



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

José Miguel Aires Vau

**Melhoria dos fluxos de abastecimento das
linhas e de arrumação do produto acabado
numa empresa do sector automóvel**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor José Telhada

Setembro de 2017

DECLARAÇÃO

Nome: José Miguel Aires Vau

Endereço eletrónico: josemiguelvau@gmail.com Telefone: 963874500

Número do Bilhete de Identidade: 14237363-0ZZ7

Título da dissertação: Melhoria dos fluxos de abastecimento das linhas e de arrumação do produto acabado numa empresa do sector automóvel

Orientador(es): Professor José Telhada

Ano de conclusão: 2017

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 15/09/2017

Assinatura:



AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente e de forma global agradecer a todas as pessoas que me acompanharam ao longo do meu percurso académico e que de alguma forma tornaram mais fácil a conclusão desta etapa da minha vida.

Particularizando quero deixar uma palavra de especial agradecimento ao João Pontedeira e ao Hélder Oliveira pelo apoio incondicional, a sinceridade e as lições que me deram, foi sem sombra de dúvida uma das melhores formas de entrar no mundo de trabalho. Agradeço com toda a sinceridade pois sei que mais que tornar possível este projeto, ensinaram-me lições para a vida.

Ao José Lima, diretor de logística, um agradecimento pelos ensinamentos transmitidos e pela confiança depositada em mim para este projeto.

À Tânia Freitas e ao Néilson Viana, bem como a toda a equipa do armazém, um enorme obrigado pelo bom ambiente e por todo o auxílio prestado.

Ao meu orientador José Telhada um enorme obrigado pela dedicação colocada neste projeto e pela enorme disponibilidade demonstrada em ajudar a tornar possível este trabalho.

À BorgWarner em geral um enorme obrigado por me terem dado esta oportunidade, particularizando um obrigado especial à Sílvia Miranda e à Marta Costa por terem acreditado em mim para este projeto.

Aos meus pais um enorme obrigado pela educação, pelo apoio, pelo carinho e compreensão, é a vós que devo tudo.

À minha irmã, a minha cúmplice, um enorme obrigado por estares sempre do meu lado, obrigado por tudo.

À Minha Mãe,

RESUMO

A logística interna assume um papel fulcral no funcionamento da generalidade das unidades produtivas das empresas, seja através do fornecimento de materiais às linhas, seja através da organização dos materiais em armazém. Todas essas (pequenas) atividades têm, no seu conjunto, uma enorme importância na produtividade das linhas. A logística interna deve ter em conta ainda a ergonomia dos abastecimentos bem como as quantidades necessárias a fornecer às linhas. Em geral, ter grandes quantidades de *stock* juntos às linhas, não é racional, embora seja comum verificar-se esse tipo de situações.

A fase inicial da dissertação consistiu essencialmente em compreender e analisar o funcionamento geral de uma fábrica de componentes para o sector automóvel, para posteriormente diagnosticar os principais problemas, desenvolver e implementar ações de melhoria.

Numa segunda fase o trabalho focou mais o tema da montagem das paletes em armazém. Foi estudado ao pormenor o sistema usado à data e foi estudada a forma como seria implementado este novo projeto: Qual a linha piloto? Como fazer o abastecimento de caixas vazias? Que localizações se deveriam ter para cada etapa do projeto? Nesta segunda fase, foram detetadas algumas lacunas no fluxo de informação/materiais no armazém e foram desenvolvidas e implementadas algumas ações corretivas. Uma das medidas implementada foi a reorganização da forma de recolha do produto terminado nas linhas de produção, também uma alteração ao fluxo de informação entre os colaboradores do armazém e por fim a utilização do sistema *kanban* para montar um supermercado para uma família de referências. A terceira fase, e última, consistiu na monitorização e ajuste do novo sistema logístico, resultante das implementações, e na contabilização dos ganhos conseguidos com as alterações.

Os resultados finais do projeto foram satisfatórios. Foi possível implementar a ideia principal do projeto obtendo ganhos ao nível da segurança e ergonomia dos colaboradores bem como espaço livre na e uma maior eficiência produtiva visto apenas se focarem na montagem das peças, em simultâneo, foi possível corrigir e melhorar alguns pormenores no funcionamento do armazém sempre com o objetivo de minimizar os desperdícios detetados e melhorar a segurança dos colaboradores.

PALAVRAS-CHAVE

Logística interna, Comboio logístico, 7 Mudanças, 5S, Supermercado.

ABSTRACT

Internal logistics plays a central role in the entire plant operation through the supply of materials to the lines and the organization of materials in the warehouse. All these small activities have their importance in the productivity of the lines. The internal logistics must also take into account the ergonomics of the supplies as well as the quantities needed to provide the lines. In general, large stocks are not acceptable, but having lines stopped by lack of material is not acceptable, as well.

The initial phase of the project consisted essentially on understanding and analysing the overall operation of the plant and subsequently being able to implement the desired measures. The focus was on measuring for subsequent comparisons.

In a second phase, the project has focused more on the pallet assembly in the warehouse. The system used until now was studied in detail and the way this new project would be implemented was carefully analysed. What line should be the pilot? How to fill empty boxes? What locations should be analysed in each stage of the project? Some gaps in the flow of information/materials in the warehouse were identified and corrective measures were applied. One of the measures implemented was the reorganization of the way the finished product is collected in the production lines, as well as a change in the flow of information between warehouse employees, and, finally, the use of the kanban system to build a supermarket for a family of references.

The third and last phase of the project consisted in monitoring and adjusting the new logistics system resulting from the implementations and in accounting for the gains made with the changes.

The results of the project were satisfactory. It was possible to implement the main idea of the project, obtaining gains in terms of safety and ergonomics of employees, and a greater productive efficiency.

KEYWORDS

Logistics, Logistic Train, 7 Mudras, 5S, Supermarket.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de investigação.....	2
1.4 Estrutura do documento.....	3
2. Revisão da literatura.....	5
2.1 Logística de armazém	5
2.2 Filosofia Kaizen	6
2.3 VSM.....	6
2.4 MUDA.....	6
2.5 5 “S”	9
2.6 Outras ferramentas lean de apoio à logística interna	10
2.6.1 Comboio logístico	10
2.6.2 Kanban.....	11
2.6.3 Supermercado.....	11
2.7 Síntese da revisão da literatura	12
3. Descrição e análise do sistema atual	13
3.1 A empresa.....	13
3.2 Layout e funcionamento geral da fábrica.....	14
3.3 Layout e operações do armazém.....	15
3.4 Fluxo de materiais e informação.....	16
3.5 Funcionamento do comboio logístico	17

3.5.1	Work in progress (WIP)	19
3.5.2	Picking.....	20
3.5.3	Rotas de recolha do produto final	21
3.5.4	Carros para troca de referência	21
3.5.5	Quantidades mínimas e máximas.....	22
3.6	Tempos das rotas.....	23
3.7	Movimentações na linha de fugado - OM 642	23
3.8	Resumo da análise do sistema atual	25
4.	Propostas de melhoria	27
4.1	Montagem de paletes	27
4.1.1	Porque surge esta ideia?.....	27
4.1.2	Em que consiste a montagem de paletes em armazém?.....	28
4.1.3	Picking caixas vazias	28
4.1.4	Abastecimento da linha de produção.....	29
4.1.5	Montagem de paletes	30
4.1.6	Gestão visual	30
4.1.7	Fase Intermédia.....	31
4.1.8	Fase final.....	32
4.1.9	Melhorias no fluxo	33
4.2	Quadro para nível 0 e 1.....	34
4.2.1	Análise do problema.....	34
4.2.2	Análise dos resultados pós implementação	36
4.3	Supermercado Vitrica	36
4.3.1	Fornecedor/Armazém Externo/ BorgWarner	37
4.3.2	Sistema Kanban	37
4.3.3	Armazém Externo	38
4.3.4	Vantagens.....	38
4.4	Análise geral das propostas de melhoria	39

5. Conclusões e sugestões de trabalhos futuros.....	41
Referências	43
Anexo I – Funcionamento do modelo de montagem de paletes em armazém	45
Anexo II – Fluxo das caixas dentro da BorgWarner	46
Anexo III – VSM do fluxo de materiais o armazém.....	47
Anexo IV– Valores obtidos na medição dos tempos das rotas	48
Anexo V– Valores obtidos na medição dos tempos das rotas	49
Anexo VI– Valores obtidos na medição dos tempos das rotas	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Comparação entre serviço de empilhador vs mizusumashi.....	10
Figura 2- Exemplo de Kanban	11
Figura 3 - Entrada da fábrica BorgWarner em Lanheses, Viana do Castelo	14
Figura 4- Layout do Armazém	15
Figura 5 – Exemplo de etiqueta verde.....	17
Figura 6 – Exemplo de cartão Kanban	18
Figura 7- Resumo do funcionamento do comboio logístico.....	19
Figura 8- Cartão Usado para o transporte de WIP	19
Figura 9 – Etiquetas das referências verdes.....	20
Figura 10 – Cartão magnético nível 0 e 1	20
Figura 11-Etiqueta usada para identificar as estantes	21
Figura 12-Informação colocada nos carros de troca de referência	22
Figura 13 - Tempos médios das rotas nos 3 turnos	23
Figura 14 – Tempo de ciclo da linha OM 642.....	25
Figura 15 - Total de tempo perdido em esperas linha OM 642	25
Figura 16 – Situação inicial da linha OM 642 com BDL totalmente ocupado	28
Figura 17 – Projeto do alimentador.....	29
Figura 18 – Carrinho construído para o transporte de caixas.....	29
Figura 19 – Exemplo de cartão identificativo.....	31
Figura 20 - Bordo de linha com estante e com 2 carros de produto terminado (F. inter)	32
Figura 21 – Localização da montagem de paletes em armazém	32
Figura 22 – Fluxo das caixas antes da implementação do projeto	33
Figura 23 – Fluxo das caixas após implementação do projeto	34
Figura 24- Quadro para cartões nível 0 e 1	35
Figura 25 – Exemplo de manga anti calórica	36
Figura 26 - Folha para anotação	37
Figura 27 - Supermercado Vitrica – Estante Dinâmica	38
Figura 28 - Etiquetas de Identificação ED (Frente e Trás).....	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Tempos retirados das movimentações na linha OM 642 durante 1,5h	24
Tabela 2 – Tabela das deslocações médias por turno 8h	35

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BDL - Bordo de Linha.

BW - BorgWarner

ED - Estante Dinâmica

FGW - Finish Goods Warehouse.

GPCM - Glow Plug Control Module

JIT - Just In Time.

OEE - Overall Equipment Efficiency

PDCA - Plan, Do, Check and Act

PT – Produto Terminado

SMED - Single Minute Exchange of Die.

SRW - Storage Rack Warehouse

TAW - Transfer Area Warehouse

TPS - Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

WIP - Work in Progress

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Esta dissertação é baseada num projeto de estágio desenvolvido na empresa BorgWarner, unidade fabril de componentes de motores para a indústria automóvel e náutica, localizada em Viana do Castelo. No âmbito do projeto pretende-se desenvolver e apresentar soluções e recomendações relativas à reorganização do armazém e das restantes tarefas relativas à logística interna da fábrica, como são, por exemplo, o funcionamento e o plano de rotas do comboio logístico que transporta os materiais necessários à produção desde o seu local de armazenamento (nas estantes do armazém) até às linhas de produção.

A unidade fabril da empresa tem vindo a registar um acentuado crescimento de produção desde a sua mudança de instalações de Valença para Lanheses no ano 2014, e o armazém é uma das zonas mais críticas e que mais atenção tem tido por parte da chefia. Ao longo dos últimos meses, várias alterações foram tomadas no armazém: reordenação das estantes de produto terminado (PT), reorganização das rotas do comboio logístico existente e introdução de novas rotas, introdução de conceitos FIFO em todo o armazém, entre outros. Estas alterações tão profundas na organização e modo de operação do armazém provocaram o aparecimento de alguns desperdícios que nem sempre são fáceis de prever de antemão. Estes desperdícios são de tipologias diversas (ex. tempo, movimentação de materiais e de operadores), tendo em conta a lista dos 7 tipos de desperdícios identificados por Taichi Ohno (Carvalho, 2010), desperdícios estes que são frequentemente observados, em maior escala, nos armazéns por comparação com os restantes departamentos.

Este crescimento de produção registado requiere que o armazém, pelo qual é responsável a logística interna, seja igualmente capaz de crescer e melhorar os seus processos por forma a conseguir reagir ao crescimento da empresa e não ser o fator limitador da capacidade produtiva das linhas de produção.

