventário estejam controlados pelo consumo real dos componentes, utilizando dados de procura de clientes. Esta estratégia de reabastecimento é especialmente importante quando se fala de produtos em que o cliente tem mais oferta de outros possíveis vendedores ou produtores (Marmulak, 2011).

Considerando metodologias de planeamento de logística *lean*, o que será sempre o grande ponto a ser analisado é a redução de desperdícios. Os transportes desnecessários, tempos de espera, movimentos supérfluos e inventário em

excesso são os principais pontos que afetam uma logística *lean*. Klug (2010) identifica as seguintes características que uma logística *lean* deve ter: sincronização no fluxo de materiais, orientação para o fluxo, standardização, seguir os princípios *pull*, estabilidade, integração e perfeição. Relativamente ao princípio *pull*, o material apenas deve ser transferido para o local de uso quando está prestes a ser processado, evitando assim um aumento desmedido de níveis de inventário, localizando o stock necessário em *buffers* apenas.

De acordo com Lander (2018), com uma estratégia deste género as organizações conseguem evitar o custo de armazenamento de material durante mais tempo do que o necessário, ou de produtos que poderão não vender. No entanto, um dos riscos que pode acarretar este tipo de gestão é a possibilidade de não existir *stock* suficiente quando chega a hora da produção. Desta forma, todas as cadeias de abastecimento devem adotar um híbrido das duas estratégias. A empresa pode escolher fazer *stockpilling*³ de produto acabado nos seus centros de distribuição em vez de esperar pelas ordens de produção e entregar diretamente para as lojas. Este tipo de ações pode também ser utilizado como recurso quando, por exemplo, é detetado algum problema que irá impedir a produção durante um certo período de tempo.

³ Stockpilling: Produção de stock para armazenamento e posterior venda ao cliente.

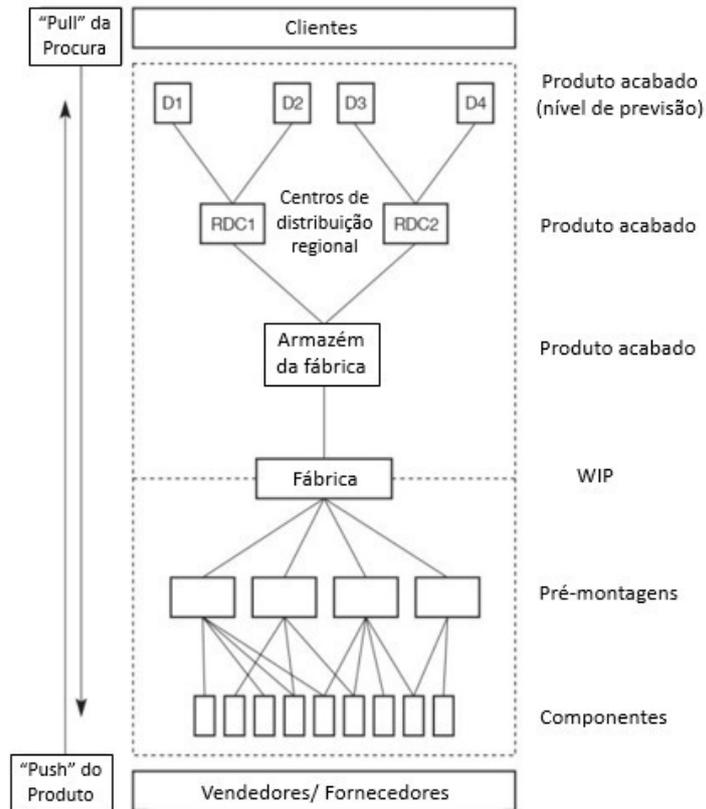


Figura 7 - Push vs. Pull na cadeia de abastecimento (adaptado de Christopher, 2005)

Na figura 7 pode entender-se esquematicamente o funcionamento destas estratégias, em conjunto ou em separado. Numa estratégia *push*, a ordem começa dos fornecedores que enviam os componentes para a fábrica, se necessário com pré-montagens no meio do processo. Na fábrica, esses componentes ou montagens passam a ser considerados *work-in-process*, e assim que são terminados, passam para o armazém da fábrica, onde esperam o transporte para os Centros de Distribuição Regional (RDC) e depois finalmente são vendidos aos clientes. Com uma estratégia de procura *pull* o processo é inverso: começa com uma procura do cliente, tanto real como a nível de previsão, e depois inicia-se o processo de “puxar” o produto acabado dos armazéns e distribuidores, até chegarem as ordens de produção à fábrica e desencadear o fluxo de pedido de componentes ao fornecedor e fabricação dos produtos.

2.6.4. Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é um ciclo de melhoria contínua baseado no método científico de propor uma mudança num processo, implementar a mudança, medir os resultados desta e aplicar uma determinada ação. Também pode ser conhecido como o Ciclo de *Deming* ou a Roda de *Deming*, nome herdado de *W. Edwards Deming* que introduziu o conceito no Japão nos anos 50 (Lean Enterprise Institute, 2008), apesar de se considerar que foi, de facto, criado por Shewart.

O ciclo PDCA divide-se em quatro fases: *Plan*, *Do*, *Check* e *Act*. Na fase inicial - *Plan* - trata-se de identificar o problema, recolher os dados relevantes e perceber a causa raiz do problema, desenvolver hipóteses sobre como abordar esse problema e decidir qual será testada. De seguida, na fase *Do*, deve desenvolver-se e implementar essa solução; decidir as métricas necessárias para medir a sua eficiência, testar a possível solução e medir os resultados. Passando à fase seguinte - *Check* - confirmam-se os resultados através de comparação dos dados antes e depois do processo. Estudam-se os resultados, mede-se a eficiência e decide-se se a hipótese e consequente ação tem o devido suporte ou não. Finalmente, na fase *Check*, documentam-se os resultados, informam-se os *stakeholders* das mudanças no processo e fazem-se recomendações para futuros PDCA's (Skhmot, 2017).

2.6.5. Relatório A3

O relatório A3 tem este nome porque normalmente é feito numa folha de papel com este tamanho. É uma ferramenta desenhada pela Toyota que pode ter diversos tipos e pode servir diferentes aplicações (Sobek *et al.*, 2004). De forma geral é uma ferramenta simples composta por várias caixas diferentes distribuídas pela folha, sendo que cada tópico é diferente. Os tópicos a preencher podem variar consoante o tipo de A3 e o autor, mas normalmente regem-se pelo *template* que se divide em (Shook, 2009):

1. Contexto do negócio e problema(s) a analisar;
2. Descrição da situação atual do(s) problema(s);
3. Identificação da situação futura ou objetivo;

4. Análise das causas do problema;
5. Proposta de medidas de ação;
6. Definição de um plano de ações para a mitigação do problema-raiz;
7. Mapeamento do processo de acompanhamento das ações.

Os relatórios A3 são utilizados para documentar e comunicar em linguagem *lean*. Estes devem ser concisos e o facto do tamanho A3 ser imposto obriga os autores a seleccionar, processar e apresentar apenas a informação necessária. A mistura de texto e modelos com várias vistas passam ao leitor do relatório uma mensagem forte. O facto de o leitor reconhecer instantaneamente as visualizações torna o envolvimento muito maior, mais rapidamente (Frøvoid *et al.*, 2017).

Este *template* de resolução de problemas acaba por utilizar também o conceito de PDCA: os pontos 1 a 3 estão relacionados com a fase *Plan*, os pontos 4 a 6 referem-se à fase *Do*, enquanto que o ponto 7 indica a fase *Check*.

3. Bosch Termotecnologia S.A.

Neste capítulo é descrita a empresa e o departamento no qual decorreu o estágio ao longo do qual foram concretizados os projetos, assim como uma pequena descrição do *layout* da área produtiva com ênfase nos pontos mais relevantes para os projetos.

3.1. Apresentação do Grupo Bosch

A história do Grupo Bosch começou no ano de 1886 como a “Oficina de Mecânica de Precisão e Engenharia Elétrica” na cidade de Estugarda. Este foi o nascimento da empresa globalmente ativa Robert Bosch GmbH que emprega atualmente mais de 390.000 colaboradores em todo o mundo (número de final de 2016) (*Robert Bosch GmbH, Bosch em Portugal, 2017*), cujo o principal objetivo assenta no fornecimento de produtos concebidos para cativar e melhorar a qualidade de vida das pessoas através de soluções inovadoras e úteis. Assim, a empresa compromete-se a oferecer “Tecnologia para a vida” (*Robert Bosch GmbH, Bosch em Portugal, 2017*).

Em Portugal, o grupo surgiu em 1911 e está hoje representado em 4 localizações com âmbitos distintos, como mostrado na figura seguinte:

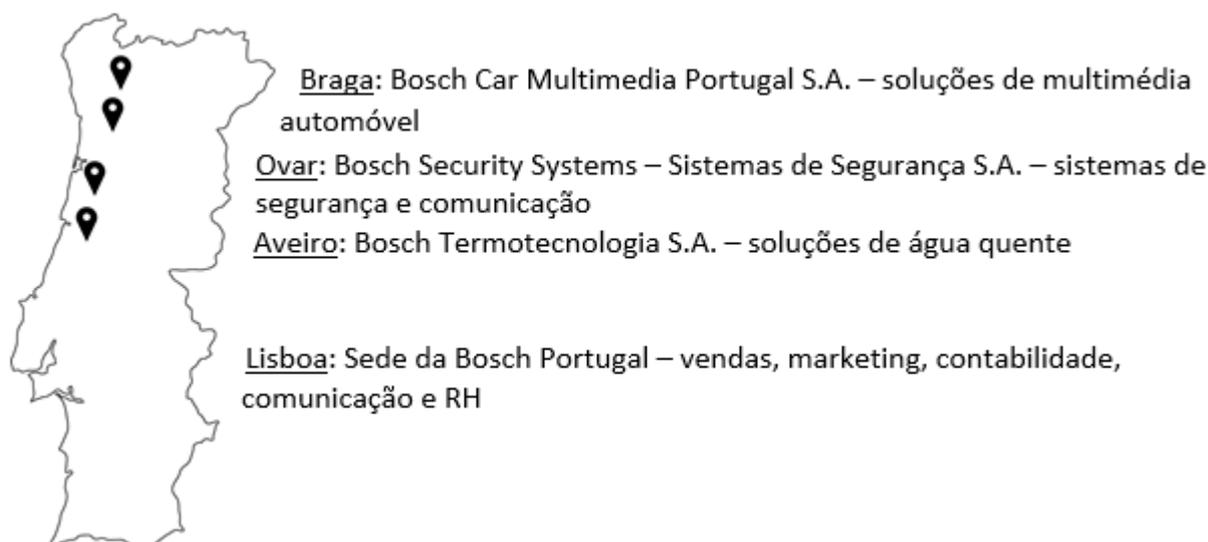


Figura 8 - Localizações da Bosch em Portugal

3.2. Vulcano – Bosch Termotecnologia S.A.

A Vulcano iniciou a sua atividade a 17 de Março de 1977 em Cacia, Aveiro, através de um contrato de licenciamento com a Robert Bosch, permitindo assim a transferência da tecnologia utilizada pela empresa alemã no fabrico de caldeiras e esquentadores. Rapidamente a marca cresceu no mercado nacional, quer pela estratégia de vendas quer pela qualidade dos produtos fabricados e, em 1983, é introduzida a marca Vulcano no mercado português. Apenas 2 anos depois, a Vulcano torna-se no líder no mercado de esquentadores em Portugal.

Em 1988, a empresa foi adquirida pelo Grupo Bosch e, após a transferência de competências e equipamentos, foi iniciado um processo de especialização dentro do grupo. Após 4 anos, a marca Vulcano atingiu o estatuto de líder de mercado europeu de esquentadores a gás e, uma década depois, tornou-se no Centro de Competência com responsabilidade Mundial no Grupo Bosch, tendo à sua responsabilidade as atividades de conceção e desenvolvimento de novos produtos na área da termotecnologia, assim como a sua fabricação e comercialização.

Atualmente o catálogo da Vulcano – Bosch Termotecnologia pode dividir-se em quatro grandes grupos de produtos:

- Esquentadores e termoacumuladores;
- Aquecimento central e A.Q.S.⁴;
- Energias renováveis;
- Ar condicionado.

Nas instalações fabris da atual Bosch Aveiro produzem-se diversos tipos de esquentadores de diversas marcas pertencentes, ou não, ao Grupo Bosch, como: Junkers, Vulcano, Buderus e nos equipamentos elétricos também a marca Siemens.

Sendo que a inovação é um dos principais pilares onde assenta a Bosch, em 2015 foi introduzido um novo e ambicioso projeto que pretendia trazer para Portugal um novo segmento de mercado: os aparelhos elétricos instantâneos EWI (*Electric Water Instantaneous*). Este investimento foi feito com os olhos no futuro, visto que

⁴ A.Q.S.: Água Quente Sanitária.

estes equipamentos são de mais fácil instalação e permitem uma utilização igualmente confortável. Estes equipamentos têm um aspeto bastante diferente dos equipamentos a gás e inclusive são bastante mais pequenos e simples. Como se pode ver na figura abaixo, fazem parte do portefólio de produtos tanto os esquentadores e caldeiras elétricos, como as bombas de calor, que são já de uma maior dimensão.



Figura 9 - Portefólio de produtos a gás e elétricos

3.3. Estrutura Departamental e o *Value Stream* MFV

A Bosch Termotecnologia em Aveiro assenta a sua estrutura atual numa base de gestão por departamentos funcionais com funções dedicadas durante a Cadeia de Abastecimento. O funcionamento em comunhão destes diversos departamentos resulta num nível de excelência da estrutura principal permitindo que os níveis de inovação e desenvolvimento constante sejam atingidos diariamente.

As principais áreas efetivamente ligadas ao setor produtivo são: TEF (Departamento Técnico), MOE (Departamento de Produção), ENG (Departamento de Engenharia e Desenvolvimento), QMM (Departamento da Qualidade), LOG (Departamento da Logística) e PUR (Departamento das Compras). Estes departamentos seguem uma orientação vertical com níveis hierárquicos definidos.