Uma das medidas propostas pela empresa, para estudo durante o estágio, passa pela alteração das rotas do comboio logístico, por forma a conseguir abastecer novas linhas, o que levará a uma necessária reestruturação do *picking* e/ou do local de armazenamento das referências. Segundo Gu *et al.* (2007) esta temática, em particular, deve ser estudada a fundo pois pode ser a causa de muitos dos desperdícios a jusante do processo. Segundo o mesmo autor, é importante que estejam claramente definidos os

corredores de circulação, os corredores em que se pode parar, o sentido de circulação, os pontos de saída, tudo isto a fim de evitar qualquer tipo de entropia no sistema.

1.2 Objetivos

O projeto visa essencialmente analisar o trabalho de reorganização realizado na empresa nos últimos meses e identificar aspetos que possam ainda ser alvos de melhoria por provocarem ineficiências nos processos, bem como avançar e reorganizar as estantes de matéria prima de forma idêntica ao que foi feito nas estantes de PT. Os objetivos definidos no início do projeto foram:

1. Otimização do fluxo físico de produto final (sistema de paletização no armazém);
2. Otimização da linha FORD com introdução de comboio logístico;
3. Desenvolvimento/Otimização das rotas atuais do comboio logístico de 30 para 20 min;
4. Otimização das estantes de matéria prima com locais fixos por “*product line*”;
5. Otimização do kanban existente e análise de expansão a outros materiais;

Os pontos prioritários são os 1, 3 e 4, os quais estão de alguma forma interligados, pelo que se definiu como tema do projeto: “Otimização do fluxo físico dos produtos internos”.

1.3 Metodologia de investigação

Ao longo de um projeto de média/longa duração como este é necessário estabelecer a metodologia geral de investigação. A metodologia escolhida foi a investigação-ação que, tal como o próprio nome indica, é um método em que a investigação está diretamente ligada à ação pretendida pelo que permitirá focar a investigação nos temas mais importantes para o desenvolvimento do projeto.

Uma das bases definidas para a realização deste projeto foi uma capacidade organizativa superior. Para tal, foram semanalmente criados/atualizados planos de ações, em simultâneo com o “quadro branco” disponível no armazém, onde também eram colocadas habitualmente informações relativas às ações a realizar, bem como situações urgentes ou questões que iam surgindo. Era em simultâneo uma ferramenta para organizar o trabalho a fazer, mas também uma forma de facilmente mostrar aos gestores da empresa qual era o trabalho que se estava a desenvolver durante a semana.

No primeiro mês, o trabalho desenvolvido foi essencialmente no *shop floor* para tentar perceber todos os fluxos de materiais e informação da fábrica, tentar identificar eventuais desperdícios (ex. com análises baseadas em diagramas de *spaghetti* e algumas medições de tempos através de filmagem dos processos e posterior análise detalhada dos vídeos). Em particular, no que concerne ao trabalho de armazém, estas

primeiras semanas serviram também para fazer um acompanhamento intensivo do trabalho do comboio logístico, percebendo as rotas e o tipo de serviço que cada um realiza. Foram realizados vários diagramas de fluxo que permitiram identificar algumas movimentações desnecessárias e facilitaram a posterior comparação entre o modelo anterior e o modelo pós-alterações.

Numa fase posterior, foram tomadas decisões quanto aos objetivos a abraçar com especial afinco, e, perante essas decisões, começou-se a trabalhar nas soluções.

Daqui em diante, o trabalho realizado na empresa entrou num ciclo de desenvolvimento e apresentação de soluções aos responsáveis pela logística interna, e, em função do *feedback* destes, as ideias avançariam ou teriam de ser melhoradas e novamente apresentadas.

Sempre em função das necessidades do estudo, foram sendo consultadas fontes da literatura científica que permitisse desenvolver as soluções com maior consistência e fundamentação.

A principal ferramenta utilizada foi o *Value Stream Mapping* (VSM), por ser uma das ferramentas que mais facilmente permite identificar as limitações de um processo, e também comparar o antes e o depois de um determinado processo.

1.4 Estrutura do documento

Este documento está estruturado da forma que se passa a descrever.

O Capítulo 1 descreve o projeto, de uma forma geral, fazendo um enquadramento do tema e do caso de estudo, objetivos e metodologia de investigação.

No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão da literatura na qual serão estudados os principais aspetos teóricos que servirão de alicerce para o trabalho desenvolvido. Para tal, serão lidas e analisadas publicações de outros autores, a fim de obter conhecimento aprofundando nos tópicos em questão.

No Capítulo 3 será apresentada a situação atual da empresa, primeiro de uma forma geral abordando o espaço físico da fábrica bem como o funcionamento geral da mesma e depois analisando os pontos em que o estudo se vai focar mais particularmente, exemplo do comboio logístico.

No Capítulo 4 por sua vez serão apresentadas as ideias de melhoria que foram implementadas na fábrica durante o estágio, bem como uma análise dos resultados obtidos.

O Capítulo 5 apresenta-se uma síntese conclusiva do trabalho realizado, falando sobre o sucesso ou insucesso das ideias propostas, limitações do estudo e sugestões de trabalho futuro.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são abordados os conceitos teóricos de maior importância e que serviram de base para a realização deste projeto.

Este projeto foi desenvolvido recorrendo a uma variada bibliografia especializada nos temas em estudo, nomeadamente literatura científica, incluindo livros e revistas científicas. No presente capítulo é realizada uma revisão a essa literatura como forma de auxiliar a compreensão das temáticas. No contexto deste projeto torna-se fundamental conhecer os aspetos mais críticos do funcionamento da logística interna de uma empresa bem como os últimos avanços na área tentando obter “*know how*” aplicável no decorrer do projeto.

Para a realização desta revisão foram usadas bases de dados de artigos científicos como Google Académico e Scopus utilizando como palavras chave para a pesquisa as seguintes: Logística, Comboio Logístico, 7 Mudanças, 5S, Supermercado.

Para uma melhor gestão de todos os artigos utilizados, foi ainda utilizada a ferramenta Mendeley que permitiu catalogar os artigos revistos numa base de dados e automatizar o processo de citação dos diferentes autores no documento de edição da dissertação.

2.1 Logística de armazém

Segundo Carvalho (2012), o objetivo de um sistema logístico é a criação de valor para o cliente, e, para tal, são desempenhadas um conjunto de atividades fornecer o cliente o produto certo, no local certo, no tempo certo na quantidade certa e ao menor custo possível. Ora a conjugação de todos estes requisitos só é possível utilizando armazenagem quer de matéria prima quer de produto terminado. Se quisermos ser precisos, não é “verdade” que apenas usando armazenagem seria possível o sistema funcionar, mas sem armazenagem tudo teria de ser sincronizado ao mais ínfimo pormenor entre produção e consumo, sem variabilidade e utilizando transportes frequentes, rápidos e de quantidades pequenas, o que não é realisticamente possível pois bastaria um pormenor falhar e todo o sistema falhava. A tudo isto ter-se-ia de acrescentar os desmedidos custos associados.

2.2 Filosofia *Kaizen*

A palavra *Kaizen* está profundamente entranhada da organização em estudo. É uma palavra de origem japonesa que é na verdade composta por duas palavras: a palavra “*Kai*” significa “mudança” e a palavra “*Zen*” que significa “para melhor”, formando um conceito basilar da filosofia Lean, a melhoria contínua (Coimbra, 2009).

A filosofia *Kaizen* é mais do que uma metodologia é uma filosofia de vida, onde o conceito de melhoria contínua se assume como um hábito quotidiano que deve ser seguido e incutido nas pessoas de tal forma que seja algo natural e não uma simples imposição das chefias que deve ser realizada sob pena de haver reprimendas. O objetivo máximo desta filosofia é o de alterar a situação atual para uma situação melhor, eliminando desperdícios, melhorando performance, alterando *layout*, alterando mentalidades ou procedimentos, o importante é que melhore algo em relação ao estado atual (Coimbra, 2009).

2.3 VSM

O *Value Stream Mapping* ou simplesmente VSM é uma ferramenta de papel e caneta que visa entender o fluxo de materiais e informação sobre como um produto percorre todos um sistema produtivo. O significado de mapa de fluxo de valor é simples, se seguirmos o fluxo de produção de um determinado produto desde o fornecedor da matéria-prima até à sua entrega ao cliente e desenharmos uma representação visual de cada processo no fluxo de materiais e informação obtemos um mapa de fluxo de valor. (Rother, 2003)

O VSM ganha particular importância pela forma como facilita a localização de problemas nos processos e permite comparar duas versões do mesmo processo e entender as reais melhorias que uma determinada medida pode vir a trazer.

É particularmente importante na identificação de desperdícios (*Mudas*) que serão abordados na secção imediatamente seguinte.

2.4 MUDA

Tal como a palavra *Kaizen*, também *Muda* é uma palavra de origem japonesa que, neste caso, significa desperdício. A palavra é usada para classificar as atividades produtivas que consomem recursos, mas não acrescentam qualquer valor ao produto final. Taiichi Ohno, engenheiro chefe da Toyota, repartiu os *Mudas* em sete tipos diferentes. O objetivo de Ohno (1998) era o de reduzir ao máximo os desperdícios

produtivos que verificava na Toyota, mas consciente que eliminá-los totalmente é uma impossibilidade surgiu então a ideia de os separar em vários tipos para facilitar a sua identificação e consequente melhoria. A divisão proposta por Ohno é a seguinte:

- Defeitos

Os defeitos de fabrico ocorrem sempre que um produto não se encontra dentro das conformidades estabelecidas pelo cliente. Estes defeitos podem, por vezes, ser recuperáveis sob custos extra de reparação, controlo, transporte e espaço. Nos casos de reparação impossível os defeitos são considerados sucata.

- Esperas

Este desperdício tem particular impacto no lead-time do produto uma vez que influencia diretamente a taxa de produção, atrasando toda a normal programação do sistema. Estes tempos de espera resultam de faltas de informação ou material, paragens, *changeover*, *setups*, manutenções.

- Movimentação

Resulta do desperdício incorrido pelos colaboradores quer seja por não existirem normas de trabalho quer por *layout* não otimizados. Este *muda* é um dos mais facilmente verificado quando analisámos a fundo o trabalho do colaborador do comboio que tem de fazer abastecimentos nas linhas e não raras vezes é obrigado a fazer deslocamentos entre linhas para chegar aos alimentadores, acresce que este movimento é feito com caixas. As mesmas movimentações são executadas pelos operadores da produção, p.e. quando terminam uma caixa com peças e as tem de colocar na palete. Esta situação é um dos temas que se pretende melhor com o projeto de montagem de paletes em armazém. Adiante neste relatório será abordado esse tema em detalhe.

- Sobre processamento

Sobre processamento ou processamento inadequado, é um dos desperdícios mais difíceis de identificar ou até mesmo de compreender que é um desperdício. Consiste em realizar atividades de forma excessiva no produto, atividades que ocupando recursos e não provocando defeitos também não acrescentam qualquer valor ao produto, ou pelo menos valor que o cliente reconheça. “Sobreprocessamento é devido a fracas ferramentas ou deficiente design do produto” (Womack, 2003).

- *Stock*

A definição de uma política de gestão de stocks para cada artigo implica responder a duas questões fundamentais: “Quando encomendar?” e “Quanto encomendar?” de forma a minimizar os custos e a satisfazer o cliente (Carvalho, 2012).

O procedimento comum em relação aos *stocks*, pelo menos até aos tempos mais recentes, era o de cultivar a mentalidade de grandes níveis de *stock* quer de matéria-prima quer de produto terminado ou ainda de produto intermédio (WIP). Esta forma de lidar com os *stocks* acarretava grande segurança, minimizando ou até anulando falhas quer ao nível de abastecimento à produção quer de envios para cliente. O problema surge quando olharmos aos custos que esta filosofia implica pois teremos de contar com armazéns e áreas produtivas de grandes dimensões para suportarem estas quantidades de materiais, maior complexidade na gestão dos materiais sendo mais difícil de garantir um fluxo que respeite o FIFO, aliado a isto temos ainda um incremento de defeitos provocados pela deterioração dos materiais que por vezes pode ficar armazenados durante anos antes de serem utilizados. Todas estas questões são “combatidas” pelo *Lean Thinking* através das filosofias *one piece flow*, que significa fluxo unitário, ou seja, as peças são trabalhadas e passadas para a operação seguinte uma de cada vez, este fluxo contínuo e unitário elimina o WIP. Naturalmente em certos casos o fluxo unitário é inviável de aplicar, no entanto quando menor for a dimensão do *stock* intermédio melhor.

Reduzindo o *stock* a verdade é que em termos de resposta ao cliente as empresas perder aquela elevada margem de segurança, mas essa limitação deve ser ultrapassada através de uma cuidada programação da produção em função dos pedidos e, acima de tudo, a existência de fluxo de informação cliente-fornecedor para haja conhecimento de parte a parte de todas as situações que podem atrasar um envio/receção.