Para além destes departamentos, que possuem um cariz maioritariamente operacional, existem também os departamentos de Recursos Humanos e Contabilidade que surgem como um apoio administrativo aos outros departamentos da empresa.

O MFV teve o seu nascimento em 2016 fruto da necessidade de criar um departamento mais ágil, com um foco aumentado e uma complexidade reduzida, orientado pela cadeia de valor e ao cliente final.

Para esta implementação foi necessário identificar as competências necessárias à produção nos departamentos já existentes e definir uma nova equipa que apresentasse essas competências, sendo que os departamentos administrativos e de suporte são partilhados também por este novo departamento.

Desta forma, passou a existir uma equipa constituída pelo MFV-EQ: representação da Qualidade, Compras e Desenvolvimento, MFV-MAT: Logística Interna e Fluxo de Materiais e MFV-OP: Produção, Departamento Técnico e Manutenção. As responsabilidades de Recursos Humanos, Contabilidade, Segurança no Trabalho, Comunicação e Marketing e Informática e Segurança de Dados continuam a ser asseguradas por departamentos já existentes, como se verifica na figura 10.

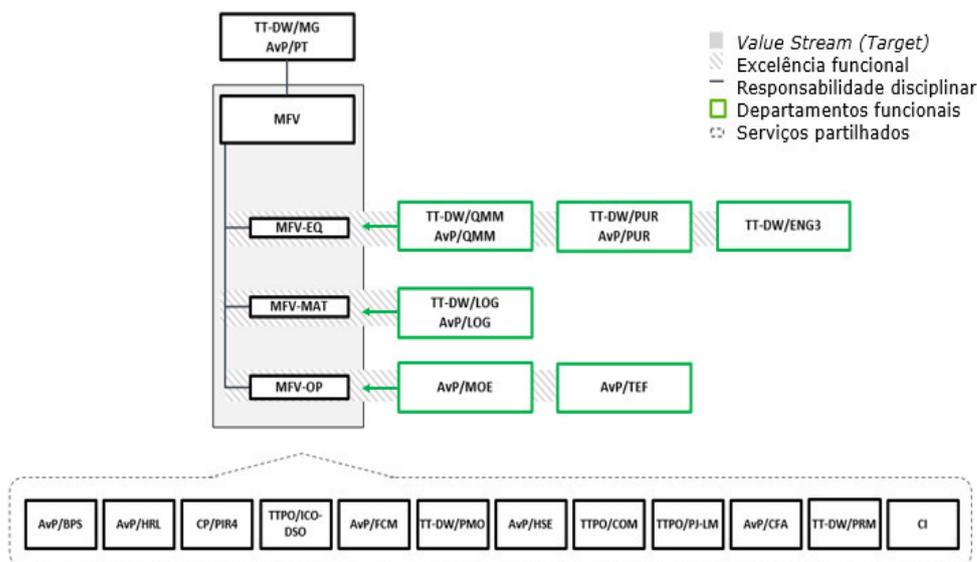


Figura 10 - Organização estrutural da fábrica de Aveiro

Fazendo um balanço a este modelo de gestão, é possível visualizar quase imediatamente uma centralização da tomada de decisões nos níveis mais baixos. Visto que a orientação dos departamentos neste modelo passa a ser horizontal e muito mais focada nas suas áreas de competência principais assim como no cliente, o poder de decisão está distribuído por menos colaboradores, mas que o podem fazer mais rápido e eficazmente. Assim, algumas das vantagens que foram possíveis de verificar pouco tempo após a implementação deste modelo são:

- ✓ *Problem solving* rápido – redução de tempo na tomada de decisões;
- ✓ Facilidade na comunicação interna;
- ✓ Proximidade física das áreas internas;
- ✓ Foco e proximidade ao cliente;
- ✓ Autonomia na tomada de decisão;
- ✓ Uma extrema motivação e comprometimento da equipa.

Ainda que, sendo este departamento o único a funcionar desta forma dentro da Bosch Termotecnologia S.A. e não tendo um termo de comparação direto, algumas melhorias passíveis de implementar pela própria equipa que estarão nos pontos a atingir para os próximos anos são também apresentadas:

- Dependência dos departamentos funcionais e de suporte;
- Difícil gestão de capacidades;
- Ausência de standards;
- Matriz de escalonamento pouco desenvolvida;
- Partilha de informação pouco estruturada;
- Baixa maturidade do produto e processo.

Considerando que o departamento apenas está em funcionamento com este modelo de gestão há dois anos, é de salientar o rápido crescimento e a significativa autonomia dos processos.

3.4. Processo produtivo e *Layout* do MFV

Este departamento reúne todos os aparelhos elétricos produzidos na fábrica de Aveiro, exceto as bombas de calor elétricas que só mais tarde passaram a fazer parte deste. Os produtos finais oriundos deste departamento dividem-se em dois grandes grupos: esquentadores EWI (*Electric Water Instantaneous*) e bombas de calor elétricas, visíveis na figura 11.

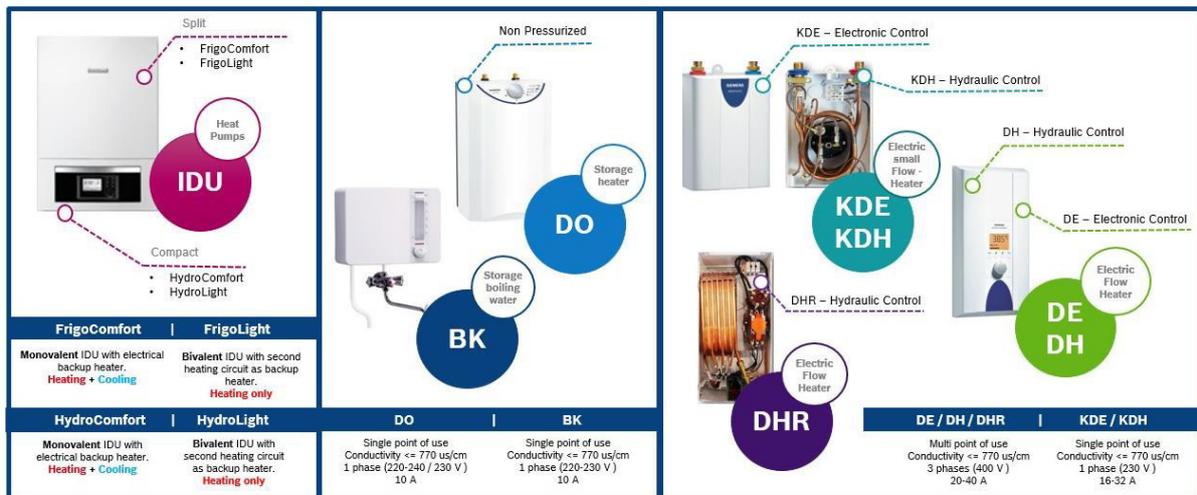


Figura 11 - Portefólio de produtos do MFV

O processo produtivo de ambos assenta principalmente em montagem de componentes, utilizando apenas em algumas linhas processos como a soldadura por fricção e a brasagem de pequenos tubos de cobre.

Em termos de *layout*, o departamento está também dividido em linhas de montagem de produtos EWI e em linhas dedicadas à montagem de bombas de calor.

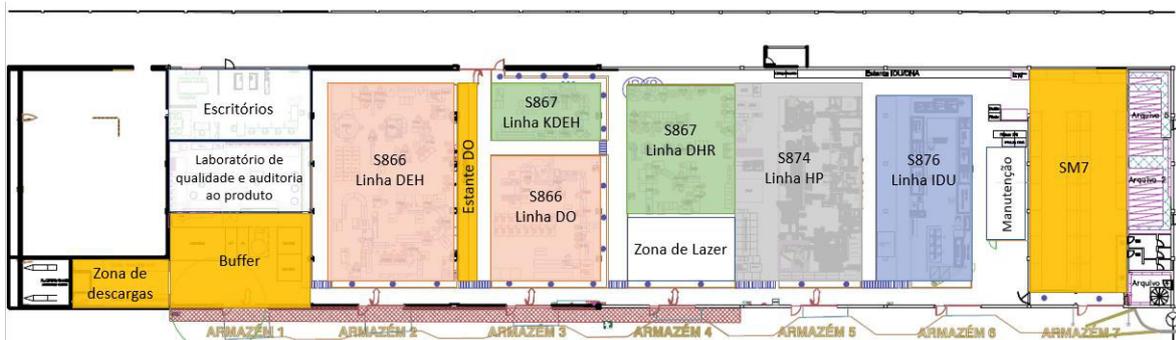


Figura 12 - Layout do MFV

Na figura 12 são visíveis todas as áreas de produção, legendadas e assinaladas a diferentes cores, e as áreas logísticas indicadas a amarelo. As áreas logísticas assinaladas referem-se a áreas de armazenamento que não estão contempladas dentro das linhas de montagem, nomeadamente supermercados de componentes pequenos e bordos de linha incluídos na área de produção.

No que diz respeito às áreas logísticas apresentadas, a Estante DO é uma estante de paletes localizada numa parte central do chão de fábrica de forma a dar apoio ao abastecimento de paletes às linhas DO e KDEH. O Supermercado 7 é um supermercado em altura de paletes, com material para abastecimento às linhas DEH, DO, KDEH e DHR. O buffer refere-se à zona de receção do material que é descarregado na zona de cargas e descargas e é também a zona onde o produto acabado aguarda a sua carga para o armazém de expedição. A zona de cargas e descargas é uma zona apenas de transporte e de passagem de máquinas para movimentação de paletes.

4. Transferência da linha de montagem 874 Heat Pumps

A transferência da linha designada por 874HP – Bombas de Calor partiu de uma necessidade de libertar espaço na área produtiva de esquentadores e caldeiras a gás para acomodar uma nova linha de produção. Este processo foi planeado tendo em consideração vários aspetos, tanto relacionados com a transferência física da maquinaria e dos supermercados, como em termos de transferência de colaboradores.

Sendo que o objetivo da transferência esteve apenas relacionado com questões de áreas de localização, o processo produtivo e o número de colaboradores do processo produtivo manteve-se igual, assim como o *output* e o tempo de ciclo. Desta forma, as mudanças efetuadas, para além das evidentes mudanças de *layout*, afetaram principalmente o processo logístico de abastecimento e de fluxo de materiais.

4.1.1.Contexto: Linha de montagem 874HP

É de notar que o *output* desta linha produtiva são dois tipos de produtos: uma bomba de calor completa (tanque e módulo) ou apenas o módulo que será depois acoplado a um tanque já no cliente, ambos visíveis na figura 12.

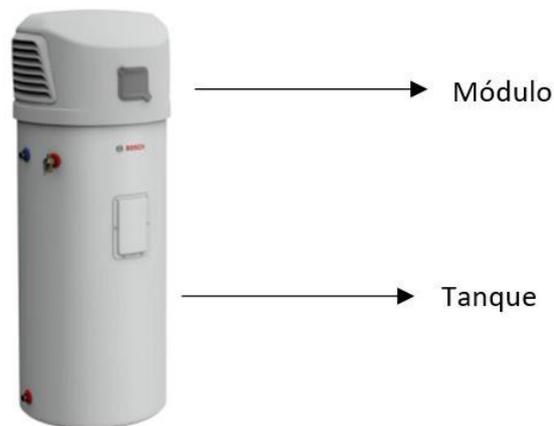


Figura 12 - Exemplo de uma bomba de calor

Uma informação importante é que os tanques utilizados na produção de uma bomba completa são entregues já produzidos pelo fornecedor.

Esta linha de montagem, que será referida como S874 daqui em diante, trabalha a dois turnos de sete horas e meia cada (com dois intervalos de 10 minutos em cada turno e 10 minutos de *allowance* – tempo atribuído por turno para imprevistos como idas à casa de banho ou trânsito de veículos logísticos nos corredores), o que equivale a um tempo efetivo de trabalho de 420 minutos por turno. A produção de módulos e de bombas completas varia na sua complexidade, assim como os módulos entre si, o que resulta em diferentes tempos de ciclo.

Os *outputs* por tipo de produto final estão descritos na tabela 1, todos relativos a um turno a trabalhar com 3 operadores:

Tabela 1 - Cenários de produção para a linha 874HP

Cenários de Produção	Output	SNP ⁵
Tanques (bomba completa)		
Módulo Rácio -10 ^º + Tanque	20	1
HP Chile Modulo -10 ^º + Tanque	18	1
HP 600mm + Tanque	20	1
HP Modular Rácio -10 ^º + Tanque	21	1
HP Modular Rácio +5 ^º + Tanque	21	1
Módulos		
Módulo +5 ^º Rácio	30	1
Módulo -10 ^º Rácio	28	1
Módulo 600mm	22	1
Módulo -10 ^º Modular Rácio	24	1
Módulo +5 ^º Modular Rácio	24	1

4.1.2. Preparação da transferência da linha 874HP para o MFV

Neste subcapítulo pretende-se analisar todos os projetos, ao nível da logística interna, que ocorreram durante a transferência.

⁵ SNP: *Standard Number of Parts*, ou seja, número de produtos que constituem uma paleta final.

4.1.3. Fluxo logístico antes da transferência

Para além dos trabalhadores efetivos à linha, eram necessários 3 colaboradores alocados à logística, com funções e rotas distintas, definidas durante o seu funcionamento na área produtiva do gás, nomeadamente:

- *Milk-run* de paletes;
- *Milk-run* interno;
- Trolley HP.

Na área produtiva do gás, o abastecimento ao supermercado de paletes era feito pelo *milk-run* de paletes, que abastecia todo o material em palete vindo do armazém A01 às diversas secções. Neste caso, as paletes de material estavam localizadas ao longo da linha, numa zona encostada à parede imediatamente vizinha à linha. Estas paletes contêm material que são montados num kit – carro composto por 6 componentes (base, capacete, evaporador, condensador, compressor e bomba de água) que compõem parte do módulo. Um exemplo deste kit pode ser visto na figura 13.

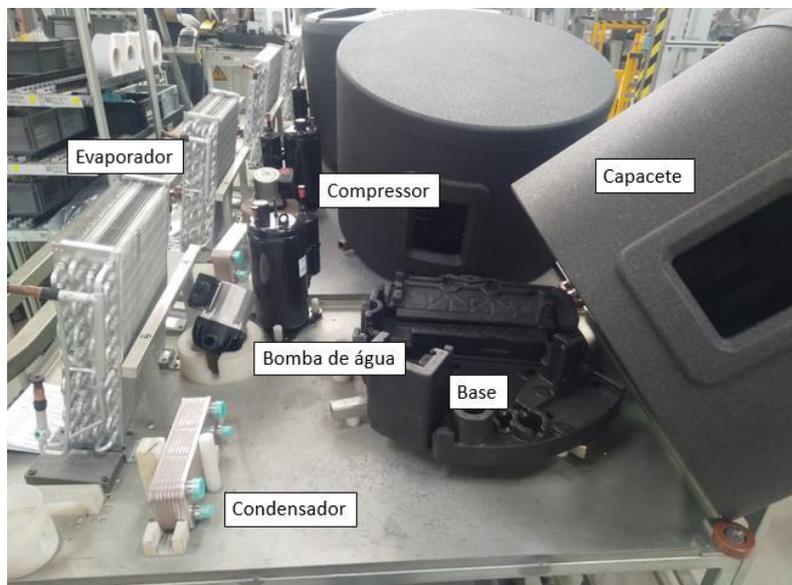


Figura 13 - Exemplo de um carro kit das bombas de calor

A rota de abastecimento deste material ao supermercado de paletes acontecia em média uma vez por turno, visto que as paletes comportam uma grande

com a quantidade correspondente aos requisitos logísticos predefinidos. A rota deste *milk-run* percorria aproximadamente o trajeto visível a azul na figura 15, sendo que este era feito em média 2 vezes por turno, devido à relativa proximidade das secções.

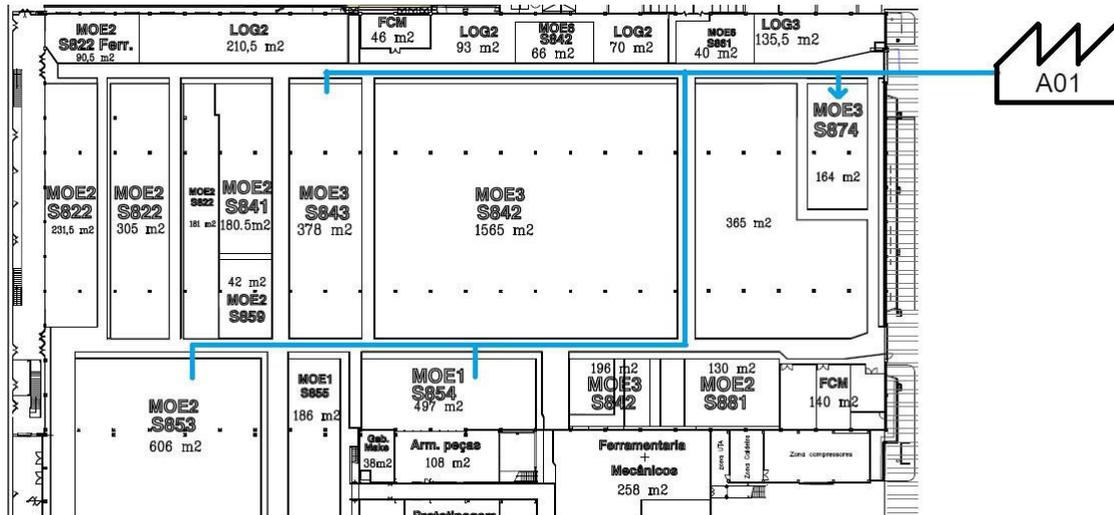


Figura 15 - Rota MR interno

Relativamente ao abastecimento de kits, este era feito pelo Trolley HP, cujas funções, anteriormente à transferência da linha, contemplavam o abastecimento do material em supermercado de paletes pertencente aos carros kit já mostrados na figura 13 e o transporte do produto acabado (módulos e bombas completas) ao *buffer* para expedição. Este supermercado estava localizado ao longo da linha, como é visível na figura 16 (rodeado a preto). A distância entre a linha de montagem (rodeada a azul) e o supermercado resumia-se a cerca de 2 metros, que era apenas o espaço do corredor existente para permitir a passagem de máquinas e pessoas.

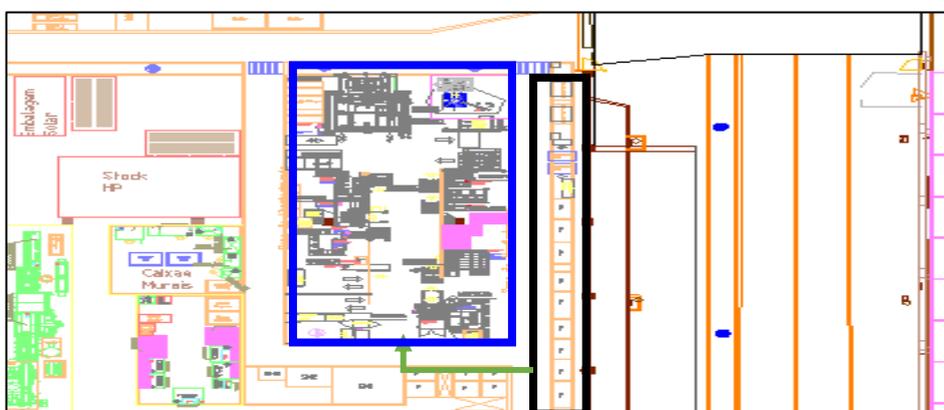


Figura 16 - Layout Supermercado de paletes

4.1.4. Agregação da célula logística da pintura à secção S831

Anteriormente à transferência da secção 874, a zona que esta passou a ocupar era designada de armazém 5 e estava repleta de componentes de abastecimento a várias linhas do MFV. Este local tinha cerca de 350 m² e, como podemos ver na figura 17, cerca de 80% da área estava ocupada por material, que teve de ser realocado no Supermercado 7 já falado anteriormente. Na figura 17 pode verificar-se o *layout* do armazém 5 antes e depois da transferência da linha das bombas de calor.

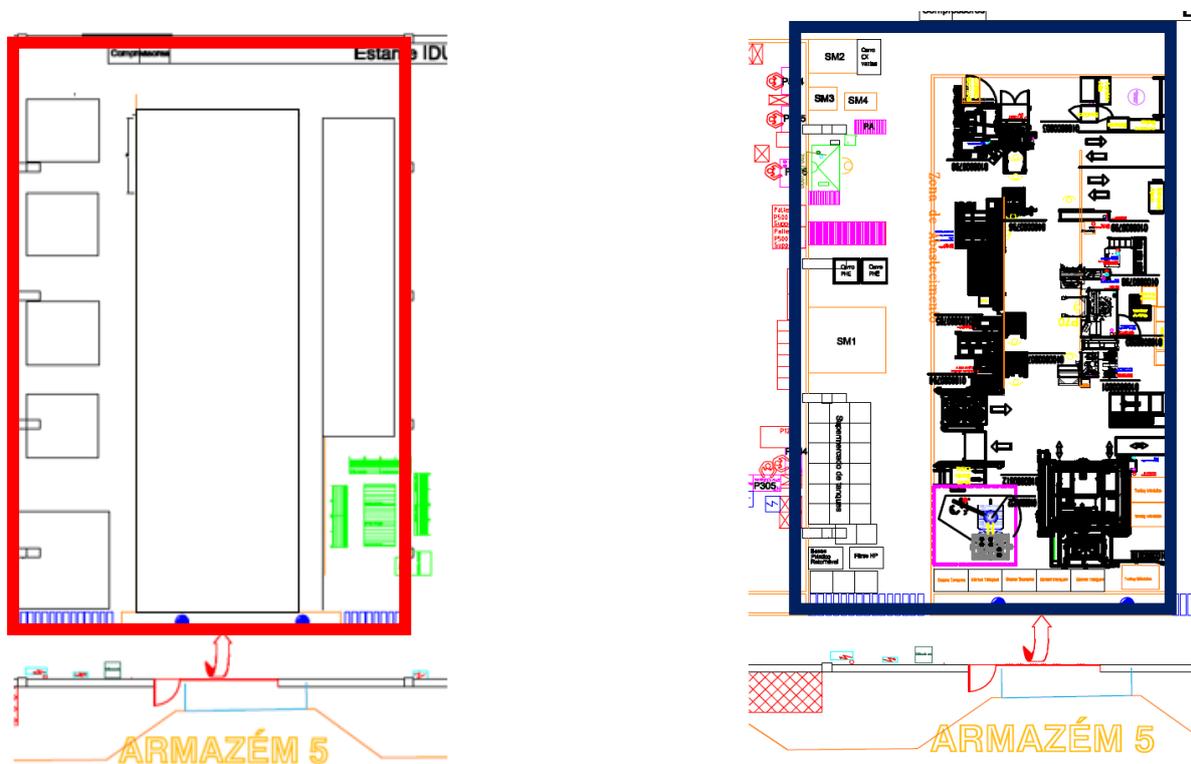


Figura 17 - Layout antes (lado esquerdo) e depois da transferência (lado direito)

Devido à já mencionada falta de espaço no MFV, o armazém 5 teve de ser libertado de todo este material, no qual estava incluída uma célula logística de abastecimento à secção 831 da pintura de chapas, localizada na área do gás.

Esta secção fornece à linha da IDU, localizada no MFV, chapas pintadas de cinza e branco, como por exemplo a parte lateral do aparelho visível na figura 18. Em relação à linha IDU, utilizando estas chapas pintadas, faz a montagem de

aparelhos como o exemplo da figura 18 e outros produtos como este, ou seja, bombas de calor interiores para aquecimento de água sanitária.



Figura 18 – Exemplo de uma bomba de calor IDU

Na primeira fase da libertação de espaço, o principal objetivo era simplesmente desocupar a área que seria necessária para a nova linha. Ao longo do processo, uma das decisões foi a de criar uma nova célula logística de abastecimento à secção, localizada efetivamente próxima da secção em si, na área do gás. Foi então estudado um possível local onde podia ser alocada a nova célula logística que estava a cerca de 10 metros da linha de pintura, identificada a vermelho na figura 19, sendo que a secção 831 está rodeada a azul. Este local já pertencia à logística e logo estava destinado a material para abastecimento, de forma que estavam já presentes outros componentes também nessa área.

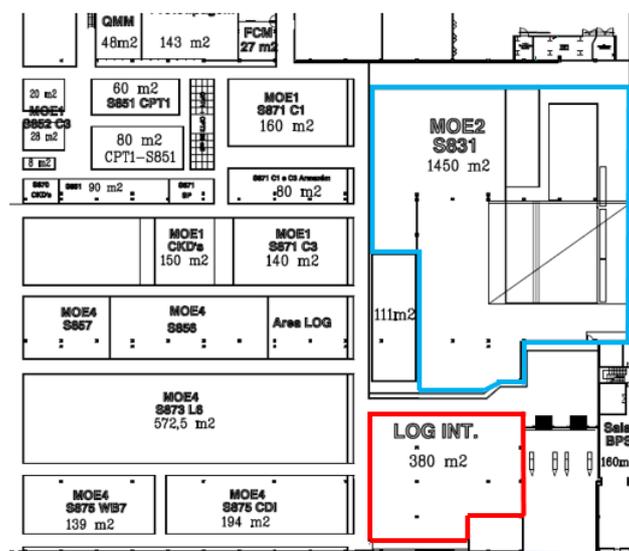


Figura 19 - Secção 831 e Célula Logística

Esta célula foi sendo lentamente construída e era composta por 21 referências contidas em 20 paletes (2 referências diferentes estavam alocadas numa mesma paleta) e organizadas de forma a estarem visualmente divididas por tipo de produto final, IDU (pintura de chapas branca) ou DNA (pintura de chapas cinza). Esta área logística funciona com um sistema de uma paleta, ou seja, assim que seja atingido um mínimo pré-definido de componentes (calculado com base no *lead time* de abastecimento do armazém) deve ser efetuado o pedido de uma nova paleta de material. Existem assim dois locais reservados a paletes em espera para que se o abastecimento de uma paleta ocorrer antes da anterior terminar, esta tenha um local designado.

Pode verificar-se o *layout* provisório desta célula na figura 20 abaixo.

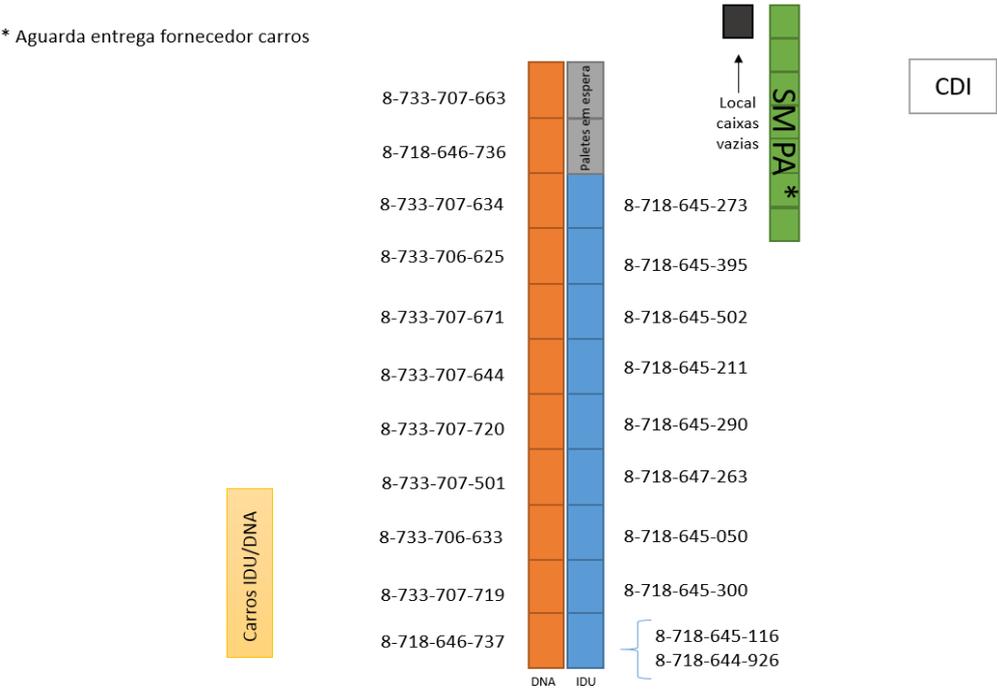


Figura 20 – Layout provisório da Célula logística Secção 831 - Pintura

Contudo, nem todo o material que estava no armazém 5 pertencia a esta secção. Todo o material que não tinha relação com a linha IDU/DNA foi realocado no novo Supermercado 7, que foi criado como um ponto intermédio de *stock*, possibilitando assim um maior controlo do *stock* na área produtiva.