- *Sobre Produção*

Sobre produção é, segundo (Womack, 2003), um dos *Mudas* mais importantes de analisar em qualquer sistema produtivo e a principal razão prende-se com o facto de este desperdício ser, quando presente na mentalidade de uma organização, um gerador de outros desperdícios. Entendendo sobre produção como sendo produzir em excesso face aos requisitos do cliente, imediatamente se entende que vai haver um elevado número de stock resultante desse excesso de produção. Para além desta muda, pode associar-se ao excesso de produção, o excesso de movimentações, um incremento das quantidades de *WIP*, um natural foco na quantidade descuidará a qualidade o que invariavelmente se traduzirá em defeitos. O

intuito desta forma de produção é o de ter uma margem de segurança maior face aos possíveis requisitos de mercado, ora esta mentalidade até pode compensar pontualmente, mas a longo prazo é a estratégia errada e provocará perdas enormes para as organizações até porque o retorno económico não depende da quantidade que conseguimos produzir, mas sim da quantidade que o mercado pede desse produto e dessa quantidade a que a empresa tem capacidade para vender.

- Transportes

Segundo Coimbra (2009) o desperdício associado aos transportes é um *muda* que pode ser descrito como sendo movimentos de materiais onde não se acrescenta valor ao produto.

As deslocações entre postos ou entre linhas são inevitáveis na grande maioria das vezes, o objetivo é minimizá-las. Para isso devemos utilizar rotas pré-estabelecidas e com horários fixos que devem transportar os materiais entre linhas e entre o armazém e as linhas de produção. A estratégia de utilizar o comboio logístico em relação à utilização de empilhadores para fazer estes transportes tem claras vantagens em relação à redução de transportes e uma grande melhoria em relação à segurança dos operadores.

2.5 5 “S”

A metodologia 5S é utilizada com objetivo de criar rotinas de limpeza e organização dos postos de trabalho, com vista a minimizar os desperdícios que ocorrem por culpa da desarrumação, pode dizer-se sucintamente que o objetivo é o de aumentar a produtividade. A metodologia 5S foi criada no Japão e o nome deriva das 5 palavras em língua japonesa que compõe a metodologia, são elas:

O primeiro S vem da palavra “Seiri” que significa triagem. Nesta primeira etapa devem ser selecionados objetos indispensáveis e excedentes no posto de trabalho, eliminando tudo o que não é necessário.

O segundo S, designado “Seiton”, significa organização. O objetivo central é arrumar as ferramentas no seu devido local, com o objetivo de estarem disponíveis “imediatamente” quando forem precisos, evitando desperdícios de tempo à procura. A regra a respeitar é manter as ferramentas de maior uso mais próximos do trabalhador.

O terceiro S, denominado “Seiso”, significa limpeza. Consiste em implementar rotinas de limpeza e cuidado do posto de trabalho, procurando manter o ambiente de trabalho o mais saudável possível.

O quarto S, denominado “Seiketsu”, é o quarto ponto e significa normalização. Nesta etapa devem ser criadas normas e procedimentos que metodizem as atividades provenientes dos 3S anteriores, evitando que cada pessoa o faça ao seu jeito.

O quinto S, denominado “Shitsuke”, denominado disciplina é o pilar final da implementação da metodologia 5S e o seu objetivo é “garantir o comprometimento e a motivação das pessoas em seguir, todos os dias, cada uma das fases dos 5S” (Pinto, 2017).

2.6 Outras ferramentas lean de apoio à logística interna

2.6.1 Comboio logístico

Comboio logístico ou *Mizusumashi* é, de acordo com Rodrigues (2011), uma ferramenta logística encarregue das movimentações internas de material desde o armazém até ao posto de trabalho evitando assim grande parte do desperdício por parte dos operadores de produção. Consiste num veículo locomotor, internamente conhecida como cabeça de trator, ao qual se acoplam uma série de carruagens que servirão para transportar materiais desde o armazém até as linhas de produção. Para o seu correto funcionamento, o comboio logístico deverá ter rotas bem definidas e cíclicas no tempo.

Para que o serviço prestado pelo comboio seja eficiente tem de haver comunicação entre a produção e o operador do comboio, para evitar que essa passagem de informação atrase de algum modo os processos produtivos são usados cartões *Kanban* e etiquetas informativas, a descrição pormenorizada deste funcionamento será feita adiante.

A Figura 1 ilustra como o empilhador é mais rápido a chegar a qualquer ponto, no entanto é muito provável que ele esteja ocupado e não possa satisfazer o pedido no instante, mas sim quando terminar todos os que estão em espera. Por sua vez o comboio é altamente eficaz pois tem rotas pré-definidas e horários a cumprir o que fará que seja um “operador” muito mais fiável.

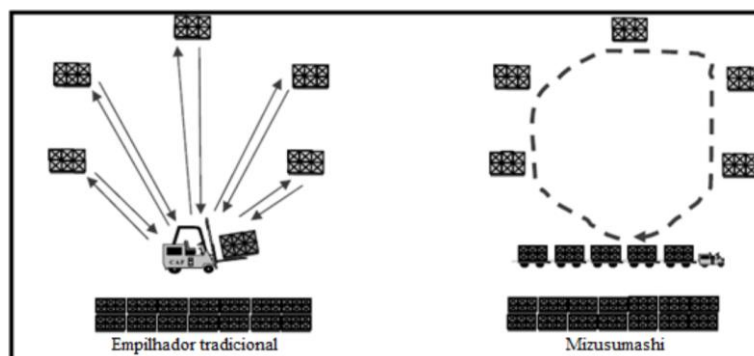


Figura 1 – Comparação entre serviço de empilhador vs mizusumashi

2.6.2 Kanban

Kanban é um termo japonês, que pode ser traduzido como cartão (Figura 2) ou etiqueta, criado aquando do nascimento do TPS. É uma ferramenta vital na gestão de movimentações internas de uma empresa, pois representa uma necessidade de material, ou uma ordem de movimentação. Segundo Rahman *et al.* (2013), o uso deste sistema deve ser considerado uma decisão estratégica que influenciará no aumento da produtividade bem como na redução de *stock* uma vez que apenas no caso de haver procura é que é “emitida a ordem”.



Figura 2- Exemplo de Kanban

2.6.3 Supermercado

A estratégia de utilização de supermercados consiste em criar pontos de armazenagem no chão de fábrica perto dos locais onde serão consumidos estes componentes. O funcionamento é bastante simples: os operadores deslocam-se ao supermercado e consomem as referências de materiais que precisam para a linha em questão, se o consumo for feito pela frente então o abastecimento do supermercado é feito pelo lado oposto, garantindo o FIFO. Para evitar roturas de stock, existem normalmente marcações no chão de duas cores, usando normalmente o vermelho para identificar a altura em que deve ser repostos os materiais. Coimbra (2009) identifica algumas regras para o correto funcionamento dos supermercados: garantir o FIFO, fácil acesso, gestão visual, localizações fixas e identificações individuais dos materiais.

2.7 Síntese da revisão da literatura

A revisão da literatura efetuada contribuiu para a familiarização com todos os conceitos necessários na escrita deste documento, por vezes como forma de complemento aos conhecimentos adquiridos no decorrer dos 5 anos do curso, outras com o intuito de entender teorias com resultados comprovados nas áreas em estudo. Algum do conhecimento adquirido será de maior utilidade um dia futuro do que propriamente para a escrita da dissertação.

Ao longo dos próximos capítulos esse conhecimento será aproveitado para dotar as propostas de melhoria de maior solidez.

3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA ATUAL

Na primeira fase do projeto, os trabalhos realizados foram essencialmente trabalhos de análise do layout e dos processos já existentes, na tentativa de identificar aspetos relativos à organização dos espaços e aos processos logísticos que pudessem ser causas de ineficiência do sistema em estudo. Este capítulo reporta os trabalhos realizados e as respetivas conclusões, para além de descrever o sistema atual em termos de organização e funcionamento.

3.1 A empresa

A empresa BorgWarner foi fundada em 1928 nos EUA através da fusão de empresas como Borg & Beck (1904), Marvel-Schebler, Warner Gear (1901) e Mechanics Universal Joint. Mais tarde em 1967 é fundada a empresa ENSA (*Estampaciones Noroeste*) especialista em estampagem de peças metálicas para o setor automóvel. Em 1977 a ENSA, S.A. adquire a sociedade *Prefabricados Abrain* e muda a localização para Vigo (Espanha). Durante os anos ocorreram uma série de novas aquisições que fortaleceram o grupo passando a denominar-se DAYCO ENSA, S.L. alterando o seu figurino social. Esta evolução tornou possível a abertura de uma nova unidade em Valença do Minho, em meados de 2005. Em janeiro de 2009 volta a trocar a denominação para *Dytech Ensa* e em junho de 2010 sofre nova alteração de nome para BorgWarner *Emissions Systems* Portugal, Unipessoal LDA. Em 2014, a fábrica de Valença sofre uma realocação e instala-se em Lanheses onde atualmente opera.

A fábrica de Viana do Castelo, localizada do Parque Empresarial de Lanheses (Figura 3), emprega cerca de 800 colaboradores, pertence ao grupo *Emissions Systems* da BorgWarner. Este grupo é composto por subgrupos: *Morse TEC*, *Transmission Systems*, *Torq Transfer Systems*, *BERU Systems*, *Turbo Systems* e *Termal Systems*. Produz quatro famílias de produtos:

- Recirculação de gases: *Coolers EGR*, Tubos EGR e Módulos;
- Tubos de água e óleo;
- Bocas de Carga de Combustível;
- Varetas de óleo.

A empresa BorgWarner tem como cliente final veículos ligeiros, pesados e máquinas industriais de grande volume. O grupo BorgWarner é uma empresa líder a nível mundial e fornece componentes praticamente para todas as marcas do setor automóvel.



Figura 3 - Entrada da fábrica BorgWarner em Lanheses, Viana do Castelo

3.2 Layout e funcionamento geral da fábrica

Analisando o *layout* da fábrica, constata-se que este fisicamente divide-se em 3 áreas distintas: o Armazém, a área GPCM e a Produção (Figura 4).

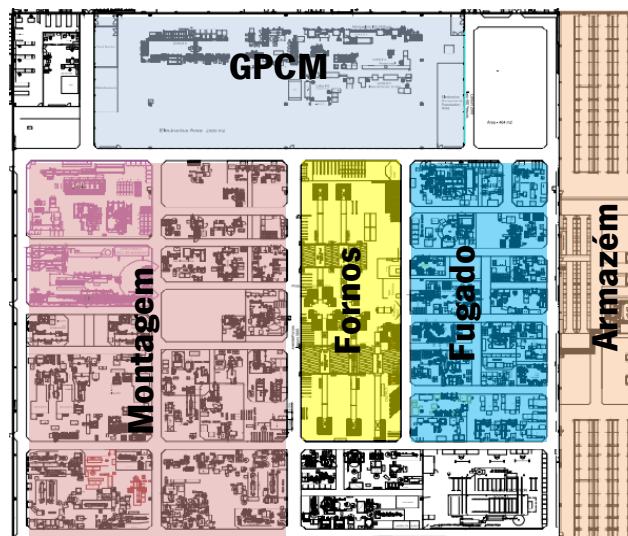


Figura 4- Layout da Fábrica

A zona da montagem é onde as peças sofrem as primeiras operações, nomeadamente operações para fazer a junção de elementos mais pequenos, dando origem às peças finais (produtos), antes dos tratamentos finais a que se devem submeter. Após a fase de montagem, as peças entram na zona dos

fornos onde serão aplicadas pastas para vedar as ligações e impedir fugas. Terminado este processo as peças entram na zona do fugado onde é feito um teste a eventuais fugas que as peças tenham e, no final, é também feito um teste à geometria das peças. Caso cumpram todos os requisitos, as peças são colocadas nas caixas, ficando prontas para enviar ao cliente.

A zona da GPCM é isolada do resto da fábrica por ser uma zona onde são produzidos componentes eletrónicos e que necessitam de evitar qualquer tipo de descarga eletrostática que os possa danificar.

3.3 Layout e operações do armazém

O armazém está dividido em 2 partes: um lado destinado à movimentação e guarda da matéria-prima, e, o outro oposto, destinado ao produto terminado (Figura 5). No Anexo II podemos consultar todos o fluxo de movimentos dentro do armazém.