Devido a estas alterações foi ainda necessário reavaliar e redefinir o processo de abastecimento à secção 831. Previamente à transferência da célula logística, o abastecimento de material da linha IDU/DNA a ser pintado na secção 831 era bastante confuso. O material partia, em bruto, da S876 IDU/DNA no MFV para a S831 na fábrica do gás, onde era pintado e regressava novamente à secção final. Este processo criava um enorme contra-fluxo em que a matéria-prima partia da secção final para ser alterada e regressava novamente à secção final e era finalmente abastecida à linha. Esquemáticamente é possível verificar claramente esta movimentação do material na figura 21.

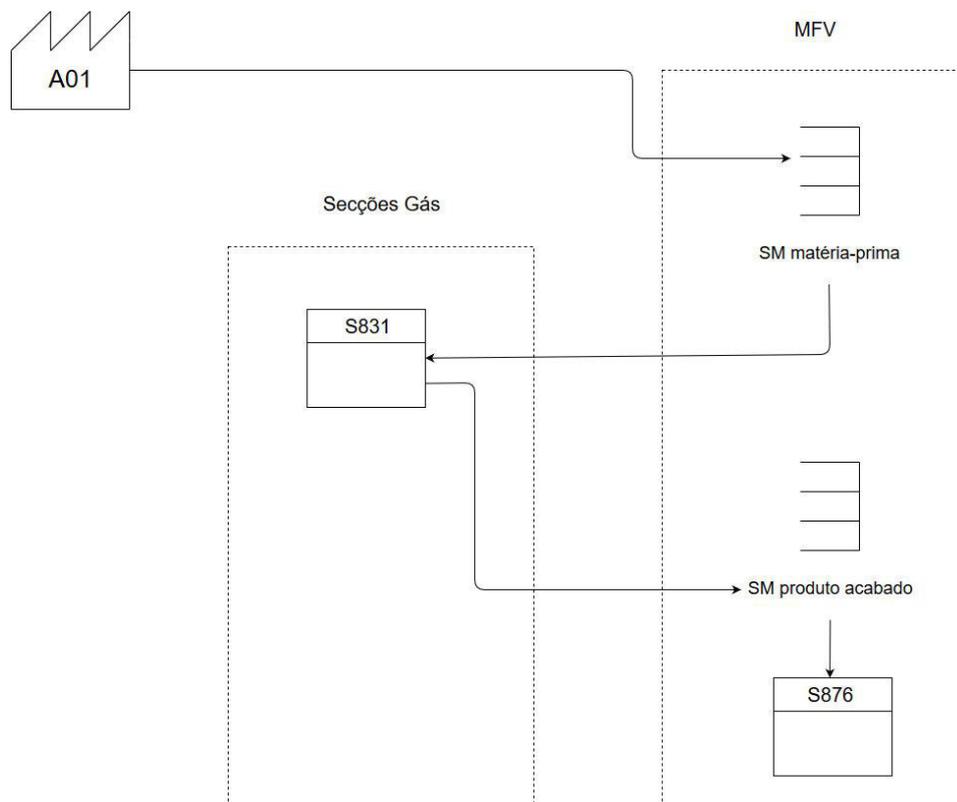


Figura 21 – Value Stream Mapping inicial da secção 831

Após as alterações na localização do material o fluxo foi simplificado sendo apresentado na figura 22.

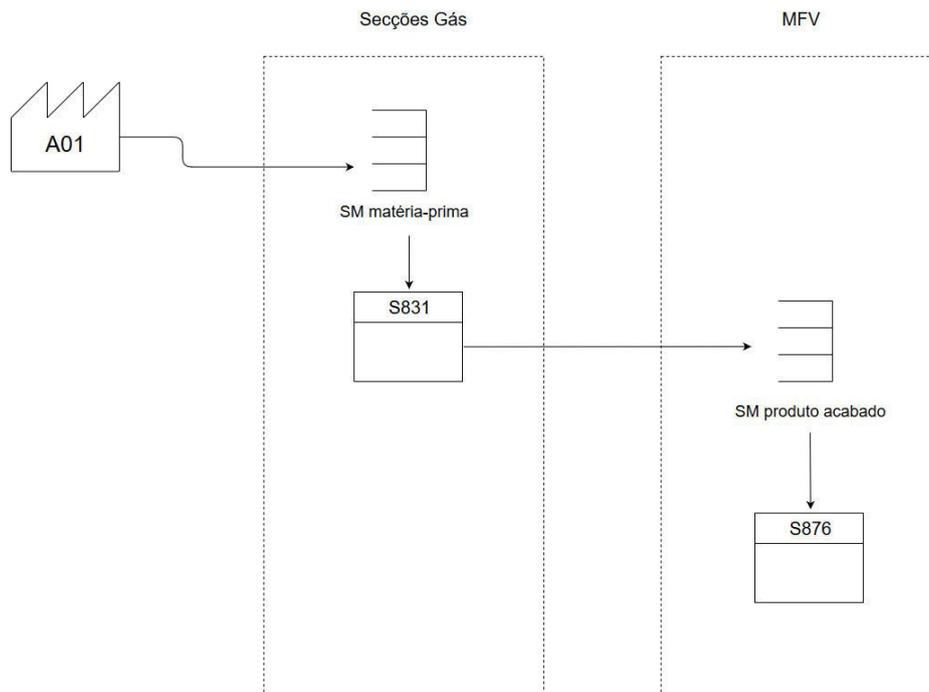


Figura 22 – Value Stream Design para a transferência da célula logística da secção 831

Em termos do abastecimento logístico, esta alteração teve também um grande impacto. O MR IDU tinha como parte da sua rota, a composição e movimentação dos carros para a secção 831, e tinha depois de recolher os carros com material pintado e regressar à secção 876 para abastecer as chapas pintadas. Assim, a rota deste *milk-run* (apresentada na figura 23) reduz-se significativamente. Deixa de ser o MR IDU a colocar o material nos carros para pintar, dirigi-los à secção da pintura e depois mais tarde ir recolhe-los com material pintado, para passar a fazer apenas esta segunda viagem, ir recolher os carros com material pintado.

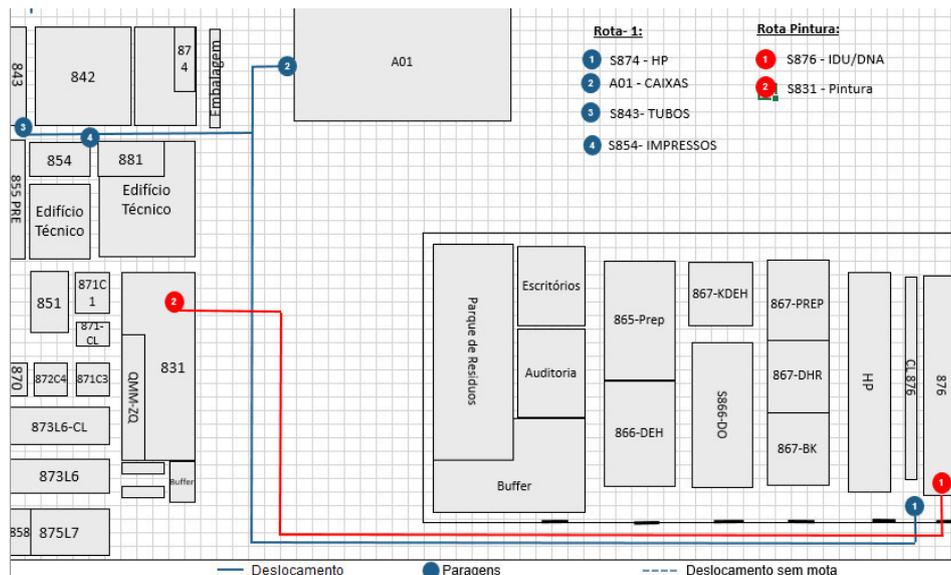


Figura 23 - Rota MR IDU

4.2. Análise do fluxo logístico após a transferência para o MFV

Após a transferência desta secção, as rotas de abastecimento passaram a ser bastante diferentes. Começando pelo número de operadores intervenientes no fluxo de materiais que passam a ser os seguintes: o operador logístico do *buffer* (que é um colaborador que não está apenas alocado à secção 874) que abastece as paletes vindas do armazém externo, o *milk-run* IDU que abastece as paletes vindas do armazém A01 e o Trolley HP, que abastece os carros-kit e faz o transporte do produto acabado para o *buffer*.

Outro ponto é que a nave do MFV é maioritariamente ocupada por área produtiva e assim foi necessário analisar alternativas para o fluxo logístico. Desta forma, parte do supermercado de paletes teve de ser realocado no armazém A01, numa nova célula logística designada por A01HP-CL. Esta área funciona também com um sistema de uma paleta nas referências cuja paleta contenha mais do que 30 peças (*output* máximo da linha por turno) e nas restantes funciona com um sistema de duas paletes, de forma a garantir que o *lead time* de abastecimento é contabilizado.

O *layout* temporário desta área pode ser observado na figura 24, que contém todas as referências que formam o kit, visto anteriormente.

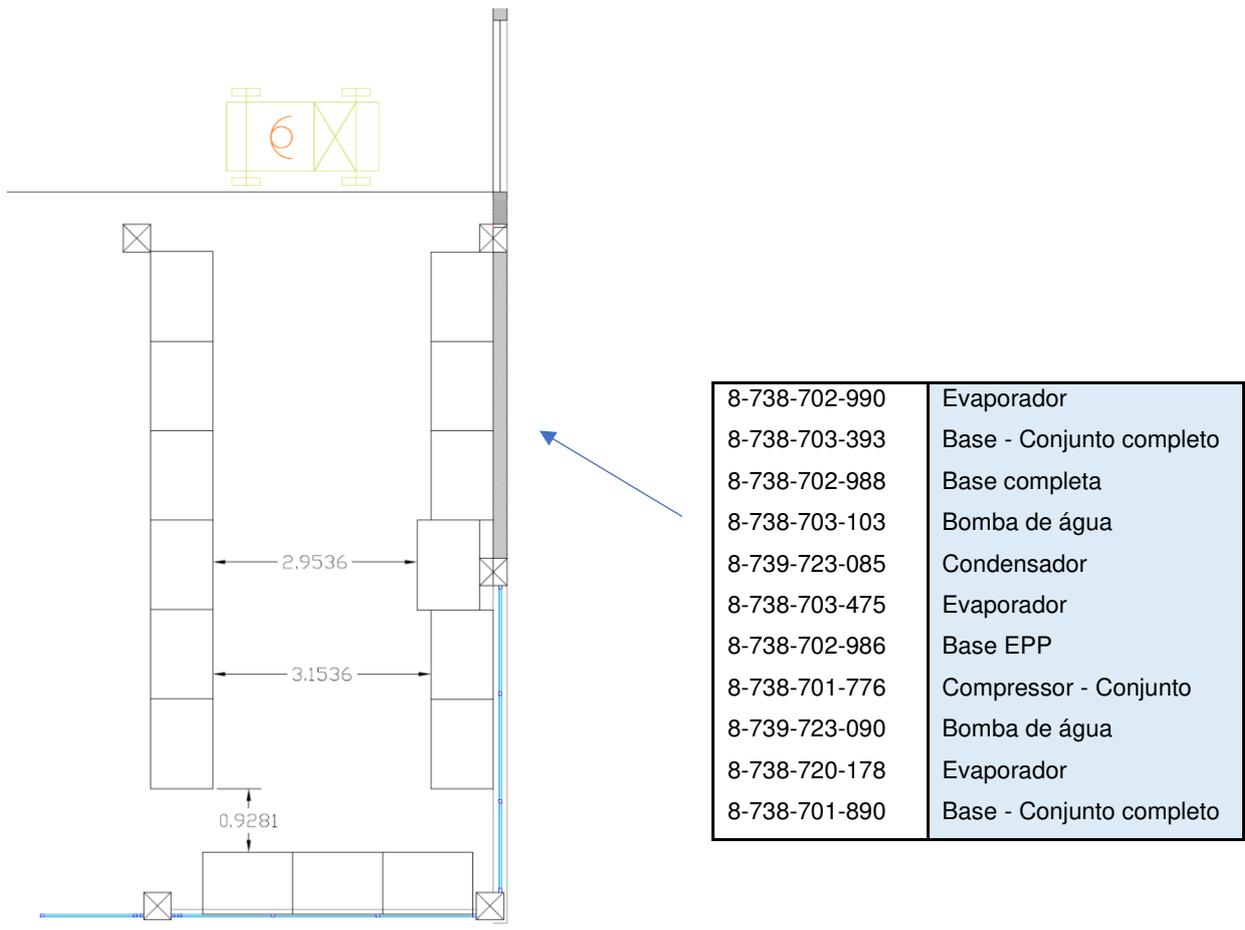


Figura 24 - Célula logística A01HP-CL

Relativamente a rotas, as mudanças são muitas pois, deixando de existir o MR de paletes e o MR interno, tem de existir uma figura que faça os abastecimentos correspondentes.