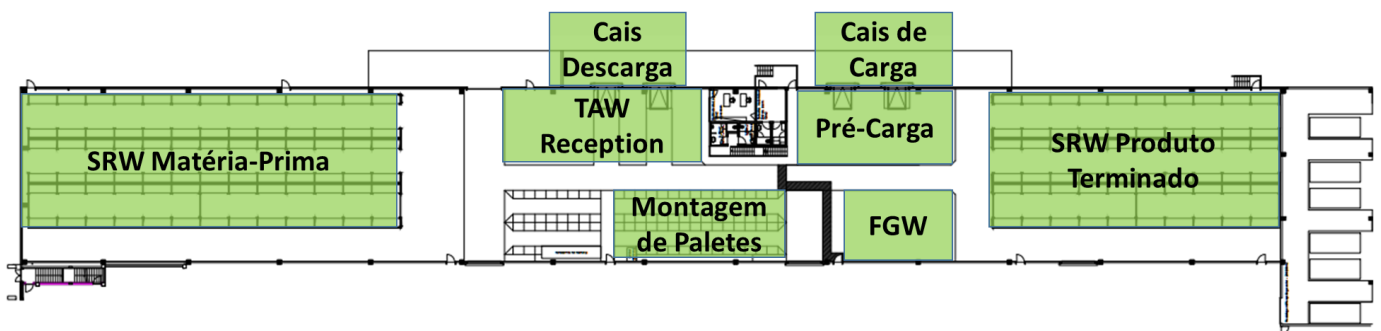


Figura 4- Layout do Armazém

- **Cais Descarga e Cais de Carga**- Tal como o próprio nome indica são os locais utilizados pelos camiões para estacionar aquando da carga para cliente ou descarga do fornecedor.
- **Receção TAW**- É a zona onde os materiais vindo de fornecedor são rececionados e guardados até serem posteriormente armazenados na estante.
- **SRW Matéria-Prima**- É a zona onde está armazenada a matéria-prima bem como grande parte das embalagens vazias que serão utilizadas para enviar material para os clientes, é composta por 6 estante com 6 níveis em altura.
- **FGW**- Área denominada *Finished Goods Warehouse*, é destinada à preparação de pedidos para enviar ao cliente.
- **Pré-Carga**- É a zona onde o material a ser enviado ao cliente é armazenado momentaneamente para que depois seja carregado e enviado a cliente.

- **SRW Produto Terminado-** É idêntico ao armazém de matéria-prima, mas neste caso estão armazenadas embalagens com produto terminado.
- **Montagem de Paletes-** É a zona que será utilizada adiante neste projeto para a montagem de paletes em armazém pelo operador do comboio.

3.4 Fluxo de materiais e informação

Um material que chegue à fábrica, passa por várias etapas de *stock*, identificação e transformação até que volta a sair da fábrica como parte de um produto final. De uma forma geral, essas etapas podem ser descritas da seguinte forma:

- **Descarga** - Os materiais são descarregados e armazenados em TAW;
- **TAW** - Em TAW os materiais são identificados com etiquetas SAP, quando necessário tem de passar uma inspeção por parte dos responsáveis da qualidade, depois disso o material é armazenado em SRW Matéria-Prima;
- **SRW** - Uma vez armazenadas nas estantes SRW, os materiais ficarão alocados até que surja uma necessidade por parte da produção;
- **Supermercado** - Vulgarmente chamado de “Nível 0 e 1” os materiais são recolhidos neste nível pelo operador do comboio sem necessidade de realizar qualquer transição informática uma vez que em SAP os materiais colocados no nível 0 e 1 já se encontram declarados em produção.
- **Produção** - Os materiais são levados para os pontos de consumo, as quantidades a fornecer à linha são calculadas em função do consumo e do tempo da rota do comboio logístico.
- **WIP** - Os materiais em produção são movidos de linha para linha (montagem para forno e forno para fugado) pelo comboio logístico.
- **Produto terminado** - O produto terminado é recolhido pelo comboio logístico nas linhas quando, e só quando, a etiqueta de SAP está colocada pelos operadores da produção. O comboio deixa estas paletes na área FGW.
- **FGW** - Na área FGW as paletes são cintadas para serem posteriormente armazenadas em segurança na zona SRW Produto Terminado.
- **SRW** - Quando é necessário preparar um pedido os materiais são movidos desde a estante SRW até FGW onde são preparados para enviar conforme as indicações do cliente.

- **Pré-Carga** - Depois de preparado o material é movido para a zona de pré-carga onde aguardará até ser carregado no camião.
- **Carregamento** - Durante o carregamento o operador verifica se o material está de acordo com a guia.

Um VSM detalhado do fluxo acima descrito pode ser consultado no Anexo III.

3.5 Funcionamento do comboio logístico

O comboio logístico é o nome dado ao veículo que é responsável por abastecer as linhas de produção com a matéria-prima requerida, o comboio é constituído por uma cabeça de trator que nada mais é que a máquina que traciona as carruagens que lhe estão acopladas, carruagens essas onde são colocadas as caixas com a matéria-prima que será abastecida nas rotas seguintes.

O comboio logístico na fábrica funciona com rotas predeterminadas que são percorridas a cada 30 minutos, ou 60 minutos em 2 rotas maiores, o que significa que, em cada ciclo de passagem, o comboio passará no bordo de linha e o operador verifica se é necessário abastecer algum material ou recolher algum cartão.

Por forma a criar um fluxo mais organizado, são utilizadas diferentes cores de etiquetas que identificam os tipos de materiais a serem abastecidos pelo comboio. A figura 6 mostra-nos uma etiqueta de uma referência verde, cor esta que é utilizada para aqueles materiais cuja utilização é igual ou superior a 1 caixa por tempo de rota do comboio logístico, e que, portanto, em situações normais, terão de ser reabastecidos em cada ciclo pelo que devem encontrar-se sempre no comboio.



E1650002418A0		E-GPUMA1.1	
		Máx	
Codo microfusión			Carro1
Consumo por hora 2.99	Embalagem: Multipack 6	U.A. = 72	Mont.I

Figura 5 – Exemplo de etiqueta verde

Dependendo da utilização também existe um campo na etiqueta, acima circundado, que define a quantidade a abastecer, sendo que podem acontecer 3 situações diferentes, identificadas no campo a vermelho na etiqueta:

- **“Máx”**: significa que deve ser abastecido o máximo de caixas que o alimentador permite, sem empilhar ou forçar.
- **“1 número”**: significa que devem ser abastecidas tantas caixas quanto necessárias para atingir esse número.
- **“C”**: significa que só se deve abastecer o alimentador quando, e só quando, o cartão da linha esteja voltado para cima, a quantidade a abastecer é sempre 1 caixa nestes casos.

As referências de consumo inferior a 1 caixa por turno são de cor amarela e ao contrário das verdes não tem de circular sempre no comboio, mas funcionam com recurso a cartões kanban que são retirados do bordo de linha, sempre que a quantidade no alimentador é inferior ao indicado na etiqueta, para serem recolhidos pelo comboio em armazém. Um exemplo de cartão kanban pode ser consultado na Figura 6.



Figura 6 – Exemplo de cartão Kanban

No final de cada rota, o operador do comboio volta ao armazém e terá alguns cartões kanban de diferentes linhas de produção. Com estes cartões, deve iniciar o *picking* de material, processo este que será explicado em detalhe na secção 3.5.2.

Outro tipo de fornecimento é o “sequenciado”, que é utilizado para linhas que produzem várias referências diferentes e funciona da seguinte forma: o operador da produção tem um sequenciador onde coloca os cartões das referências a produzir; a cada hora, o operador do comboio passa e recolhe o cartão da nova referência e fornece material para 1 hora de produção com essa referência.

Por último, as referências cor-de-rosa são utilizadas para materiais de muito baixa rotatividade e que, portanto, não tem um local específico alocado, mas sim uma área específica que é utilizada conforme os artigos desta cor vão sendo requisitados. A Figura 8 ilustra o funcionamento do comboio logístico.

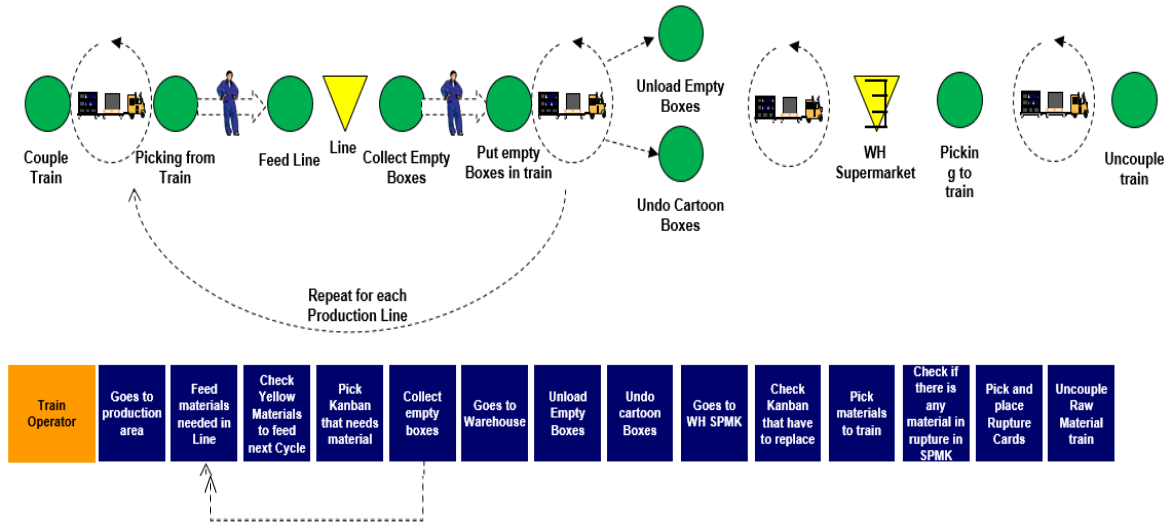


Figura 7- Resumo do funcionamento do comboio logístico

3.5.1 Work in progress (WIP)

Para além de fornecer as linhas de produção com matéria-prima originária no armazém, o comboio logístico tem a seu encargo a movimentação do WIP entre linhas, ou da montagem para o forno, ou do forno para o fugado. Para controlar estes movimentos são utilizados cartões (Figura 9), que estão acoplados aos carros (carruagens do comboio), que permitem controlar todos os locais por onde o material já passou, evitando p.e. que materiais possam chegar à zona de fugado sem terem passado no forno.

Passenger car 7123-2	LION	0040	E3290007185AA	Ensamblar Bateria e montar
E3290009151B0		A	25.11.17	531 70
E1010013512B		Destino:	Forno	Supermercado: IN
Cooler Soldado no Forno		0050	E3290007185AB	Dar pasta e soldar em Forno
Peças por Carro: 60		H	25.1	559 70
9 / 11		Destino:	Forno	Supermercado: OUT
		Destino:		Supermercado:

Figura 8- Cartão Usado para o transporte de WIP

3.5.2 Picking

Após concluída uma rota na produção, o operador do comboio regressa ao armazém e deve então recommençar o processo de *picking*. O operador organiza os cartões por ordem ascendente das localizações nas estantes SRW e começa a colocar os materiais condizentes com os cartões kanban nas carruagens do comboio. O operador deve ainda ter o cuidado de recolocar as quantidades das referências verdes nas carruagens. Para tal deve-se guiar pelas etiquetas representadas na Figura 10 que indicam a localização e quantidades necessárias das referências.

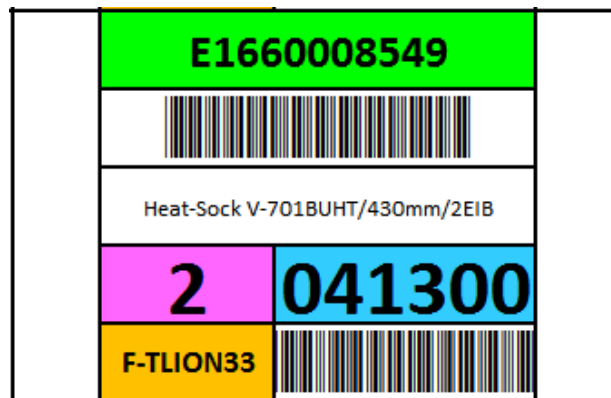


Figura 9 – Etiquetas das referências verdes

Estes materiais estão localizados nos níveis 0 e 1 das estantes SRW. Quando o operador está a fazer o *picking* e recolhe a última caixa da paleta, deve nesse momento recolher o cartão magnético (Fig. 10) da referência em questão e colocá-lo no quadro de nível 0 e 1. Posteriormente, o operador encarregue por baixar o material para nível 0 e 1, deve recolher o cartão do quadro e consultar em sistema se existe esse material; caso exista, deve consultar a localização e baixar uma paleta para o nível 0 e 1, e voltar a colocar o cartão magnético na estante; caso não exista a quantidade necessária do material, então o cartão é colocado num quadro à parte onde estão colocados os materiais em rutura.

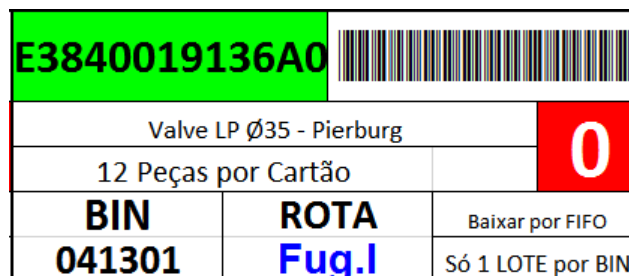


Figura 10 – Cartão magnético nível 0 e 1

Como se pode ver nos cartões magnéticos, cada material tem uma localização (BIN) fixa atribuída. No caso dos materiais de baixa rotação, pode haver uma mesma localização com paletes divididas com

duas referências diferentes. Além desta informação, o cartão contém ainda outras informações como qual a rota do comboio a que pertence, o material, ou ainda uma pequena descrição do tipo e quantidades da referência. Para identificar as localizações, são utilizadas etiquetas (Fig. 12) com letras maiores para facilitar a leitura mesmo à distância.



Figura 11-Etiqueta usada para identificar as estantes

3.5.3 Rotas de recolha do produto final

Após completar o processo de *picking* de matéria prima, o operador do comboio estaciona o comboio e deixa as carruagens, levando apenas a locomotiva para a rota de produto acabado, onde vai recolher as paletes completas (de produto acabado) e abastecer a linha com caixas vazias, na mesma proporção. Nas linhas existem 3 paletes: uma paleta vazia, uma paleta com caixas vazias e uma paleta a ser completada (ou já completa). Um ponto chave do trabalho a desenvolver prende-se com a eliminação deste desperdício de espaço e de movimentações desnecessárias, inerentes ao processo.

No final da rota de recolha de produto acabado, recomeça um novo ciclo, i.e. o processo volta ao ponto inicial e funciona assim ciclicamente ao longo do turno.

3.5.4 Carros para troca de referência

A mesma linha de produção pode produzir uma variedade de referências que, por norma, diferem nas matérias primas, por isso e para acelerar o processo aquando de eventuais trocas de referência são utilizados carros de troca de referência que são calculados por forma a terem quantidade suficiente para

fornecer a linha capacidade de produzir durante 1 hora a nova produção. Quando é necessária uma troca de referência, é retirada toda a matéria prima que está nos alimentadores e estes são carregados com materiais a partir do carro de troca de referência, o material que deve estar em cada carro de troca de referência está representado numa folha acoplada ao carro (Figura 13).




Fugado Coolers

Lion

Carro 2055	
Referência	Quantidade
E1050008548	2 x Caixas
E1080002034	2 x Caixas
E1080002640	2 x Caixas
E1080002669	2 x Caixas
E1310002723	2 x Caixas
E1490002943	2 x Caixas
E1790002410	2 x Caixas
E1230002736	2 Rollers

Figura 12-Informação colocada nos carros de troca de referência

3.5.5 Quantidades mínimas e máximas

Por forma a calcular a quantidade de caixas de matéria que deve ser abastecida em cada alimentador de um determinado material, é usada a seguinte fórmula: $\text{int}(2 * \text{consumo_médio_ciclocomboio} + 1)$. Nesta fórmula, a soma de uma unidade permite incluir uma margem de segurança no cálculo para o caso de, por alguma razão, o comboio se atrasar ou se esquecer de algum material, mas em simultâneo mantém um nível baixo de stock nas linhas. Na prática, o efeito desta soma é arredondar o cálculo base (primeira parcela) para o inteiro mais próximo superior.

O funcionamento pode ser explicado com o seguinte exemplo:

- o operador do comboio passa no bordo de linha, olha para o alimentador e vê que existem 3 caixas de uma determinada referência que é segundo a etiqueta devia ter exatamente 3 etiquetas, portanto o operador continua a sua rota sem abastecer esta linha. Mas a 3ª caixa na verdade só tinha 1 peça o que, na prática, significa apenas 2 caixas, assumindo um consumo de 0.8 caixas por rota ($2 \times 0.8 + 1 (\text{round up}) = 3$), na próxima rota o operador vai reparar que apenas existem 2 caixas no alimentador e vai recolher o cartão e dali a 30 minutos estará novamente no bordo de linha com as caixas para abastecer. Ora

neste tempo foram consumidas aproximadamente 1.6 caixas (0.8x2), ou seja ainda haveria cerca de 0.4 caixas no alimentador, caso não usamos a fórmula, em particular somar + 1 unidade, a linha teria parado por falta de componentes. Se, por exemplo, o componente é consumido a uma taxa de 0.6 caixas por hora, isso significa 0.3 caixas por tempo de rota do comboio, e o resultado será: $2 \times 0.3 \text{ caixas} + 1 \text{ caixa} = 1.6 \text{ caixas} = \mathbf{2 \text{ caixas}}$.

3.6 Tempos das rotas

Foi elaborado um estudo dos tempos das rotas do comboio logístico com vista a perceber quais as rotas que podem estar mais “folgadas” ou aquelas mais “apertadas”, em termos de tempo, permitindo ainda fazer uma comparação entre diferentes turnos no que ao serviço do comboio diz respeito. Convém então esclarecer que existiam 5 rotas, vulgarmente designadas por R9M, Mercedes, Jaguar, Fugado e Montagem. Sendo destas 5 rotas, 3 de 30 minutos – R9M, Mercedes, Jaguar e de 60 minutos a rota do Fugado e da Montagem. Este estudo foi necessário executar em função dos passos seguintes do projeto que visam implementar novos serviços aos já executados pelos operadores do comboio logístico, nomeadamente a introdução da montagem de paletes em armazém.

A Figura 14 mostra os valores médios dos tempos obtidos em 4 das 5 rotas atualmente em funcionamento (uma das rotas não funciona no turno da noite, logo a comparação não é possível). No entanto, nos anexos IV,V e VI estão disponíveis para consulta todos os valores obtidos.

	R9M		FUGADO		JAGUAR		MONTAGEM
	Tempo _Produção		Tempo _Produção		Tempo _Produção		Tempo _Produção
manha	00:09:59	manha	00:09:14	manha	00:18:23	manha	00:18:31
tarde	00:13:42	tarde	00:10:40	tarde	00:15:54	tarde	00:12:10
noite	00:09:12	noite	00:04:14	noite	00:13:28	noite	00:12:14
	Picking		Picking		Picking		Picking
manha	00:02:47	manha	00:06:31	manha	00:05:02	manha	00:06:46
tarde	00:04:45	tarde	00:04:40	tarde	00:04:25	tarde	00:08:10
noite	00:02:56	noite	00:03:16	noite	00:05:14	noite	00:03:20
	PT		PT		PT		PT
manha	00:05:23	manha	00:07:25	manha	00:00:00	manha	00:09:54
tarde	00:03:21	tarde	00:07:25	tarde	00:00:00	tarde	00:09:54
noite	00:07:46	noite	00:11:30	noite	00:00:00	noite	00:07:16

Figura 13 - Tempos médios das rotas nos 3 turnos

3.7 Movimentações na linha de fugado - OM 642

Para estudar a forma correta de implementar uma das ideias principais do estágio, foi necessário realizar um estudo das movimentações na linha em que seria aplicado o modelo. Para tal optou-se por filmar a

linha em produção e, depois, através na análise do vídeo, obter os dados necessários. A Tabela 1, que contém dados obtidos através da primeira coluna que indica o tempo (em segundos) das deslocações efetuadas e partir dos quais se obtém as restantes colunas da tabela por exemplo as deslocações em metros são obtidas através da multiplicação do tempo das deslocações pela velocidade que considerada (1 m/s). Os passos são considerados de 0,6 metros, pelo que é feita a divisão entre o número de metros e o número de passos. Pelos valores da tabela pode constatar-se que durante 1,5 hora de produção existiam 10 paragens, sendo a pausa maior (61 segundos) correspondente a ter-se enchido uma palete e, portanto, foi necessário fazer a movimentação de 3 paletes. As restantes pausas/deslocações correspondem a ter sido completada uma caixa com 4 peças e, portanto, foi necessário levar essa caixa até à palete e voltar para o posto de trabalho com uma caixa vazia. Nas Figuras 15 e 16 pode verificar-se, respetivamente, o tempo de ciclo para a linha em questão bem como a quantidade de esperas em percentagem face ao tempo de trabalho.

Tabela 1 – Tempos retirados das movimentações na linha OM 642 durante 1,5h

tdeslocações (s)	deslocações em (m)	n passos
61	61	102
22	22	37
24	24	40
28	28	47
21	21	35
26	26	44
26	26	44
26	26	44
17	17	29
28	28	47
279	279	465

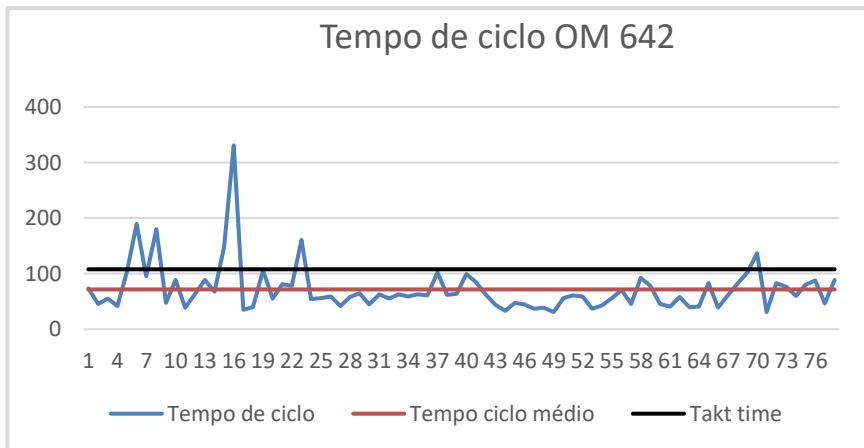


Figura 14 – Tempo de ciclo da linha OM 642

total esperas	13:09		
tempo filmado	35:00		
	38%		01:48:15
			28:48
			27%
total esperas	15:39		
tempo filmado	01:35:00	01:13:15	
	21%		

Figura 15 - Total de tempo perdido em esperas linha OM 642

3.8 Resumo da análise do sistema atual

Da análise reportada ao longo deste capítulo, resulta uma clara ideia da boa organização da fábrica ao nível do *layout* da produção, mas também do *layout* do armazém.

A melhoria do funcionamento da logística interna tem sido um dos focos atuais da empresa e pode-se ver muito boas ideias aplicadas recentemente e que estão a ter sucesso. Porém, em resultado do estudo feito ao comboio logístico, tornou-se evidente que o seu funcionamento poderia ser melhorado através de algumas alterações nomeadamente no caso da recolha do produto acabado. Através das observações feitas no local, foi possível detetar frequentes situações de “entropia” no sistema, tal como a acumulação de produto terminado juntos às linhas de produção sem ser recolhido o que no limite provocaria que a linha ficasse sem caixas vazias disponíveis para produzir e tivesse de parar a produção.

Também foi possível observar que havia no armazém uma estrutura “desaproveitada”, uma estante dinâmica que poderia ser de extrema utilidade para a situação correta.

Por último, a forma como os operadores do comboio logístico procedem para comunicar aos operadores da retrátil aquando da entrada em rutura de um determinado material no nível 0 e 1 parece estar desadequada e perigosa pois o barulho do movimento da retrátil impede por vezes que os operadores que a estão a manusear ouçam os colegas de trabalho a falar. Sendo verdade que as instruções destes é de verificarem sempre a área à volta deles antes de iniciarem a marcha a verdade é que o risco de impacto contra um colega que esteja a pé no mesmo corredor existe, e é a prevenção a medida mais eficaz da segurança pelo que será estudada uma forma de garantir a segurança neste processo.

4. PROPOSTAS DE MELHORIA

4.1 Montagem de paletes

O grande “*output*” resultante do trabalho realizado ao longo destes meses é a concretização da proposta de montagem de paletes no armazém. Ao longo das seguintes subsecções será detalhado todo o processo para implementação desta ideia.

4.1.1 Porque surge esta ideia?

Existem três razões que levaram à criação desta ideia. A primeira prende-se com o elevado espaço ocupado pelas paletes no BDL. Para que o processo produtivo não parasse por falta de caixas vazias, a estratégia até aqui utilizada (Figura 17) era a de ter 3 paletes na linha: 2 paletes cheias com caixas vazias, 1 paleta vazia para encher com caixas com peças.

Outra razão tinha a ver com as movimentações necessárias por parte dos operadores da produção aquando da troca de paletes. Fixando as paletes por localizações, imagine-se que se tem no local 1 a paleta cheia com caixas vazias, no local 2 a paleta vazia e no local 3 a paleta cheia com caixas vazias que irá ser utilizada primeiro (por estar mais perto do operador). Quando a paleta do local 3 ficar vazia, a paleta no local 2 estará cheia e é, neste momento, que é necessário mover as paletes: a paleta do local 3 deve ir para o local 2, a paleta do local 2 deve ir para o local 1 e por fim a paleta do local 1 deve ir para o local 3. Este processo foi medido várias vezes e o tempo mínimo para executar estas trocas é de aproximadamente 1 minuto, tempo durante o qual a linha se encontra totalmente parada pois são necessários ambos os operadores para fazer este processo.