Passa a existir então, como já foi referido anteriormente, três operadores:

- MR IDU: que, para além de abastecer a linha IDU (S876), abastece todas as secções do MFV com componentes do armazém A01 e as secções 876 e 874 com componentes das secções da área do gás. Esta rota abastece todo o material *kanban* proveniente do armazém A01, localizado em caixas, e também algum do material peça de chamada (material que apenas é requisitado aquando da picagem do cartão de produção, não tendo assim local fixo no supermercado) que será depois abastecido à linha pelo respetivo POUP de cada linha.

- Trolley HP: abastece os kits com o material da célula logística A01HP-CL, coloca os respetivos carros na linha e abastece o bordo de linha com o material presente no supermercado de caixas (incluindo peças de chamada). Tem também de transportar o Produto Acabado (PA) ao *buffer* do MFV e de abastecer os tanques que são abastecidos todos os dias em *ship-to-line*. O tempo de rota deste Trolley manteve-se o mesmo, sendo de 28 minutos. O objetivo após a transferência foi melhorar a rota de forma a que o tempo se mantivesse igual, visto que a linha continua a produzir com a mesma velocidade.

- Operador logístico do *buffer*: faz a descarga dos tanques e abastece os tanques que funcionam como peça de chamada à linha.

Todas estas rotas são mostradas na figura 25.

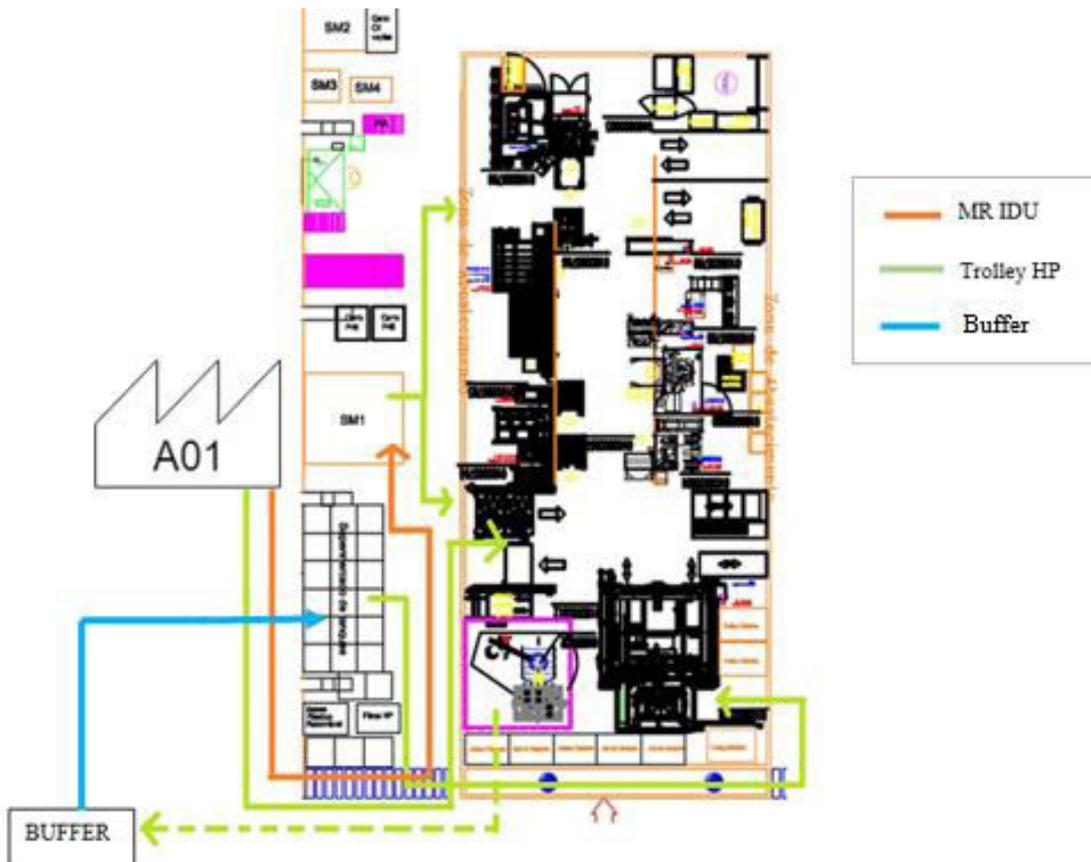


Figura 25 - Layout atual da Secção 874

Depois da análise do novo *layout* da secção e das respetivas rotas que abrangem a linha, foi feito um levantamento das diferenças entre os tempos de rota, o próprio *layout* das rotas e das distâncias percorridas, apresentado na tabela 2. Alguns dos valores não são relevantes visto que anteriormente à transferência da secção essa mesma rota podia não existir, apesar do colaborador já ter a função atual, como o operador do *buffer* por exemplo.

Tabela 2 - Comparação rotas, tempos de rota e distâncias percorridas

	Trolley HP		MR IDU		Operador Buffer	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Rota	Linha – SM Paletes – Linha – Buffer – Linha	Linha – SM Paletes – Linha – Buffer – Linha	Linha – armazém A01 – Linhas MFV	Linha – armazém A01 – Linhas MFV	-	Buffer – Linha – Buffer
Tempo de rota (min)	28	28	30	31	-	4
Distância percorrida (m)	4	30	44	44	0	12

É assim possível concluir que o projeto não teve como intenção a redução de deslocamentos ou de tempos de rota, mas sim a adaptação a uma nova realidade, tentando assim manter, dentro do possível, os parâmetros que existiam anteriormente.

5. Redefinição do abastecimento logístico à secção 867KDEH

Após uma análise ao processo logístico de cada linha do departamento, verificou-se que todas estas tinham um POUP dedicado, que fazia o abastecimento ao longo da linha tanto de pequenos componentes em caixa como do material abastecido em paletes (quando necessário) exceto as linhas de montagem 867KDEH e 866DO. Estas partilhavam duas rotas de abastecimento: o POUP dedicado que abastece todos os pequenos componentes do supermercado de caixas à linha, e uma figura denominada de *milk-run* de paletes, que abastece o material em palete à linha. Assim, levantaram-se algumas questões sobre se seria realmente eficiente ter um POUP dedicado a duas linhas de montagem que não faz efetivamente todas as funções de POUP.

Em termos de análise do problema, os fatores que causavam estas perdas de eficiência eram bastante visíveis para os colaboradores, daí a necessidade do projeto. Mas para que o estudo tivesse dados que apoiassem esta decisão, o estudo foi feito através da análise do OEE das duas linhas KDEH e DO, de forma a tentar mostrar o porquê de ter sido escolhida a linha KDEH para as maiores intervenções e também para se obterem dados comparativos do antes e depois do projeto. Este estudo comparativo é apresentado mais à frente neste relatório.

5.1. Linhas de montagem 867KDEH e 867BK

Inicialmente, a linha KDEH estava dividida em duas mas, fruto de um anterior projeto, houve uma junção destas, com os objetivos principais de reduzir o espaço ocupado e de centralizar duas linhas *low-runners*, com processos de montagem semelhantes. A linha BK estava fisicamente separada, e trabalhava apenas com um operador, assim, foi criada uma linha final com a capacidade de produzir 3 famílias de aparelhos distintos: KDE, KDH e BK.

Após esta junção, e com os novos balanceamentos feitos, verificaram-se vários problemas, sendo que o principal, e que motivou fortemente o avanço deste projeto foi a não concordância das quantidades produzidas aquando do início do projeto, e as quantidades definidas nos balanceamentos da linha.

Verificaram-se também várias situações de não-conformidades no abastecimento como: locais de abastecimento de difícil acesso pelo POUP,

supermercados com material da mesma secção, e inclusivamente que integram o mesmo produto final, divididos, além da inexistência de bordos de linha normalizados em praticamente todos os postos. Assim, era notório que podiam ser executadas várias melhorias tanto físicas como informáticas (material sem local ou em locais errados no SAP, por exemplo), melhoria essas que serão objeto de análise neste capítulo.

5.1.1. Estado inicial

A linha em questão tem como produtos finais 3 tipos de aparelhos elétricos: KDE, KDH e BK. O KDE é um esquentador instantâneo de pequenos fluxos de água, com capacidade entre os 2,2 e os 7,2kW e de controlo elétrico. O KDH é um aparelho com as mesmas funções, com capacidade entre os 3,5 e os 6 kW e de controlo hidráulico. Os aparelhos KDE e KDH estão representados na figura 26.



Figura 26 - Aparelhos finais KDE e KDH

O aparelho BK, mostrado na figura 27, é um pouco diferente, pois funciona como esquentador e acumulador, de forma semelhante a uma pequena caldeira e tem uma capacidade de 2 kW.



Figura 27 - Aparelho final BK

O *output* de aparelhos por turno nesta linha, calculado após a junção das duas linhas que se encontravam separadas, era:

- KDH: 320 aparelhos,
- KDE: 150 aparelhos,
- BK: 144 aparelhos.

sendo que apenas é feita a produção de um tipo de produto ao mesmo tempo (não é possível produzir KDE e BK ao mesmo tempo, por exemplo). No entanto, após a consulta das produções nos meses anteriores ao início do projeto, verificou-se que os valores não coincidiam. A média dos volumes de produção em Janeiro e Fevereiro rondavam os seguintes valores:

- KDH: 200 aparelhos,
- KDE: 100 aparelhos,
- BK: 100 aparelhos.

Os volumes produzidos eram cerca de um terço inferiores ao planeado. Para tentar perceber esta discrepância, partiu-se para o estudo do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Este é um dos KPI analisado pela equipa do MFV e, como tal, foi o próximo passo na análise do problema. O OEE pode ser calculado através da multiplicação das 3 bases para as principais perdas de produção:

- Disponibilidade de equipamento: considera as perdas cuja causa foi a paragem de máquina;
- Performance operacional: refere-se às perdas de velocidade de produção;
- Qualidade: incorpora tudo o que esteja relacionado com sucata de material e perdas com retrabalho (Almeanazel, 2010).

A fórmula para cálculo do OEE (adaptada de Raposo, 2011) é:

$$OEE (\%) = ID(\%) + IP(\%) + IQ(\%) \quad (1)$$

Onde:

- ID (Índice de Disponibilidade): índice que leva em consideração as paragens não planeadas por avaria de equipamento, *setup* ou ajustes nos equipamentos e é dado por,

$$ID = \frac{\text{tempo de trabalho} - \text{tempo de paragem não planeada}}{\text{tempo de trabalho}} \quad (2)$$

- IP (Índice de Performance): índice que tem em conta as perdas de velocidade, o aumento do tempo de ciclo das operações ou atrasos na produção e é dado por,

$$IP = \frac{\text{tempo de ciclo planeado} * \text{output}}{\text{tempo em produção}} \quad (3)$$

- IQ (Índice de Qualidade): índice que tem em consideração todos os componentes com defeito que foram detetados no produto final e é dado por,

$$IQ = \frac{\text{quantidade total de produção} - \text{total de defeitos}}{\text{quantidade total de produção}} \quad (4)$$

Com base nestas fórmulas os principais pontos sujeitos a melhorias significativas seriam no índice de performance e no índice de disponibilidade, visto que, com uma gestão mais eficiente do abastecimento da linha, era de prever que as paragens de linha por falta de ocupação de máquina ou por falta de abastecimentos diminuíssem drasticamente e conseqüentemente, seria expectável que o *output* aumentasse.

Desta forma, foram analisados os valores de OEE de ambas as linhas DO e KDEH durante o ano de 2017 e até ao mês de Março de 2018, sendo estes apresentados no gráfico da figura 28.

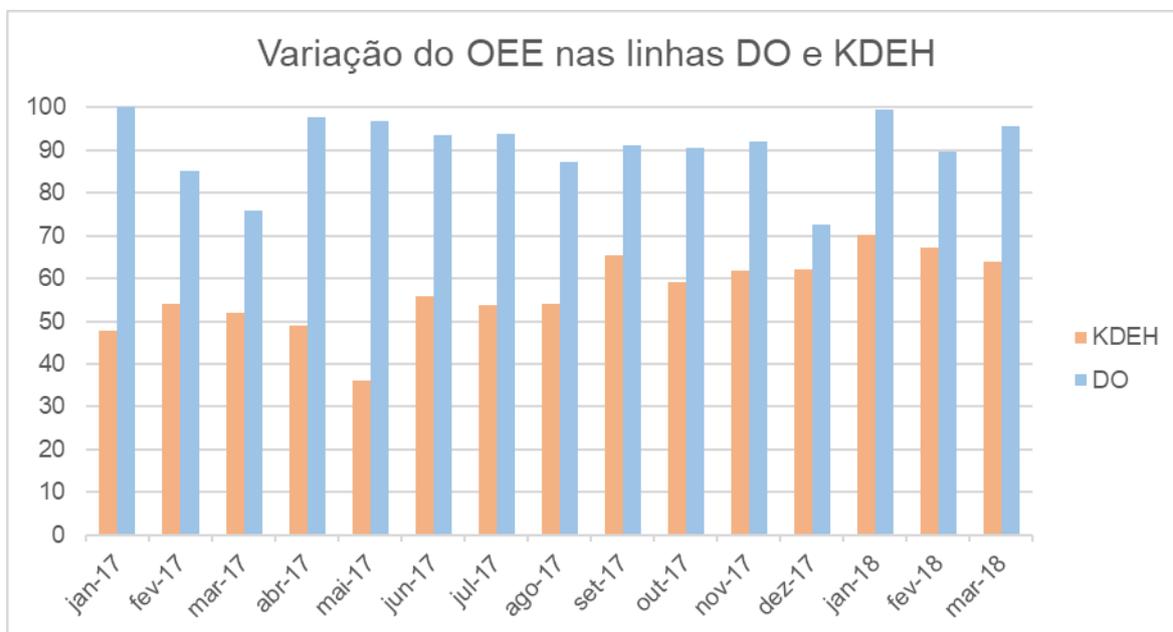


Figura 28 - Variação do OEE nas linhas DO e KDEH

Torna-se bastante clara a discrepância entre as duas linhas e o porquê de uma intervenção necessária na linha KDEH. Os valores de OEE da linha KDEH nunca ultrapassaram um os 70% enquanto que os valores da linha DO rondaram, por várias vezes, os 100%.