A terceira razão tem que ver com a movimentação necessária em SAP para mover informaticamente as paletes completas da produção para armazém. Atualmente, é necessário que o *team leader* de produção imprima a etiqueta correspondente à movimentação, o que por vezes não é possível por falta de disponibilidade momentânea. Esta situação provoca uma acumulação de mais paletes no BDL pois estas não podem ser movidas para o armazém, mas o processo produtivo continua e necessita de caixas vazias para produzir.



Figura 16 – Situação inicial da linha OM 642 com BDL totalmente ocupado

4.1.2 Em que consiste a montagem de paletes em armazém?

O princípio basilar desta ideia é o de libertar os operadores de produção de operações que não sejam produzir peças, isto é, movimentações/transportes. Para que tal seja possível, é necessário que sejam os operadores do comboio logístico a fazer esse trabalho.

Atualmente, as caixas vazias são levadas em paletes e as caixas cheias (com peças) só voltam a entrar no armazém também em paletes e devidamente identificadas com etiquetas SAP. Com o novo processo, o fluxo será contínuo e “unitário”, porque, ao invés de se colocarem paletes na produção, existirão alimentadores projetados conforme as necessidades da linha onde o operador do comboio logístico colocará caixas vazias e recolherá as caixas com peças. Estas caixas serão transportadas nos carros atrelados ao comboio e a quantidade a transportar será dependente da linha em questão. Uma vez recolhidas as caixas com peças, são transportadas para o armazém e colocadas na paleta respetiva. A recolha de caixas vazias é feita em simultâneo com o *picking* de matéria prima.

4.1.3 Picking caixas vazias

O *picking* de caixas vazias será feito a todas as voltas do comboio logístico na zona das embalagens vazias. É importante definir as quantidades de caixas necessárias transportar no carro do comboio (Figura 19). Para tal, será usada a seguinte fórmula de cálculo: Produção horária / Capacidade das caixas.

Apesar de a rota do comboio ser de 30 minutos, é feito o cálculo para 1 hora, pois apenas se utilizará uma palete com caixas vazias para minimizar a ocupação de espaço. Se fosse usada apenas a quantidade necessária para os 30 minutos, correr-se-ia o risco de faltar caixas no caso de o operador responsável por repor a paleta se atrasar. Naturalmente que esta situação nunca deverá acontecer, mas assim consegue-se garantir que não haverá rotura.

O operador responsável pelas embalagens terá, também ele, de respeitar uma rota de 30 minutos durante a qual deverá percorrer o corredor e repor todas as paletes que estejam vazias. A base e tampa da paleta que terminou devem ser movidas para a zona de montagem de paletes onde serão aproveitadas para montar a paleta seguinte. Esta situação deve repetir-se continuamente.

4.1.4 Abastecimento da linha de produção

Uma vez feito o *picking*, o operador do comboio logístico deslocar-se-á para a produção para abastecer as linhas com matéria prima como habitualmente. Quando chega a uma das linhas em que este sistema está implementado deve recolher as caixas com peças da estante (Figura 18) e colocá-las nas prateleiras para tal designadas, de seguida abastece a entrada de caixas vazias com a quantidade indicada na etiqueta. Essa quantidade deverá corresponder à necessidade para 30 minutos de produção máxima + 1 caixa.



Figura 17 – Projeto do alimentador



Figura 18 – Carrinho construído para o transporte de caixas

4.1.5 Montagem de paletes

O operador do comboio reentra no armazém trazendo agora caixas com peças que colocará na zona de montagem de paletes, na paleta respetiva, até que esta esteja completa. Estando a paleta completa, deve colocar nela a tampa, sendo que as restantes caixas (que eventualmente traga no comboio) devem começar a ser colocadas na paleta ao lado. Neste caso, ao contrário do caso das caixas vazias, é forçoso a utilização de 2 paletes por cada referência para evitar os casos em que a paleta em armazém tenha, por exemplo, 15 de 16 caixas, e no comboio venham 4 caixas. Neste caso, ficariam 3 caixas sem lugar na paleta, as quais teriam de ser colocadas num local provisório, facto que iria provocar entropia num sistema que se quer tão simples quanto possível, evitando todas as possíveis confusões.

O operador de FGW terá, tal como o operador das embalagens no caso das caixas vazias, de verificar quando está uma paleta completa para mover para FGW.

4.1.6 Gestão visual

Este novo modelo para a construção das paletes no armazém vem alterar o sistema, trazendo mais flexibilidade ao armazém, mas em simultâneo mais responsabilidade. A gestão visual é a chave para que o sistema fluia normalmente e não aconteçam erros que possam originar atrasos ou em casos mais graves originar reclamações de clientes. Aí entra a gestão visual que ajudará a evitar estes erros. Para tal, foram elaborados um sistema de cartões numerados (Figura 20) de 1 a 16 (16 por ser o número de caixas que leva uma paleta completa desta referência). Os cartões irão servir para distinguir as caixas com peças das caixas vazias, bem como ajudar os operadores da produção a saber quantas caixas faltam para terminar a paleta. Em suma, com o novo sistema:

- Existem na linha 3 cores de cartões numerados de 1 a 16;
- Quando se iniciar a produção, o operador de produção assim que completar uma caixa deve colocar o cartão número 1 na caixa e empurrar na estante para a zona onde o operador do comboio irá recolher;
- O operador de produção deve repetir o procedimento do ponto anterior até se aproximar do cartão número 16, altura em que deverá alertar o seu *team leader* para este proceder à impressão da etiqueta SAP;
- O operador do comboio deve recolher as caixas e confirmar sempre que estas têm cartões; quando atingido o número 16, devem ser recolhidos os 16 cartões das caixas e ordenados de 1 a 16 a fim de devolver à produção como moeda de troca pela etiqueta SAP;

- Uma vez a paleta completa e com a tampa e etiqueta colocada, cabe agora ao operador de FGW alocá-la no armazém de produto terminado.

Para além dos cartões numerados, e com intuito de não haver troca de caixas vazias por caixas com peças, o carro de transporte desenvolvido para este processo tem níveis fixos e claramente identificados para o transporte de caixas vazias e caixas com peças. Os níveis intermédios foram escolhidos para o transporte das caixas com peças por serem mais ergonómicos devido à altura destes se situar na zona recomendada para trabalho e por isso as caixas com maior peso estarão colocadas na zona ergonomicamente mais segura.



Figura 19 – Exemplo de cartão identificativo

4.1.7 Fase Intermédia

Dado que o projeto em causa é inovador e que alteraria totalmente a forma de mover as caixas vazias para produção, e seguidamente a sua recolha e transporte de volta ao armazém, optou-se por implementar o projeto em duas fases distintas uma primeira fase intermédia (Figura 21). Assim, começar-se-ia por utilizar o alimentador de caixas no bordo de linha e o operador do comboio seria responsável por toda a movimentação das caixas. Mas, ao contrário do que era desejado futuramente, a paleta seria montada junto ao bordo de linha e não no armazém.

Esta fase serve essencialmente para testar se o alimentador funciona corretamente e para criar hábitos nos operadores do comboio para na fase posterior fazerem corretamente a montagem das paletes no armazém.



Figura 20 - Bordo de linha com estante e com 2 carros de produto terminado (Fase intermédia)

4.1.8 Fase final

Terminada a fase intermédia, que permitiu validar o alimentador e o funcionamento dos cartões identificativos, avançou-se para a implementação da restante parte do projeto, nomeadamente a montagem das paletes em armazém e não na linha de produção. Para esta fase foi necessário definir um local para colocar as paletes. Foi escolhido um local que permitisse parar o comboio perto do local de descarga, sem perturbar o normal funcionamento do armazém. Na Figura 22 podemos ver a localização escolhida.



Figura 21 – Localização da montagem de paletes em armazém

4.1.9 Melhorias no fluxo

Com a implementação deste projeto, várias foram as alterações feitas no fluxo das embalagens dentro da BW. A ideia principal foi a de eliminar movimentações desnecessárias dos colaboradores da produção, atribuindo esse trabalho aos operadores do comboio. No armazém, o objetivo foi o de migrar de situações em que o trabalho era feito “*on demand*” para uma situação de “*standard work*” onde os operadores têm rotinas a cumprir para reabastecer caixas ou recolher paletes completos. Com esta alteração, evitou-se situações em que os operadores estavam dependentes uns dos outros para fazer as operações de substituição de paletes vazias por cheias ou a recolha de paletes de produto terminado dos carros atrelados ao comboio. Anteriormente, o bom funcionamento das operações estava dependente da coordenação entre os operadores; com este novo método, as operações ficaram divididas em parcelas que não implicam essa coordenação, promovendo uma maior eficiência no fluxo e desempenho global do sistema.

Por outro lado, ao nível do “*shop floor*” as principais vantagens observadas são a libertação do espaço ocupado pelas 3 paletes habitualmente presentes bem como a redução dos movimentos dos operadores de produção que tem agora unicamente de trabalhar nas peças, evitando-se movimentos desnecessários e perigosos (devido às posturas adotadas pelos operadores quando colocavam as caixas com peças nas paletes). Na Tabela 1 (Capítulo 3.6) podemos consultar os valores dos desperdícios em deslocações efetuadas pelos operadores.

Nas figuras 23 e 24 podemos verificar as alterações ao fluxo das embalagens.

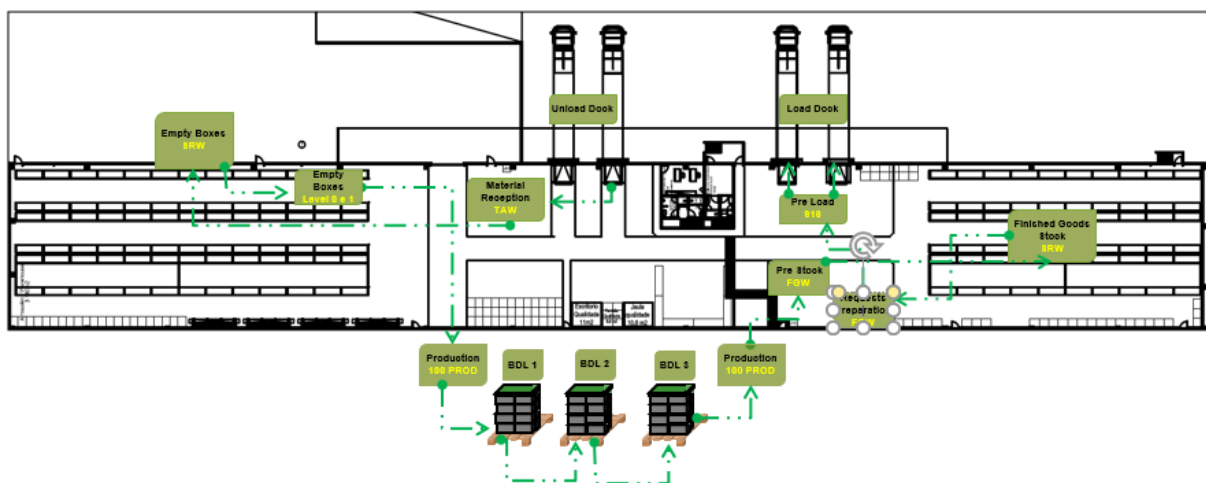


Figura 22 – Fluxo das caixas antes da implementação do projeto

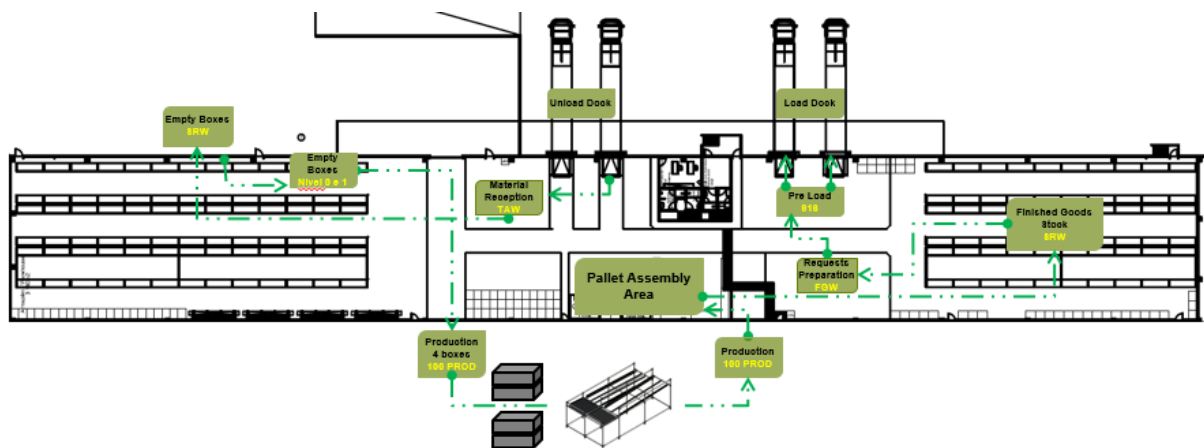


Figura 23 – Fluxo das caixas após implementação do projeto

Ficou provado que esta estratégia traz vantagens ao nível da segurança dos operadores e do fluxo de materiais, visto serem tarefas individuais nas quais não existe dependência de terceiros, não existindo assim esperas desnecessárias. É também de realçar o espaço libertado junto ao BDL. Todas estes pontos supracitados são relevantes, mas sê-lo-iam tanto mais relevantes quanto mais linhas fossem abrangidas por este projeto. Uma reformulação do *layout* da zona do fugado poderia ser importante para reaproveitar o espaço ganho, seria também interessante estudar possíveis incrementos na taxa de produção das linhas posto que os operadores de produção têm ganhos de tempo consideráveis.

4.2 Quadro para nível 0 e 1

4.2.1 Análise do problema

Uma situação que se verificou numa fase inicial do projeto é que os operadores do comboio, quando recolhiam a última caixa de uma dada referência do nível 0 e 1, tinham de entregar o cartão magnético ao operador da retrátil o que implicava percorrer os corredores até encontrar o operador e entregar em mão o cartão. Percorrer os corredores a pé representa um perigo para os operadores devido à circulação nestes mesmos corredores de empilhadores/comboios. Em simultâneo, existe também um desperdício de tempo associado a esta movimentação. Foram efetuadas medições que permitiram obter os seguintes dados médios em relação às deslocações dos operadores:

Tabela 2 – Tabela das deslocações médias por turno 8h

Tempo médio (s)	10
Distância média (m)	13.5
Tempo total (s)	160
Distância total (m)	200

Para além do tempo perdido, pode ainda acrescentar-se aos problemas deste método a grande quantidade de cartões que se iam perdendo ao longo do tempo. Isto porque, por vezes, o operador da retrátil recebia os cartões a meio da realização de outras operações e acabam por colocar os cartões pendurados na retrátil; com a trepidação associada ao movimento da máquina, era frequente a queda e perda dos cartões.

Surgiu então a ideia de colocar um quadro (Figura 25), dividido por rotas do comboio, num sítio estratégico que minimizasse o deslocamento do operador do comboio. Neste quadro, os operadores do comboio deveriam colocar os cartões na respetiva rota e cor da referência, facilitando a priorização por parte do operador da retrátil que deve sempre atender primeiro às rotas mais curtas (as de 30 minutos) e às referências verdes. Decidiu-se então colocar o quadro ao lado do portão de saída do armazém para a produção, desta forma quando os operadores do comboio tiverem algum cartão magnético que necessite reposição colocam no quadro na respetiva linha e é responsabilidade do operador da retrátil verificar periodicamente se existe algum cartão no quadro para fazer a respetiva reposição ou, caso não haja em sistema, colocar o cartão na zona dos materiais em rotura.



Figura 24- Quadro para cartões nível 0 e 1

4.2.2 Análise dos resultados pós implementação

Após a colocação do quadro no nível 0 e 1 e explicação do funcionamento aos operadores do comboio foi possível constatar que, a nível de segurança, a circulação a pé nos corredores de armazenamento de matéria-prima foi melhorada, reduzindo-se assim significativamente os riscos de acidentes.

Quanto aos desperdícios de tempo relacionados com a deslocação de operadores à procura do operador da retrátil, estes foram praticamente anulados, visto que agora o operador do comboio apenas tem de colocar os cartões no quadro à saída para o armazém.

De realçar ainda que, por parte dos operadores da retrátil, a ideia foi muito bem recebida pois eles próprios tinham sempre algum receio que algum operador do comboio estivesse nas imediações à procura de entregar cartões. Por outro lado, a intuitiva organização do quadro foi também enaltecida pelos operadores que agora têm mais facilidade em (visualmente) identificar as referências prioritárias a mover para nível 0 e 1.

4.3 Supermercado Vitrica

Tal como detalhado na secção 2.5.3, a implementação de supermercados tem várias vantagens, sendo que neste caso particular a redução das quantidades de *stock* no armazém e a facilidade de arrumação e controlo do *stock* existente

Numa visão de redução de *stocks* e em simultâneo de aumentar a flexibilidade do fluxo, optou-se por criar um supermercado para uma família de produtos que tem um fornecedor em comum. Estes materiais são mangas anti calóricas (Figura 26) que são colocadas nos *coolers*.

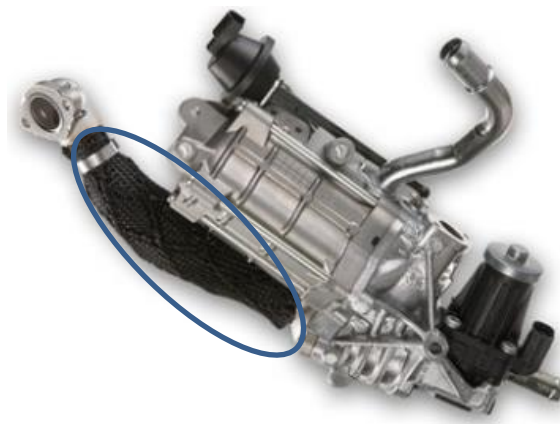


Figura 25 – Exemplo de manga anti calórica

Uma vez que o fornecedor destes materiais é o mesmo e que duas vezes por dia um transporte deste fornecedor vem à fábrica, foi possível criar um sistema de *kanban* onde duas vezes ao dia se verificam as quantidades em falta e se encomenda apenas as quantidades necessárias. Adiante será explicado em detalhe o funcionamento.

4.3.1 Fornecedor/Armazém Externo/ BorgWarner

O fluxo destes materiais é composto por duas grandes fases: desde a compra até à armazenagem externa e depois desde a armazenagem externa até à armazenagem interna (BW). A gestão é feita através de 2 supermercados, um no armazém externo e outro nas instalações da BW. O supermercado externo foi organizado para respeitar o *lead time* do fornecedor que é de aproximadamente 2 semanas. Por sua vez, o supermercado nas instalações da BW está organizado para respeitar a produção de 1 dia, mas pode receber material do armazém externo duas vezes por dia. Nos respetivos cálculos das quantidades a movimentar, deve ter-se uma pequena margem de segurança.

4.3.2 Sistema *Kanban*

O pedido é feito através de *Kanban* duas vezes ao dia. O primeiro pedido é feito de manhã e chega à tarde; o segundo pedido é feito à noite e chega no dia seguinte de manhã. Os pedidos são feitos através de uma consulta visual na estante, com o auxílio de uma folha (Figura 27) onde apenas se tem de preencher o número de caixas de cada referência. Posteriormente, no escritório, o operador preenche um email, que é enviado ao armazém externo, com as quantidades necessárias das referências em falta.

Kanban - Supermercado Vitrica				/
E1660021274A0	E1660007373	E1660007207		ED33
6	5	5		
E1660014264	E1660007191	E1660025026A0		ED32
5	6	5		
E1660013835A0	E1660005735	E1660009070	E1660007072	ED31
4	4	5	3	
E1660021274A0	E1660009064	E1660009060	E1660008192	ED30
6	4	3	6	
030401	030501	030601		
E1660013518A0	E1660009025	E1660013518A0		
2	2	2		(1 palete em situação do comboio + 1 palete no nível 2)

Figura 26 - Folha para anotação

4.3.3 Armazém Externo

O funcionamento do supermercado no armazém externo é idêntico ao utilizado na BW com grande diferença para as dimensões devido ao elevado *lead time* dos produtos em questão. Diariamente, aquando da preparação dos envios para a BW, é feita uma consulta do stock pelos operadores e, visto estarem definidas quantidades mínimas para cada referência, são apontados os casos (referências) cuja quantidade atingiu o limite mínimo.

4.3.4 Vantagens

As principais ineficiências verificadas anteriormente estavam relacionadas com o elevado stock e o difícil controlo/arrumação do *stock* existente. Após a intervenção, o supermercado passou a ser constituído por uma estante dinâmica (Figura 28) que estava “desaproveitada”. As estantes dinâmicas fazem todo o sentido quando se trata de respeitar o FIFO e arrumar os materiais em localizações fixas (Figura 29) visto que estas apenas podem ser carregadas pela parte traseira e apenas se pode retirar material pela frente. O problema anterior era que, devido à existência de várias paletes nas estantes para cada material, tornava-se difícil fazer uma arrumação que facilmente permitisse respeitar a retirada das peças de acordo com a regra FIFO. Neste momento esse problema está ultrapassado visto que, tanto no armazém interno (através da estante dinâmica) como no armazém externo (através do supermercado), é possível cumprir a regra FIFO.



Figura 27 - Supermercado Vitrica – Estante Dinâmica

E1660005735		ED31	
		Quantidade Kanban:	4
Anticalorico			
Consumo por hora 0,39	Embalagem: Caixa de Cartão	U.A. = 180	Supermercado Vitrica

E1660012108		ED30	
		Quantidade Kanban:	6
Heat Sleeve			
		Supermercado Vitrica	

Figura 28 - Etiquetas de Identificação ED (Frente e Trás)

Elevado Stock

Como se pode ver pela Figura 28, o número de referências alocadas na ED é de 14 sendo que cada caixa é uma referência diferente e existem quatro referências em cada uma das duas linhas de baixo da estante e três referências em cada uma das linhas de cima da estante, e este número constitui a globalidade do *stock* interno. No caso do sistema anterior, para cada referência existiam, no mínimo, 2 paletes, que ocupavam um nível de armazenagem nas estantes e um nível de *picking* do comboio. A redução do *stock* conseguida pela implementação do novo sistema é assim de aproximadamente 80%:

2 paletes * 15 caixas = 30 caixas;

Atualmente em média existem 6 caixas / referência.

30-6=24 caixas; 24/30=**80%**.

A redução de *stock* é naturalmente satisfatória, mas não menos relevante é o facto de se ter conseguido libertar localizações de *picking* do comboio através da utilização da ED, a qual não se estava a aproveitar eficientemente.

4.4 Análise geral das propostas de melhoria

As secções 4.1,4.2 e 4.3 abordaram as três grandes ideias/propostas resultantes do projeto desenvolvido. Pode-se dizer que o grande foco esteve no ponto 4.1 que era também o mais relevante para a empresa e aquele que mais tempo necessitava para ser implementado. Os resultados alcançados dentro deste tópico são claramente satisfatórios pois tratava-se de um projeto feito a partir do “0” e no final ficou apenas a pecar pela incapacidade de estender o projeto a outras linhas.

Os pontos 4.2 e 4.3 foram ideias de mais simples implementação e que foram realizadas de forma totalmente satisfatória, tendo o ponto 4.2 surtido efeitos imediatos ao nível da segurança bem como redução de desperdícios (movimentações). Por fim, o ponto 4.3 foi um bom exemplo de como se pode reorganizar o *stock*, ganhando espaço e continuando com um nível de cumprimento de entregas de

100%. No entanto, este ponto apenas se poderá replicar para situações específicas em que temos o mesmo fornecedor o que nem sempre é exequível.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Os objetivos traçados inicialmente para a realização deste projeto eram claramente bastante ambiciosos. Por parte da empresa, foi proposto um conjunto de objetos de estudo de entre os quais se deveria selecionar, com o devido fundamento, os mais relevantes em detrimento de outros, pela limitação de tempo. Foi nesse sentido que se optou pela construção de um modelo para a implementação da montagem das paletes em armazém, basicamente por se ter percebido que este seria o projeto mais ambicioso, visto ser algo totalmente novo na empresa e para o qual não havia (na empresa) estudos anteriores que, de alguma forma, o pudesse alavancar. Houve também a percepção de que este seria também o projeto que provavelmente conduziria a um resultado final mais relevante para a empresa (em termos de aumento na eficiência dos processos, redução de custos e melhoria nas condições de segurança dos operadores).

Considera-se que os objetivos definidos para esta dissertação foram atingidos, os dois principais focos, o de aumentar a segurança e o de reduzir desperdícios foram alcançados.

A maior limitação do estudo prendeu-se com a dificuldade em quantificar os resultados, i.e. por exemplo em termos de segurança/ergonomia as melhorias são visíveis mas difíceis de quantificar, o mesmo ocorrendo com o projeto de montagem de paletes no armazém que aporta à empresa melhorias no fluxo através da redução de desperdícios mas que se torna difícil de quantificar essa melhoria monetariamente.