Foram então analisados os valores de cálculo de OEE para a linha KDEH: disponibilidade, performance e qualidade, para que se pudesse comprovar que o baixo valor do indicador fosse resultado de baixos valores de disponibilidade e performance.

Tabela 3 - Valores para cálculo de OEE da linha KDEH

Mês	Performance	Qualidade	Disponibilidade
Jan 17	62,7%	91,7%	83,1%
Fev 17	69,4%	93,8%	82,9%
Mar 17	96,0%	92,0%	58,6%
Abr 17	70,2%	91,9%	75,9%
Mai 17	54,1%	94,5%	70,5%
Jun17	66,5%	96,8%	86,8%
Jul 17	72,5%	97,3%	76,2%
Ago 17	65,4%	99,5%	82,8%
Set 17	73,8%	97,4%	90,8%
Out 17	73,9%	98,7%	80,9%
Nov 17	91,6%	96,5%	69,8%
Dez 17	90,6%	97,9%	69,9%
Jan 18	81,4%	98,1%	88,0%
Fev 18	78,6%	96,5%	88,4%
Mar 18	79,5%	93,2%	85,8%

É possível verificar que os valores de performance e de disponibilidade apenas ultrapassaram os 90% em raríssimos casos. É de notar também que os valores de performance são de forma geral significativamente mais baixos do que os valores de disponibilidade, o que resulta do baixo nível de *output*, referido e realçado anteriormente.

Assim, apesar destas duas linhas partilharem um POUP, pode concluir-se que a estratégia a adotar será redefinir o abastecimento na linha KDEH e depois partir para a criação de uma nova rota do POUP em que seja possível criar um *standard* de abastecimento às duas linhas.

supermercados e a uma palete localizados à volta da linha com componentes do produto final BK. Estes supermercados continham poucas referências de material (cerca de 10 cada um) e estavam localizados junto do local de abastecimento à linha.

Finalmente, os locais assinalados a azul são locais partilhados pelas três famílias, que incluíam o local reservado à palete de produto acabado, uma palete de entrada direta de material para a linha e a estante de *change-over*.

A estante de *change-over* era uma estante que servia de local de armazenamento de *stock* para as trocas de modelo, por exemplo se a produção de um determinado modelo terminasse e sobrassem caixas de material, estas caixas seriam arrumadas nesta estante para que fosse mais fácil o reenchimento da linha com material do novo modelo. Esta estante apesar de ter sido criada com o intuito de facilitar a troca de modelo, acabava por ter mais desvantagens do que pontos a favor. Algum do material aqui alocado não tinha local definido, logo era impossível de localizar informaticamente. A estante em si carecia muito de organização, visto que as caixas eram empilhadas como se pode ver na figura 30, o que levava muitas vezes a material danificado.



Figura 30 - Estante de *change-over*

Muito do material aqui presente encontra-se localizado em supermercado de caixas ou no supermercado 7 (paletes), sendo que aqui é colocado material excedente.

5.1.3. Rotas e colaboradores logísticos

Inicialmente a linha em questão tinha um POUP que fazia o abastecimento “à volta da linha”, que era partilhado com a linha DO, e um abastecedor ao qual competia abastecer o material contido em palete aos locais predefinidos (à volta da linha e numa estante localizada perto da linha). Este POUP tinha um tempo de ciclo de 28 minutos entre as duas linhas: 21 minutos a percorrer a linha DO e 7 minutos (em média) a percorrer a linha KDEH, sendo possível verificar no gráfico presente na figura 31 a comparação entre os valores teóricos e os valores obtidos através de medição de tempos de 10 rotas completas.

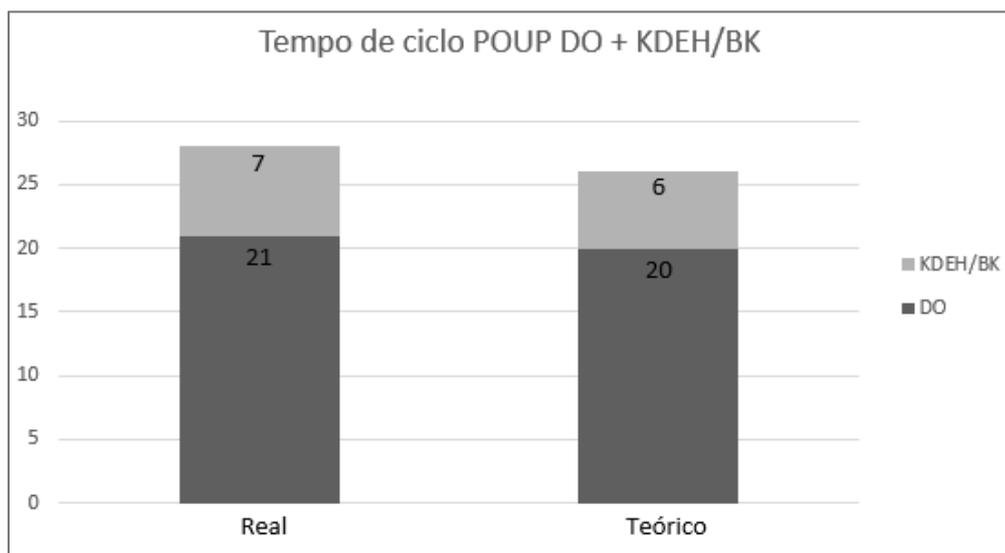


Figura 31 – Comparação tempo de ciclo POUP DO e KDEH/BK teórico vs real

Relativamente a este POUP, as suas tarefas cingiam-se apenas a abastecer pequenos componentes do supermercado ao bordo de linha, abastecer componentes maiores da palete (localizada imediatamente ao lado da linha) ao bordo de linha correspondente, e trocar a palete vazia por cheia, quando necessário. As paletes estavam localizadas na Estante DO, localizada ao lado das

linhas DO e KDEH. Na figura 32 estão representadas as rotas do POUP e do abastecedor de suporte.

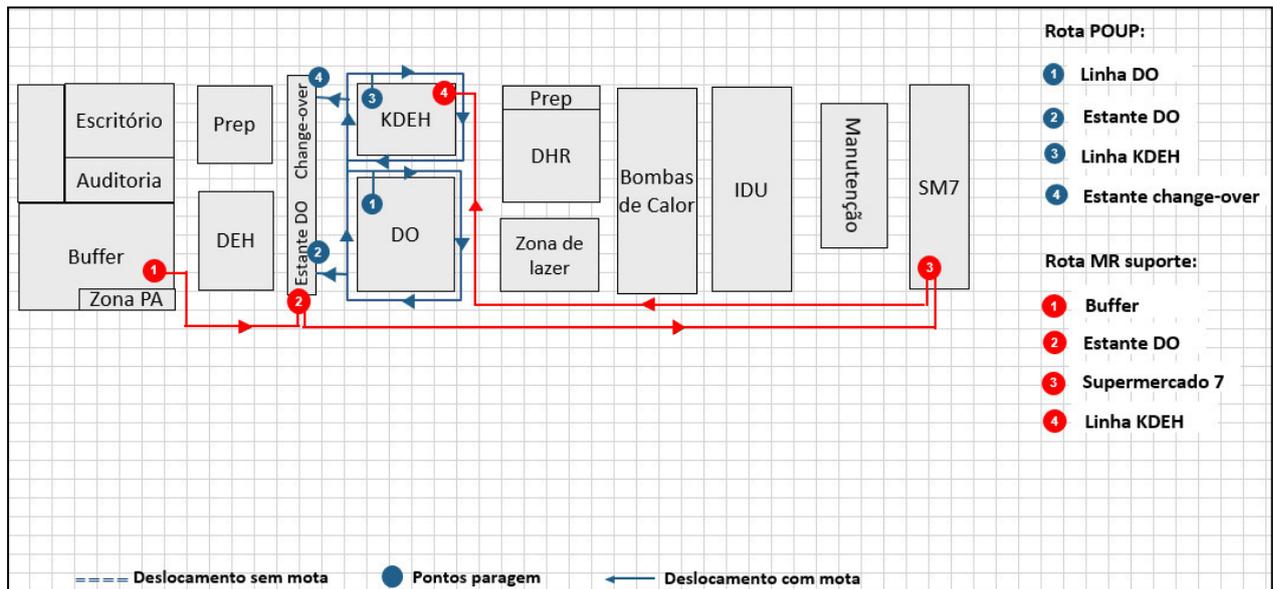


Figura 32 - Rotas POUP e MR suporte

No que diz respeito ao POUP, a sua rota consistia em: partindo da linha DO, fazer o abastecimento de pequenos componentes do supermercado para os bordos linha correspondentes e terminando essa volta completa, se necessário, trocar paletes de material vazio por uma paleta cheia localizada na Estante DO. Partia depois para a linha KDEH e fazia a mesma rota, abastecia os pequenos componentes ao bordo de linha e não precisava, desta vez, de trocar a paleta cheia por vazia. Tinha também que construir a paleta de produto acabado no final da linha de montagem DO.

Relativamente ao *milk-run* de suporte, este tinha que recolher paletes de material para a linha DO do *buffer* e levá-los à Estante DO, de seguida, partir para o supermercado 7, recolher as paletes necessárias para a linha KDEH e abastecê-las diretamente à linha. Tinha também que recolher as paletes de produto acabado de ambas as linhas e levá-las ao *buffer*. O seu tempo de rota, recolhido através de 10 iterações durante a análise do projeto era de 12 minutos, a fazer uma viagem ao *buffer* e regressar à linha DO, e de seguida a recolher as paletes do supermercado 7 e abastecê-las à linha KDEH. O intervalo com que esta rota era

feita era indeterminado, visto que este *milk-run* abastecia as paletes apenas quando o POUP alertava.

5.1.4. Principais problemas detetados

Como dito anteriormente, a principal motivação deste projeto surgiu da falta de concordância entre os níveis de produção planeados e os níveis realmente atingidos, assim como nos inúmeros problemas no fluxo de materiais. O facto de existirem vários supermercados repartidos por várias localizações foi talvez o mais visível, visto que fazendo uma simples confirmação de processo podia verificar-se que o POUP, ou muitas vezes o próprio operador produtivo tinha de procurar durante alguns minutos o material que tinha de abastecer. O facto de serem produzidas três famílias de produtos finais na mesma linha, fazia com que existissem materiais que são utilizados no KDE e no BK, por exemplo, em dois supermercados, um da área de suprimento⁶ da 867KDEH e outro da 867BK. Para além de não existir PFEP (*Plan For Every Part*), esta situação gera duas desvantagens imediatas: criação de stock desnecessário e gasto de tempo adicional na procura do material.

Outro desafio, que estava intimamente relacionado com este ponto, era o autoabastecimento dos colaboradores da linha. Uma vez que não existiam bordos de linha normalizados, com abastecimento passível de ser feito por fora da linha, o que por si só já era uma anomalia, o colaborador da produção tinha de sair do posto de trabalho, dirigir-se ao supermercado, retirar a quantidade de material que precisava de uma caixa do supermercado e voltar ao seu posto. Para além do tempo perdido para a produção nesse momento, este facto gerava uma dificuldade acrescida ao POUP da linha, visto que este não tinha ideia de quando era necessário pedir mais material, a não ser que o colaborador da linha o alertasse. Todos estes processos fora do *standard* combinados davam aso a falta de pedidos de material ou muitas vezes pedidos em excesso e, para além disso, a um grande impacto no OEE. As inúmeras tarefas não cíclicas por parte dos operadores da linha dificultavam a possibilidade de um trabalho normalizado por parte do POUP.

⁶ Área de suprimento: área informática na qual estão localizados os materiais correspondentes à secção produtiva.

Também para o *milk-run* de suporte se tornava difícil muitas vezes abastecer corretamente as paletes. Sendo duas pessoas diferentes a abastecer o material, a troca de informação tornava-se obrigatória, em vez de apenas importante. Se o POUP não alertasse o MR suporte de que este devia abastecer mais uma paleta à linha, este não sabia quando realmente abastecer e podia assim originar uma paragem de produção.

Todas estas questões foram analisadas com base numa ferramenta A3 descrita no capítulo de enquadramento teórico, cuja cópia se encontra no anexo C. Passando da fase de análise dos problemas, é possível verificar no subcapítulo 5.3 seguinte as possíveis soluções e o estado futuro desejado deste projeto.

5.2. Objetivos do projeto

Os objetivos principais deste projeto são o ganho de uma pessoa na eficiência da equipa logística, eliminando a figura de suporte na rota de abastecimento às linhas DO e KDEH. Este ganho não é efetivamente de uma pessoa, mas sim da capacidade dessa pessoa, visto que tarefas que inicialmente estavam no MR suporte passam para o POUP. Pretende-se que o tempo de ciclo do POUP das linhas KDEH e DO ronde os 30 minutos, concentrando assim todos os abastecimentos a estas duas linhas num colaborador. Outro dos objetivos passa também por uniformizar o abastecimento, no sentido de criar novos bordos de linha com abastecimento normalizado e eliminar a já mencionada estante de *change-over*. Com isto, eliminam-se também os autoabastecimentos por parte dos colaboradores na linha e, conseqüentemente, é esperado um aumento da eficiência dos próprios colaboradores da linha que resultará num aumento do *output*, numa diminuição de paragens por falta de material, melhorando, assim, o nível do OEE da linha. Projeta-se que o OEE da linha KDEH aumente em cerca de 10%, após a implementação e amadurecimento de todas as ações de melhoria.

5.3. Ações de melhoria

O primeiro ponto a ser abordado durante este projeto foi a criação de bordos de linha normalizados para evitar os autoabastecimentos. Para isso, era necessário conhecer o tempo de rota que o POUP devia ter, de forma a conseguir cumprir com

os abastecimentos das linhas KDEH e DO. Mantendo o tempo de rota aproximadamente igual ao do POUP anterior obtinham-se:

- 21 minutos de rota POUP DO,
- 7 minutos de rota POUP KDEH/BK,
- 12 minutos abastecimento de paletes do *buffer* ou SM7.

Admitindo que o objetivo pretendido era numa rota de 30 minutos conseguir incorporar todas as tarefas, somando as 3 rotas, iria obter-se uma rota de 41 minutos, mas com as melhorias planeadas em termos de fluxo de materiais e de infraestruturas, os 30 minutos seriam possíveis de atingir.

Assim, o primeiro passo foi normalizar os bordos de linha dos postos referentes aos produtos finais KDE e KDH tendo em conta o tempo de rota definido. Geralmente os cálculos para obter o tempo de rota do POUP são obtidos com base na autonomia do bordo de linha atual, calculando qual o tempo de ciclo necessário para abastecer a linha. Neste caso, foi feita uma abordagem inversa; foi verificado o tempo de rota pretendido e foi então verificado qual o *design* que o bordo de linha deveria ter para suportar este tempo de rota. No entanto, é de mencionar que a análise do bordo de linha foi feita de forma crítica visto que o espaço não é ilimitado e um abastecimento com 3 metros, por exemplo, não seria viável. Como o resultado foi aceitável mediante a realidade da linha, foi possível manter o tempo de ciclo estimado.

Para efeitos de cálculos de autonomia, foi considerado que a rota do POUP teria 40 minutos, para que, desta forma, estejam abrangidos possíveis imprevistos. Foi então de seguida calculada a autonomia que esses bordos de linha deveriam ter.

Partindo do *output* de aparelhos que se pretendia atingir, e combinando esses valores com o tempo de rota do POUP único da linha, conseguiu-se obter os seguintes valores:

- KDE: 150 aparelhos por turno, ou seja, por cada 420 minutos. Linearmente, a cada 40 minutos devem ser montados aproximadamente 15 aparelhos na linha. Isto significa que a cada 40 minutos o POUP tem que abastecer, a cada bordo de linha, no mínimo 15 componentes (podem existir

componentes dos quais sejam utilizados mais do que um por aparelho, como parafusos por exemplo, fator que deve ser considerado).

- KDH: 320 aparelhos por turno, ou seja, a cada 40 minutos devem ser produzidos 31 aparelhos e conseqüentemente devem ser abastecidas no mínimo 31 peças por rota.
- BK: 144 aparelhos por turno, logo, a cada 40 minutos são montados 14 aparelhos. O bordo de linha deve ter autonomia para no mínimo 14 peças.

Com estes dados, foi rápido perceber quais os bordos de linha que conseguiam ter autonomia para estes valores e os que não a tinham. Ao criar um bordo de linha estruturado todos os componentes de pequenas dimensões ficaram assegurados, visto que é simples contruir uma estante de forma a que seja possível conter várias caixas no mesmo local.

Foi de seguida feito um levantamento de todos os postos da linha, dividindo-os entre as famílias KDE/KDH e a família BK, visto que ambas têm postos dedicados.

Esta linha tem 13 postos, como se pode ver na figura 33, sendo que alguns são apenas bancadas de teste, como o posto 402, 405 e o posto 406.

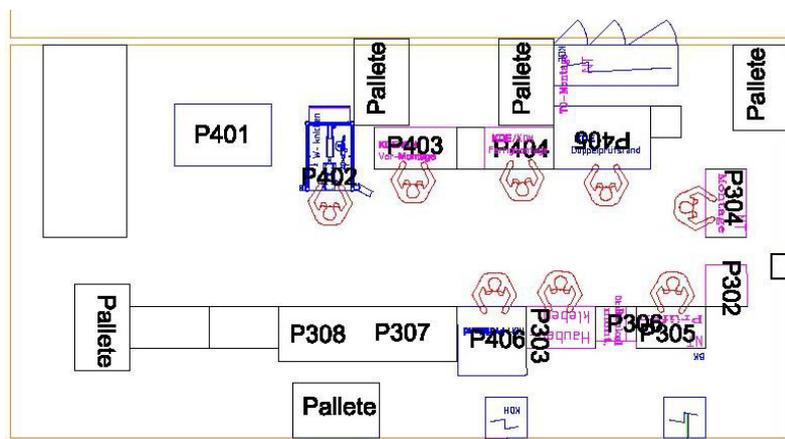


Figura 33 - Layout da linha KDEH

Os postos exclusivos ao KDE e KDH são os postos 401, 402, 403 e 404. Os postos 308 e 309 são partilhados pelas três famílias de produtos dado que são os postos de encaixe das frentes e de embalagem.

O posto 403, mostrado abaixo na figura 34 foi o primeiro a ser modificado.



Figura 34 - Posto 403 linha KDEH - antes

A aparafusadora visível na figura teve de ser realocada de forma a que pudesse ser encaixada uma estante nova de bordo de linha. Essa estante tem local para 12 referências e foi construída de forma a que todos os materiais ficassem fora da bancada e assim os colaboradores tivessem um posto mais organizado.

Como é possível verificar, o que acontecia neste, e em praticamente todos os postos de trabalho desta linha era que não existia abastecimento pelo lado de fora, nem havia local para todos os componentes do posto. Outro ponto era a existência de apenas um retorno para todos os componentes da linha, condição que contribuía para a falta de organização da linha. Para a criação de um bordo de linha para este posto, exclusivo para montagem do aparelho KDE, foram necessários vários passos. Começando pela verificação do material que devia estar presente neste local, recorreu-se à visualização da BOM⁷ (*Bill Of Materials*) do produto para obter uma lista de todo o material que deve ser utilizado no produto final e perceber em que posto é montado. De seguida, partiu-se para a verificação do tipo de caixa em que o material é abastecido e assim fazer um esboço do bordo de linha pretendido.

⁷ BOM: lista com todos os componentes que integram o produto final, desde matéria-prima a montagens.

Foi, ainda, tida em consideração a posição em que o operador tem de retirar o componente de forma a zelar pela ergonomia do posto.

Na figura 35 abaixo pode ver-se o posto com o bordo de linha integrado e todas as modificações efetuadas.



Figura 35 - Posto 403 linha KDEH – depois

Com este bordo de linha um dos objetivos a cumprir era também o de colocar as referências que fossem possíveis, cumprindo o tempo de rota em termos de autonomia, em regime de abastecimento direto, ou seja, referências que sejam utilizadas apenas neste posto que possam ser abastecidas diretamente do armazém para a linha, sem passar pelo supermercado. Este fator acaba por ter três grandes vantagens: ganho de espaço no supermercado, diminuição do WIP e diminuição de complexidade no fluxo e no *handling* dos materiais. Neste bordo de linha foi possível incorporar material suficiente para uma autonomia de um mínimo de dois turnos, sendo que todos os locais estão em abastecimento direto menos três, que são utilizados para abastecimento em sequência, isto é, dependendo do modelo de KDE a produzir entra um ou outro componente (existem referências diferentes para o mesmo tipo de produto em que apenas muda um ou dois componentes específicos).

O mesmo pensamento foi utilizado para reformular os bordos de linha dos postos exclusivos ao BK. Este aparelho apenas possui duas referências de produto

final em que a única diferença é a chapa de marca, logo estes componentes entram em sequência e todos os outros têm um local assinalado no bordo de linha.

Relativamente aos postos que são utilizados para montagem de componentes tanto do KDE como do KDH, estes têm nos seus bordos de linha um grande número de referências que serão abastecidas em sequência. Estes componentes não têm um local fixo no bordo de linha e devem ser mantidos no supermercado, visto que nunca estarão em utilização ao mesmo tempo e não poderão estar os dois alocados ao mesmo local no bordo de linha.

Outro aspeto importante relativamente aos componentes que são abastecidos por sequência, é que estes têm que ser assinalados como tal no SAP para que, aquando da criação de uma ordem de produção, estes apareçam na lista de *picking*⁸ e sejam abastecidos tanto no local correto como na quantidade correta.

Na figura 36 pode verificar-se a localização planeada dos supermercados da linha KDEH, um construído para componentes do BK e um já existente com componentes dos produtos KDE/KDH, ambos representados em amarelo. O novo supermercado para componentes BK, incluindo componentes cujo local era na estante de *change-over*, terá espaço para 16 referências e terá aproximadamente 3m².

⁸ Lista de *picking*: lista de componentes de um produto final, com a indicação dos locais de abastecimento de material abastecido em sequência.

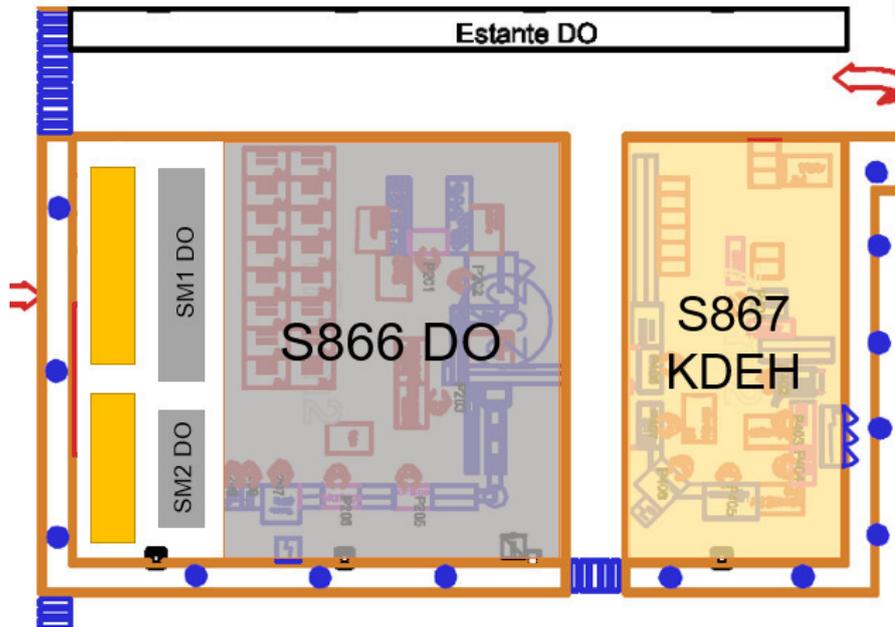


Figura 36 - Layout linhas DO e KDEH com Supermercados

A nova localização dos supermercados foi definida tendo em consideração que o POUP de abastecimento às duas linhas, DO e KDEH, é o mesmo. Desta forma, o facto de todos os supermercados estarem centralizados permite ao POUP fazer uma rota mais eficiente, evitando ter de fazer paragens excessivas e conseguindo assim reunir todos componentes no mesmo local: as paletes ficam localizadas na estante DO e os componentes pequenos na zona de supermercados, conseguindo assim reunir todos os componentes numa única rota *kanban*. Na figura 37 é apresentada a proposta da nova rota do POUP KDEH/DO que este deverá percorrer a pé e com o suporte de um carro de apoio. No anexo B é possível encontrar uma descrição ponto por ponto desta rota.

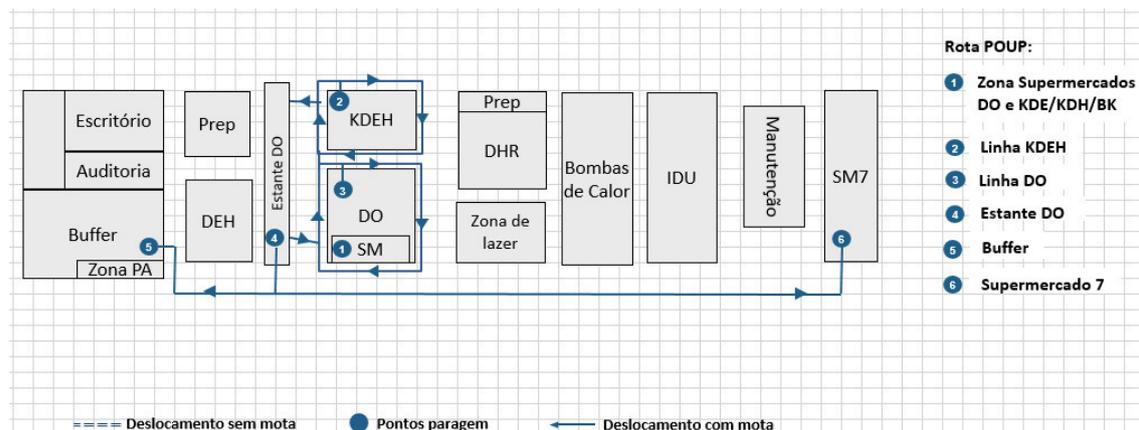


Figura 37 - Nova rota POUP KDEH/DO

A rota parte da zona de supermercados onde são retirados os componentes necessários para um ciclo de produção, de seguida o POUP dirige-se a cada uma das linhas, percorrendo-a e abastecendo os bordos de linha necessários. Após abastecer os componentes em caixa parte para o abastecimento de material em paletes. Visto que todas as paletes passam a estar contidas na estante DO, o abastecedor deve dirigir-se ao *buffer* e trazer as paletes necessárias, colocando-as na estante DO. De seguida deve fazer o mesmo, mas desta vez com paletes contidas no Supermercado 7, colocando-as também na estante DO. Tendo todas as paletes necessárias na estante, o POUP deve retirar a quantidade necessária para um ciclo de cada componente e abastecer ao respetivo bordo de linha os componentes, recomeçando assim a rota.

Eliminando a estante de *change-over*, todos esses locais ficam disponíveis para paletes de material da linha KDEH. No pior dos cenários existiriam 3 paletes de abastecimento dentro da linha. Aproveitou-se o espaço libertado pela estante *change-over* localizar, no chão, essas 3 paletes a serem utilizadas no momento, e ocupar os outros 3 locais em altura para o ciclo seguinte. Por exemplo, se a produção estiver a ser de KDE e no ciclo seguinte mudar para BK, devem ser colocadas as paletes correspondentes ao material de BK em altura para que assim a troca de modelo seja mais célere.