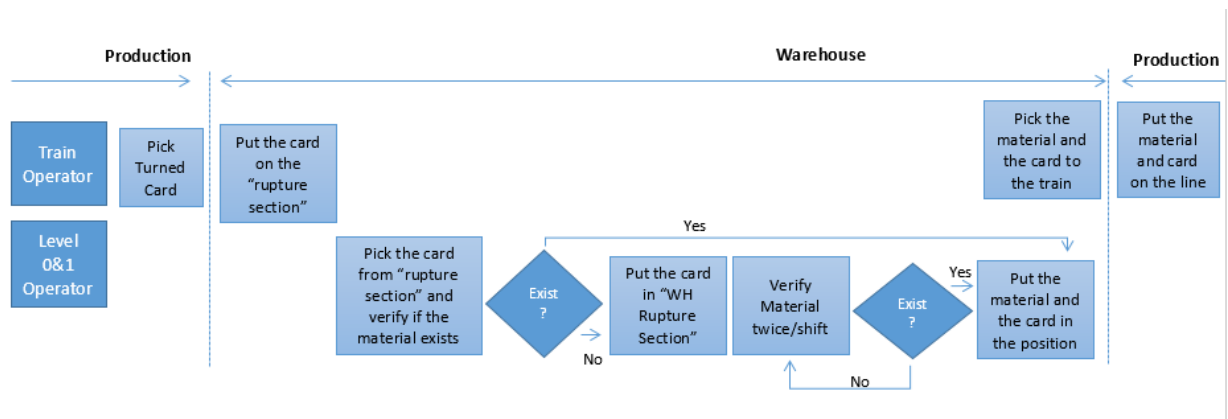
Como sugestões de trabalhos futuros, considera-se potencialmente relevante para a empresa:

- ✓ Proceder a um estudo e implementação da reestruturação das estantes de matéria-prima em função da linha de produto em que é usada. Isso implicará que, em simultâneo, se deva proceder à reestruturação das rotas do comboio logístico, alterando o modelo de trabalho e individualizando a recolha de produto acabado, i.e. usando apenas um único comboio logístico. Esta ideia potenciaria uma maior organização do espaço do armazém e, em simultâneo, uma maior taxa de ocupação dos operadores do comboio logístico.
- ✓ Replicar/estender o projeto desenvolvido no âmbito desta dissertação, a parte correspondente montagem das paletes em armazém, perspetivando-se com isso obter ganhos de eficiência na logística interna e melhorias na segurança em larga escala para a empresa.

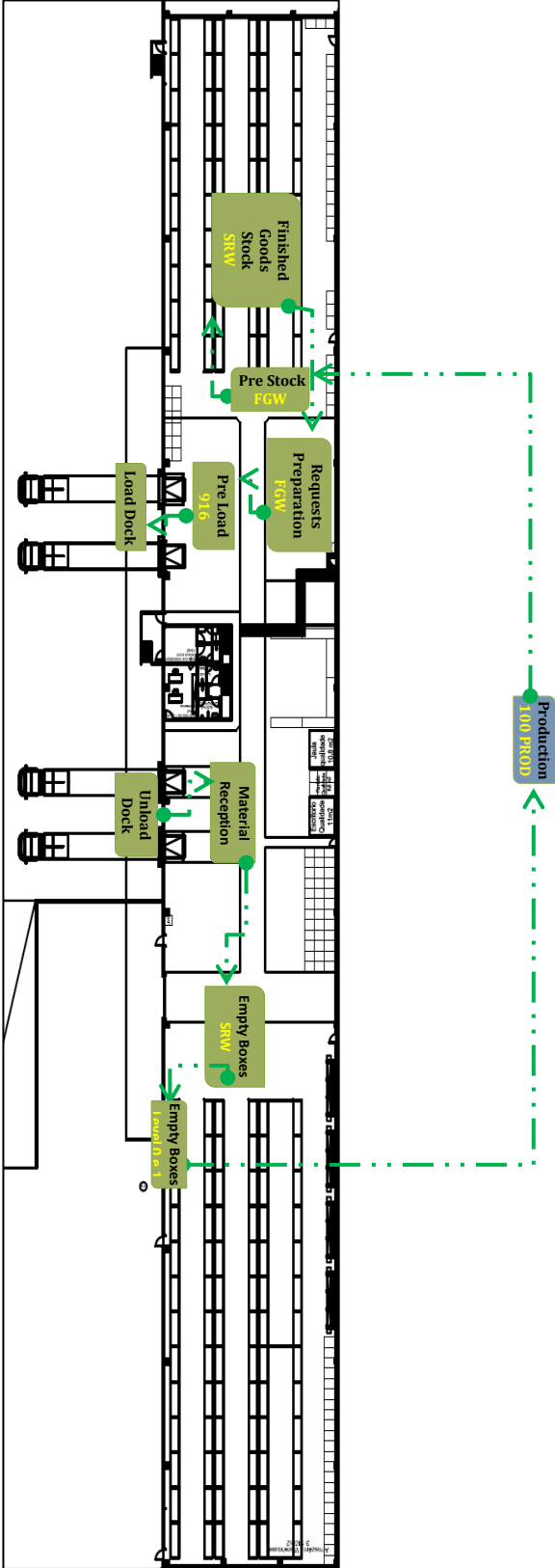
REFERÊNCIAS

- Carvalho, J. C. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Edições Sílabo.
- Coimbra, E. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute Publishing.
- Gu, J. G., Goetschalckx M., McGinnis L. (2007). *Research on warehouse operation: A comprehensive review*. European journal of operational research, 177, 1-21.
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System*. CRC Press.
- Pinto, J. P. (2017). *TPM Manual*. CLT VALUEBASED PUBLISHING.
- Rahman, N. A., MohamedEsa, M., and MohdSharif, S. (2013). *Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation*. Procedia Economics and Finance, 7, 174-180.
- Rodrigues, N. (2011). *Mizusumashi na Optimização da Logística Interna da Indústria Automóvel*. Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro.
- Rother, M. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda* (Lean Enterprise Institute). Productivity Press.
- Womack, J. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Productivity Press.

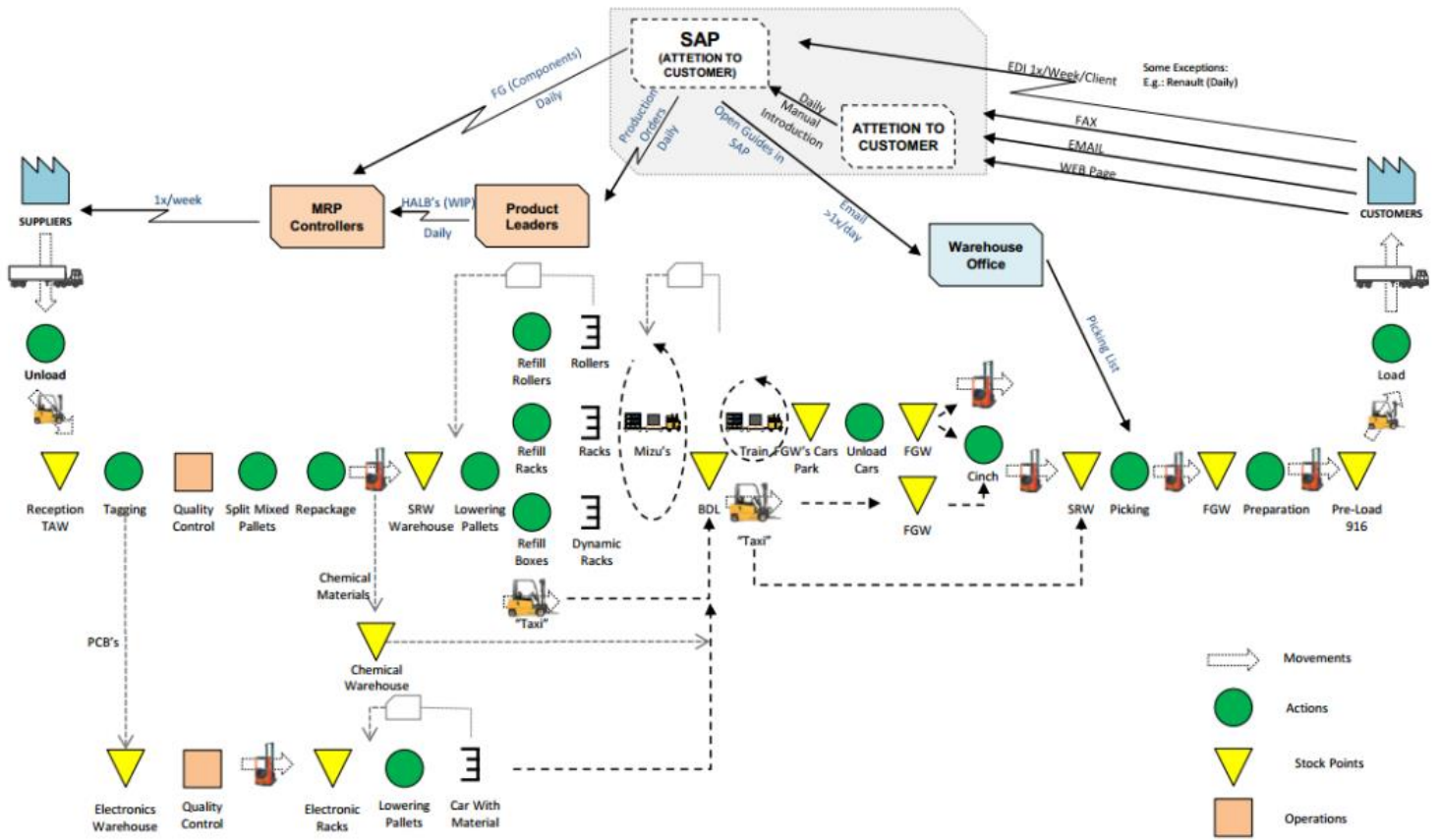
ANEXO I – FUNCIONAMENTO DO MODELO DE MONTAGEM DE PALETES EM ARMAZÉM



ANEXO II – FLUXO DAS CAIXAS DENTRO DA BORGWARNER



ANEXO III – VSM DO FLUXO DE MATERIAIS O ARMAZÉM



ANEXO IV – VALORES OBTIDOS NA MEDIÇÃO DOS TEMPOS DAS ROTAS

R9M	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA	4ª ROTA
Tempo na produção	00:10:37	00:09:21	00:14:16	00:13:09
picking	00:02:32	00:03:02	00:03:47	00:05:44
PT	00:05:59	00:04:47	00:03:21	-
TOTAL =	00:19:08	00:17:10	00:21:24	00:18:53

FUGADO	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA
Tempo na produção	00:08:13	00:10:16	00:10:40
picking	00:06:28	00:06:35	00:04:40
PT	00:06:03	-	00:08:47
TOTAL =	00:20:44	00:16:51	00:24:07

R9M	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA
Tempo na produção	00:13:08	00:06:30	00:07:59
picking	00:00:00	00:02:56	00:00:00
PT	00:00:00	00:07:46	00:00:00
TOTAL =	00:13:08	00:17:12	00:07:59

FUGADO	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA
Tempo na produção	00:05:37	00:03:15	00:03:49
picking	00:02:58	00:02:40	00:04:10
PT	00:14:28	00:12:44	00:07:17
TOTAL =	00:23:03	00:18:39	00:15:16

ANEXO V – VALORES OBTIDOS NA MEDIÇÃO DOS TEMPOS DAS ROTAS

JAGUAR	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA
Tempo na produção	00:13:43	00:15:34	00:11:08
picking	00:05:31	00:05:05	00:05:07
PT	00:00:00	00:00:00	00:00:00
TOTAL =	00:19:14	00:20:39	00:16:15
MONTAGEM	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA
Tempo na produção	00:08:48	00:11:45	00:16:08
picking	00:03:32	00:02:55	00:03:33
PT	00:07:41	00:00:00	00:06:50
TOTAL =	00:20:01	00:14:40	00:26:31

JAGUAR	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA	4ª ROTA
Tempo na produção	00:15:47	00:20:58	00:18:11	00:25:32
picking	00:04:29	00:05:35	00:05:09	00:03:41
PT	-	-	-	-
TOTAL =	00:20:16	00:26:33	00:23:20	00:29:13

ANEXO VI– VALORES OBTIDOS NA MEDIÇÃO DOS TEMPOS DAS ROTAS

MONTAGEM	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA
Tempo na produção	00:18:13	00:12:10	00:18:50
picking	00:06:28	00:08:10	00:07:04
PT	00:09:03	00:06:24	00:10:44
TOTAL =	00:33:44	00:26:44	00:36:38

MERCEDES	1ª ROTA	2ª ROTA	3ª ROTA	4ª ROTA
Tempo na produção	00:08:06	00:14:37	00:09:17	00:12:00
picking	00:05:02	00:04:24	00:09:58	00:03:34
PT	00:05:23	00:03:19	-	00:04:20
TOTAL =	00:18:31	00:22:20	00:19:15	00:19:54