Todas estas medidas pretendem que seja então possível alcançar o tempo de rota de 30 minutos do POUP, conseguindo assim reduzir e simplificar todo o fluxo de abastecimento à linha KDEH.

Na tabela seguinte podem verificar-se todas as diferenças em termos de rotas, tempo de rota e distâncias percorridas (valores aproximados).

Tabela 4 - Comparação de rotas, tempos de rota e distâncias percorridas pelos vários operadores logísticos

	POUP KDEH/DO		Suporte paletes	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Rota	Estante DO – Linha DO – Estante DO – Linha KDEH	SM7 – Linha DO – Estante DO – Linha KDEH	Buffer – Linha DO – Buffer - Estante DO – Linha KDEH	-
Tempo de rota (min)	28	30	12	0
Distância percorrida (m)	44	62	183	0

Através da tabela torna-se bastante visível que o maior impacto deste projeto, para além da standardização do abastecimento à linha em termos de infraestruturas logísticas, foi sem dúvida a centralização das tarefas relativas à linha no POUP, libertando assim o suporte do colaborador que abastecia as paletes às secções.

6. Conclusões e trabalho futuro

O trabalho de projeto desenvolvido ao longo do estágio foi separado em duas partes, cujas conclusões serão tiradas separadamente.

No primeiro projeto, relativo à transferência da linha de bombas de calor, pode concluir-se que foi bem-sucedido e a linha está estabilizada do ponto de vista logístico. Todos os sub-projetos que foram motivados por esse projeto principal, como a criação de várias células logísticas de abastecimento e a redefinição de rotas de *milk-runs* foram passos cruciais para o desenvolvimento estável da transferência e permitiram também uma uniformização dos processos logísticos relacionados com o MFV. Foram criadas três novas rotas de abastecimento, duas novas células logísticas com componentes de abastecimento a duas secções diferentes e localizadas em áreas diferentes da área produtiva e, ao longo de todo o processo pré-transferência, foram libertados 350 m² para acomodar a linha de montagem das bombas de calor.

No que toca à segunda parte do projeto, a redefinição do abastecimento à secção 867KDEH, são ainda previstas algumas ações necessárias para o futuro. Todo o estudo foi concluído e muitas das ações de correção foram efetuadas. Sendo um projeto que requer muitas alterações em termos de infraestruturas era expectável, desde o seu início, que este não iria terminar durante a duração do estágio curricular. Assim, todos os passos a efetuar ficaram alinhados e as ações a implementar têm tanto datas de término como responsáveis definidos.

Com todas as implementações de bordos de linha de abastecimento na S867 KDEH, é expectável que o supermercado destinado a componentes dos produtos KDE e KDH, já referido anteriormente, diminua significativamente em termos de área, visto terem sido retirados bastantes componentes deste. Desta forma, o supermercado de componentes KDE/KDH, juntamente com o supermercado criado para os componentes do BK, devem ser situados no local já predefinido, libertando os locais dentro da linha reservados a todos os pequenos supermercados com material de abastecimento ao BK.

Depois da implementação de todas as infraestruturas é necessário criar todos os locais que existem fisicamente no SAP, de forma a que quando se lançar uma ordem de produção o abastecedor obtenha uma lista de *picking* com todos os

materiais que deve abastecer e em que local. Este é um processo crucial para o projeto e apenas deve ser executado quando todos os locais estiverem definidos fisicamente.

Os KPI de acompanhamento deste projeto são o tempo de ciclo do POUP KDEH/DO e o tempo de ciclo do POUP SM7, que faz o abastecimento das paletes às diversas secções. O objetivo final do projeto será obter um tempo de ciclo do POUP KDEH/DO de 30 minutos e eliminar a parte da rota correspondente ao POUP SM7, sendo assim o tempo de rota deste dedicado a estas linhas de 0 minutos.

Após a estabilização deste projeto, a empresa pode pensar em reestruturar a rota de produto acabado, visto que muitas vezes os locais designados para este ficavam sobrelotados e acabava mesmo por existir material pronto a enviar para o armazém de expedição num local incorreto, o que dificulta um processo logístico fluído.

De uma forma geral, o âmbito do projeto de estágio foi cumprido e é visível que o trabalho desenvolvido foi benéfico tanto para a empresa como a nível pessoal.

Referências Bibliográficas

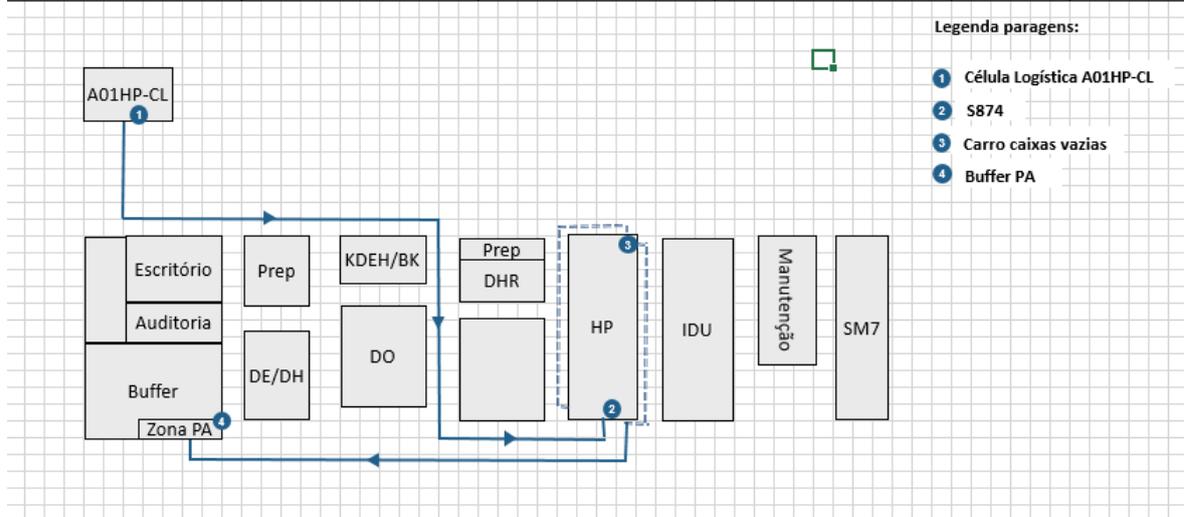
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analysing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 223-236.
- Almeanazel, O. T. (2010). Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 4.
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review Vol. 19 Issue: 4*, 332-348.
- Bartholomew, D. (2015, Abril 17). *Why a Plan For Every Part is essential to lean transformations*. Retrieved Fevereiro 2, 2018, from Lean Enterprise Institute: <https://www.lean.org/common/display/?o=2951>
- Bowersox, D., & Closs, D. (1996). *Logistical Management - The Integrated Supply Chain Process*. McGraw-Hill.
- Brown, K. A., & Mitchell, T. R. (1991). A comparison of Just-In-Time and batch manufacturing: the role of performance obstacles. *Academy of Management Journal*, 34.
- Carvalho, J. C. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Edições Sílabo.
- Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value - Adding Networks*. Pearson Education Limited.
- Frøvd, K., Muller, G., & Pennotti, M. (2017). Applying A3 reports for early validation and optimization of stakeholder communication in development projects.
- Ghraveb, O., Phojanamongkolkii, N., & Tan, B. A. (2009). A hybrid push/pull system in assemble-to-order manufacturing environment. *Journal of Intelligent Manufacturing*.
- Goghlan, D. (2002). Action Research for Operations Management. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Greenwood, D., & Levin, M. (1998). *Introduction to Action Research*. Sage.
- Gummesson, E. (2000). *Qualitative Methods in Management Research* (2 ed., Vol. 2). Sage.
- Hewitt, F. (1994). Supply Chain Redesign. *The International Journal of Logistics Management*.
- Johnson, G., & Malucci, L. (1999). Shift to a supply chain reflects more strategic approach. *APICS - The Performance Advantage, October*, 28-31.
- Lambert, D. M. (2008). *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*. Supply Chain Management Institute.
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*.
- Lander, S. (2018). Retrieved Janeiro 12, 2018, from Chron: <http://smallbusiness.chron.com/push-vs-pull-supply-chain-strategy-77452.html>
- Langley, C., & Holcomb, M. (1992). Creating logistics customer value. *Journal of Business Logistics* 13, 1-27.
- Lean Enterprise Institute. (2008). *Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers*. The Lean Enterprise Institute.
- Marmulak, G. (2011, Março 31). *Supply Chain Diggest*. Retrieved Março 28, 2018, from http://www.scdigest.com/assets/Experts/Guest_11-03-31-1.php
- Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 231-249.
- oijfeubd. (14, 05 17). *jibuhikn*. Retrieved 12 17, 15, from knnvuhijk.
- Puchkova, A., Le Romancer, J., & McFarlane, D. (2016). Balancing Push and Pull Strategies within the Production System. *IFAC - Papers On Line, Volume 49*, 66-71.
- Rahman, N. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7.
- Raposo, C. d. (2011). Overall Equipment Effectiveness: Aplicação em uma empresa do setor de bebidas do pólo industrial de manaus. *Produção Online: Revista científica eletrônica de engenharia de produção*.
- Robert Bosch GmbH. (2007). *BPS - Logistics-Standards Manual*.
- Robert Bosch, G. (2015). *BPS Handbook*.
- Shook, J. (2009). Toyota's secret: The A3 Report. *MIT Sloan Management Review*.

- Skhmot, N. (2017, Agosto 5). *Using the PDCA cycle to support continuous improvement (Kaizen)*. Retrieved Abril 25, 2018, from The Lean Way Blog: <https://theleanway.net/the-continuous-improvement-cycle-pdca>
- Sobek, D. K., & Jimmerson, C. (2004). A3 Reports: Tool for Process Improvement. *IIE Annual Conference*. Norcross.
- Surendra, M., Yousef, A. Y., & Ronal, F. (1999). Flexible Kanban System. *International Journal of Operations and Production Management*, 19.
- Tanchoco, J. M. (1994). *Material Flow Systems in Manufacturing*. Chapman & Hall.
- Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*. Palgrave MacMillan.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Macmillan.

Anexos

Anexo A - Operator Balance Chart do Trolley HP

Layout	Seção 874	Linka / Célula Trolley HP	nº de tipo / Família 874HP e 874MOD		
Total de operadores 1	Supervisor	Planejador	Data 04/01/2018	Ciclo Planejado Sek.	Takt do cliente Sek.



Instrução de Operações Logísticas



IOL- 0000

Sequência de Trabalho		Início de Turno
No.	Sequência	
1	Deslocamento até paragem Quadro Nivelamento e retirar <i>picking list</i>	

Sequência de Trabalho		Rota carros kit
No.	Sequência	
2	Atrelar entre 2 (mínimo) a 5 (máximo) de carros kit à mota	
3	Dirigir-se à célula logística do A01 – A01HP-CL	
4	Abastecer os carros com os componentes da célula logística de acordo com a <i>picking list</i>	
5	Dirigir-se à linha 874HP e colocar os carros no local de abastecimento à linha	

Sequência de Trabalho		Rota material em sequência
6	Verificar a lista de picking	
7	Dirigir-se à estante 11 e retirar o material pedido de acordo com a <i>picking list</i> e colocar no carro de apoio	
8	Abastecer os bordos de linha de acordo com a <i>picking list</i>	

Sequência de Trabalho		Rota Kanban
9	Recolher caixas vazias dos retornos e retirar os cartões <i>Kanban</i>	
10	Ordenar os cartões <i>Kanban</i> e dirigir-se à estante	
11	Retirar as caixas com o material correspondente ao cartão <i>Kanban</i> , colocar no carro de apoio e efetuar pedido	
12	Colocar cartões <i>Kanban</i> na caixa com o material correspondente	
13	Abastecer os bordos de linha com o material retirado da estante	

Instrução de Operações Logísticas



IOL- 0000

Sequência de Trabalho		Rota PA
No.	Sequência	
14	Aplicar a 1ª picagem no LUV	
15	Com o stacker, transportar a palete filmada para a zona de Produto acabado	
16	Regressar à linha 874HP e colocar caixa de módulo HP ou tanque no carro de Produto Acabado	
17	Colocar carro de módulo/tanque na local designado na linha	

Sequência de Trabalho		Final de Turno
No.	Sequência	
18	Realizar 5's (5min.)	

Anexo C - A3 do projeto de redefinição do abastecimento à secção 867KDEH

TIPO DTI KDEH - DO

F. Soares, R. Marques, C. Valente, C. Pina

DATA 06 | 04 | 2018

GOALS Standardizar o fluxo de materiais
Aumento de eficiência no abastecimento KDEH - DO

Initial state (i.e. 100% before activity)

41 min/ciclo

Target Condition (i.e. 100% after activity)

30 min/ciclo

Aumento de autonomia dos braços de linha

Problems

- Ativo abastecimento pelas operações da linha
- Change-over sistemático → Stock interno não controlado
- Inexistência dos braços de linha
- Peças sem rota standard (Pouca visibilidade Pop pártels) ⇒ Dissincronia entre Peças

Implementation actions

- Incremento altura total
- Definição do objetivo
- Especificação dos braços de linha
- Especificação dos suportes/montados
- Elaboração dos cadernos de decap e contacto formados
- Selagem e ajustes ao funcionamento
- Implementação de infra-estruturas
- Cadernos de novos materiais e alterações informáticas
- Point-cup project

Business Requirement		VS KPI	Monitoring KPI	Improvement KPI
Eficiência AvP	Eficiência MEV	OEE ; Output	Cycle Time Pop linha	Cycle Time Pop SH 7
			Tempo de ciclo total	

Key Performance Indicator	Unit	Current	Target	Status		
				Green	Yellow	Red
CT Pop linha	min	36	30			
CT Pop SH 7	min	13	13			

PLAN	DO	CHECK (standard release)	ACT
Date: 06-04-2018	Date: 07-05-2018	Date: 08-05-2018	Date: 09-05-2018
By: [Signature]	By: [Signature]	By: [Signature]	By: [Signature]